Landeshauptstadt Dresden

November 2012
Aktualisierung im Zuge der Beratung und gemäß Beschlussfassung durch den Stadtrat am 20.06.2013

INTEGRIERTES ENERGIE- UND KLIMASCHUTZKONZEPT
DER LANDESHAUPTSTADT DRESDEN 2030

DRESDEN AUF DEM WEG ZUR ENERGIEEFFIZIENTEN STADT

RAMBOLL KEEA KLIMA UND ENERGIEEFFIZIENZ AGENTUR

Auftraggeber:

Landeshauptstadt Dresden

Federführung: Umweltamt

Ansprechpartner:

Dr. Christian Korndörfer – Amtsleiter
Landeshauptstadt Dresden
Umweltamt
Postfach 12 00 20
D-01001 Dresden
www.dresden.de/umwelt
T +49 (0)351 488 62 01
F +49 (0)351 488 62 02
umweltamt@dresden.de

Bearbeitung:

Arbeitsgemeinschaft Rambøll-KEEA
(Rambøll Management Consulting GmbH, Rambøll Danmark A/S, Klima-Energie-Effizienz-Agentur)
Berlin-Hamburg-Kassel-Kopenhagen

Autorinnen & Autoren:

Dr. Christoph Emminghaus
Sarah Herms
Nadeem Niwaz
Kirstine Larsen Underbjerg
Matthias Wangelin
Guido Zinke

Ansprechpartner:

Guido Zinke
Rambøll | Competence-Center Wirtschaftspolitik
Saarbrücker Straße 20/21
D-10405 Berlin
www.ramboll-management.de
T +49 (0)30 30 20 20-124
F +49 (0)30 30 20 20-299
guido.zinke@ramboll-management.com

Als Autoren haben an der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden weiterhin mitgewirkt:

Dr. Christian Korndörfer, Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt
Fritz Pielenz, Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt
Cornelia Kurbjuhn, Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt
Frank Frenzel, Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt
Frank Wustmann, DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Klima schutz zahlt sich aus!

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Dresden wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt von Veröffentlichungen zum Projekt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Förderkennzeichen: 03KS1349.

Urheberrecht: Das Urheberrecht (Eigentums-, Nutzungs- und Verwendungsrechte) liegt ausschließlich bei der Landeshauptstadt Dresden. Es bestehen keine Rechte Dritter.
Bildquellen Titelseite: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt

INHALT

Inhalt		3
Abbildungen		8
Tabellen		13
Anhänge und Anlagen		15
Abkürzungen		16
Danksagung		18
Zusammenfassung für Entscheidungsträger		19
1.	Einleitung	48
2.	Ausgangslage & Zielsetzung	49
2.1	Hintergrund	49
2.2	Integrierter Klimaschutz und energiepolitische Strategien im Freistaat Sachsen	50
2.3	Zielsetzung der Landeshauptstadt Dresden zur Erstellung des Konzeptes	51
2.4	Zielsystematik und strategische Leitlinien des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts	52
2.5	Reduzierter Bilanzierungsrahmen im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept und Notwendigkeit langfristiger kommunaler Konzepte	55
2.5.1	Reduzierter Bilanzierungsrahmen	55
2.5.2	Hintergrundbetrachtung zu Anlass und Notwendigkeit der vorliegenden Untersuchung	58
3.	Rahmenbedingungen für den kommunalen Klimaschutz in Dresden	60
3.1	Überblick internationale, europäische und deutsche Rahmenbedingungen	60
3.2	Freistaat Sachsen	61
3.2.1	Strategien und Ziele	61
3.2.1.1	Steigerung der Energieeffizienz	62
3.2.1.2	Zukunftsfähiges Energiesystem	62
3.2.2	Rechtsakte	63
3.2.3	Institutionen und Instrumente	64
3.3	Landeshauptstadt Dresden	65
3.3.1	Strategien, Ziele und Bündnisse	65
3.3.2	Stadtratsbeschlüsse	65
3.3.2.1	Stadtentwicklung	67
3.3.2.2	Erneuerbare Energien	69
3.4	Zwischenergebnis	69
4.	Bestandsaufnahme	71
4.1	Siedlungs- und Versorgungsstruktur Dresdens	71
4.1.1	Flächennutzung	71
4.1.2	Wohnbebauung	72
4.1.3	Verkehrsinfrastruktur, Fahrleistungen und CO_2-Emissionen	73
4.1.3.1	Verkehrsinfrastruktur	74
4.1.3.2	Fahrleistungen und CO_2-Emissionen	76
4.1.3.2.1	Personenverkehr	76
4.1.3.2.2	Güterverkehr	77
4.1.4	Energieversorgungsstruktur	77

4.1.4.1	Wärme	78
4.1.4.2	Strom	78
4.1.4.3	Verkehr	79
4.2	Demographie und Sozio-Ökonomie	79
4.2.1	Demographische Situation und Entwicklung	79
4.2.1.1	Bevölkerungsentwicklung	80
4.2.1.2	Entwicklung der Erwerbstätigkeit	84
4.2.1.3	Entwicklung der Einkommensstruktur des öffentlichen Haushalts und der privaten Haushalte	87
4.2.2	Volkswirtschaftliche Situation und Entwicklung	90
4.2.2.1	Gesamtwirtschaftsleistung	91
4.2.2.2	Wirtschaftsstruktur	92
4.2.2.3	Produktivität	94
4.2.2.4	Energieintensität	95
4.3	Energie- und CO_2-Bilanz	96
4.3.1	Energieverbrauch und CO_2-Emissionen nach Verbrauchssektoren 2005	97
4.3.1.1	Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte	102
4.3.1.2	Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/Unternehmen	105
4.3.1.3	Verbrauchssektor öffentliche Gebäude und Liegenschaften	107
4.3.1.4	Verbrauchssektor Verkehr	110
4.3.2	Entwicklung der Energieverbräuche 2005 - 2010	113
4.4	Energiekosten der Verbrauchssektoren	114
4.5	Zwischenergebnis	115
5.	Zukünftige Entwicklungen bis 2030	120
5.1	Erwartungen zur zukünftigen demographischen und sozio-ökonomischen Entwicklung	120
5.1.1	Vorausschätzung der demographischen Entwicklung	120
5.1.2	Vorausschätzung der Einkommensentwicklung	123
5.1.3	Vorausschätzung der volkswirtschaftlichen Entwicklung	124
5.2	Energietechnologische Trends im Rahmen der Energiewende	125
5.2.1	Steigerung der Energieeffizienz	127
5.2.2	Ausbau erneuerbarer Energien	128
5.2.3	Herausforderung durch Integration erneuerbarer Energien: Netzausbau und Speicherung	129
5.2.3.1	Energiespeicherung	129
5.2.3.2	Energieverteilung	130
5.3	Erwartungen zur Energiemarktentwicklung	131
5.3.1	Grundannahmen zur globalen Entwicklung	131
5.3.1.1	Annahmen zur Entwicklung in Deutschland	133
5.3.1.2	Annahmen zur Entwicklung in Dresden	136
5.3.2	Energiepreisentwicklung	137
5.3.2.1	Referenzpreisszenario	138
5.3.2.2	Hochpreisszenario	141
5.3.2.3	Erwartungen über die Anpassung der Energienachfrage	143
5.3.3	Erwartete Entwicklung der Energieverbräuche in Dresden	145
5.3.4	Vorausschätzung der Energiekosten 2030	146
5.4	Mögliche zukünftige Konkurrenzsituationen bei der lokalen Nutzung regenerativer Energiequellen	148
5.4.1	Konkurrenzsituation von nachwachsenden Rohstoffen und der regionalen Lebensmittelproduktion	148
5.4.2	Nebenwirkungen und Konkurrenzsituationen bei einer Ausschöpfung der ermittelten theoretischen Potenziale in Bezug auf die Stadtökologie	149
6.	Themenfelder im Fokus – Bestand & Perspektiven	151
6.1	Aktionsfeld „Energieverbrauch reduzieren“	152
6.1.1	Reduktion des Wärmeverbrauchs im Gebäudebestand	152
6.1.1.1	Wärmeverbrauch in Deutschland	152
6.1.1.2	Bestand in Dresden	154
6.1.1.3	Potenzial	155

6.1.1.4	Szenarien	159
6.1.1.5	Maßnahmen	160
6.1.1.5.1	Dämmen und Dichten der Gebäudehülle von Wohngebäuden mit Sanierungspotenzial und Verringerung der Verluste bei der Warmwasserbereitstellung	160
6.1.1.5.2	Dämmen und Dichten der Gebäudehülle von Nicht-Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden mit Sanierungspotenzial	163
6.1.1.5.3	Optimierung der Heizungssysteme: hydraulischer Abgleich	167
6.1.1.5.4	Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung	168
6.1.2	Reduktion Stromverbrauch	168
6.1.2.1	Stromverbrauch in Deutschland	168
6.1.2.2	Bestand in Dresden	169
6.1.2.3	Potenzial	169
6.1.2.4	Szenarien	170
6.1.2.5	Maßnahme: Einsparung von Strom	171
6.2	Aktionsfeld Bereitstellung erneuerbarer Energien	173
6.2.1	Wind	174
6.2.1.1	Entwicklung der Windenergienutzung	174
6.2.1.2	Bestand in Dresden	175
6.2.1.3	Potenzial für Dresden und das Umland	176
6.2.1.4	Szenarien	178
6.2.1.5	Maßnahmen: Ausbau von Windkraftanlagen	179
6.2.2	Photovoltaik	180
6.2.2.1	Entwicklung der Photovoltaiknutzung	180
6.2.2.2	Bestand in Dresden	180
6.2.2.3	Potenzial	182
6.2.2.4	Szenarien	183
6.2.2.5	Maßnahme: Ausbau Photovoltaik	184
6.2.3	Solarthermie	185
6.2.3.1	Bestand in Dresden	185
6.2.3.2	Potenzial	186
6.2.3.3	Szenarien	187
6.2.3.4	Maßnahmen	187
6.2.3.4.1	Ausbau der Solarthermie	188
6.2.3.4.2	Solarthermische Großanlage mit saisonalem Speicher (Energieversorger)	189
6.2.4	Geothermie	189
6.2.4.1	Entwicklung der Geothermienutzung	189
6.2.4.2	Bestand in Dresden	190
6.2.4.3	Potenzial	191
6.2.4.4	Szenarien	193
6.2.4.5	Maßnahmen	195
6.2.4.5.1	Ausbau Wärmepumpen	195
6.2.4.5.2	Tiefengeothermie-Heizwerk	196
6.2.5	Biomasse	197
6.2.5.1	Entwicklung der Biomassenutzung in Deutschland	197
6.2.5.2	Bestand in Dresden	197
6.2.5.2.1	Aufkommen biogener Festbrennstoffe	198
6.2.5.2.2	Aufkommen biogener Brenngase	199
6.2.5.3	Potenzial	201
6.2.5.4	Szenarien	205
6.2.5.5	Maßnahmen	207
6.2.5.5.1	Einsatz von Festbrennstoffkesseln für biogene Brennstoffe in Haushalten und Unternehmen	207
6.2.5.5.2	Einsatz von Biomasse-Heizkraftwerken	208
6.2.5.5.3	Einsatz von Biogas-Heizkraftwerken	209
6.3	Aktionsfeld Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger	211
6.3.1	Fernwärme	211
6.3.1.1	Fernwärmenutzung in Deutschland	211

6.3.1.2	Bestand in Dresden	213
6.3.1.3	Potenzial	214
6.3.1.4	Szenarien	218
6.3.1.5	Maßnahme: Ausbau Fernwärme	219
6.3.1.5.1	Gegenstand der Maßnahme	219
6.3.2	Austausch Gas- und Ölkessel	221
6.3.2.1	Wärmeerzeuger in Deutschland	221
6.3.2.2	Bestand in Dresden	222
6.3.2.3	Potenzial	222
6.3.2.4	Szenarien	223
6.3.2.5	Maßnahme: Austausch von Öl- und Gaskessel in privaten Haushalten	225
6.3.3	Ausgestaltung des zukünftigen Kraftwerksparks und von Speicherlösungen	226
6.4	Aktionsfeld Verkehr	228
6.4.1	Bestand in Dresden	228
6.4.2	Energetische Einsparpotenziale	228
6.4.3	Szenarien	229
6.4.4	Maßnahmen	230
6.4.4.1	Betriebliches Mobilitätsmanagement	230
6.4.4.2	Förderung des Radverkehrs	231
6.4.4.3	Stadtbahnprogramm	232
6.4.4.4	Förderung des Öffentlichen Verkehrs	233
6.5	Übergeordnete Maßnahmen	234
6.5.1	Übergeordnete planerische und organisatorische Maßnahmen	234
6.5.2	Übergreifende Raumplanung	235
6.5.3	Rechtliche Verankerung und Instrumente der Stadtplanung und Raumordnung	237
6.5.4	Übergreifende Verkehrsplanung	240
6.6	Modellstadtteilbetrachtungen	241
6.6.1	Bestandsaufnahme Sanierungsgebiet Friedrichstadt	242
6.6.1.1	Energieverbrauch	243
6.6.1.2	Energetische Gebäudesanierung	248
6.6.1.3	Stadtentwicklungs- und Stadtumbaugebiete	248
6.6.2	Leipziger Vorstadt / Neustädter Hafen	249
6.6.2.1	Siedlungs- und Gebäudeplanung	249
6.6.2.2	Planung geringer Energieverbräuche	250
6.6.2.3	Effiziente Energieversorgung	251
6.7	Zusammenfassung	251
6.7.1	Energetische Potenziale	251
6.7.2	Szenarien	253
6.7.3	Maßnahmen	257
6.7.3.1	Zusammenfassung der Maßnahmen in Hinblick auf den zukünftigen Kraftwerkspark	259
6.7.3.2	Bewertung der Maßnahmen	261
7.	Konzept zur Partizipation und Empfehlungen für die Öffentlichkeitsarbeit	266
7.1	Arbeitsgruppe Strategieberatung	267
7.2	Experteninterviews	268
7.3	Werkstattgespräche	269
7.4	Fachdialog	269
8.	Empfehlungen für die Umsetzung	271
8.1	Zeitplanung	271
8.2	Öffentlichkeitsarbeit	272
8.3	Fördermöglichkeiten	274
8.3.1	Programme der EU-Strukturförderung in Sachsen	275
8.3.2	Förderinitiativen und -programme des Bundes	275
8.3.3	Förderangebote des Freistaates Sachsen	276
8.4	Organisation in der Verwaltung	276
8.5	Einbindung relevanter Akteure	278
8.6	Weiterführende umsetzungsbegleitende Untersuchungen	281

8.7 Weiterführende Empfehlungen für den strategischen Prozess der Umsetzung 283
9. Schlussfolgerungen 285

Literaturverzeichnis 295
Glossar 306
Anhänge 1 bis 13 309
Anhang 14 - Maßnahmenkatalog 341
Anhang 15 - Methodisches Vorgehen 374

ABBILDUNGEN

Abbildung 2—1:	Integrierte Klimaschutzstrategie des Freistaates Sachsen	50
Abbildung 2—2:	Treibhausgasemissionen 2009 und Minderungsziel 2020, Freistaat Sachsen (Treibhausgasemissionen in Mio. Tonnen)	51
Abbildung 2—3:	Zielsystematik des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden	53
Abbildung 2—4:	Gesamtziele im Klimaschutz	56
Abbildung 2—5:	Teilziel und Bilanzwerte der CO2-Reduktion im IEuKK	57
Abbildung 2—6:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in der IEuKK-Betrachtung und im Gesamtrahmen	57
Abbildung 4—1:	Entwicklung Flächennutzung, Landeshauptstadt Dresden 1992 - 2010 (in Hektar)	71
Abbildung 4—2:	Entwicklung Anzahl Haushalte und Bevölkerung, Landeshauptstadt Dresden 2000 - 2009 (in absoluten Zahlen)	72
Abbildung 4—3:	Verteilung Wohnungen nach Wohnungsgrößen, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Prozent)	73
Abbildung 4—4:	Entwicklung Straßenverkehrsnetz, Landeshauptstadt Dresden 1990-2010 (in km)	74
Abbildung 4—5:	Verteilung im Straßenverkehrsnetz, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Prozent)	74
Abbildung 4—6:	Erreichbarkeit europäischer Agglomerationen per PKW, Bahn und Luft, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Minuten)	75
Abbildung 4—7:	nicht belegt	
Abbildung 4—8:	CO2-Emissionen des Personenverkehrs der Dresdner (ohne Luftverkehr) (in Tonnen CO2)	77
Abbildung 4—9:	Wärmeverbrauch nach Energieträgern, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent)	78
Abbildung 4—10:	Bevölkerungsentwicklung Dresdens im Vergleich zu Sachsen (ohne Dresden) 1990-2010 (in Prozent)	80
Abbildung 4—11:	Bevölkerungsentwicklung innerhalb Dresdens nach Stadtteilen (Abweichung vom durchschnittlichen Bevölkerungswachstum Dresdens) 1990-2010	81
Abbildung 4—12:	Bevölkerung nach Alterskohorten in Dresden 1990 und 2010	82
Abbildung 4—13:	Bevölkerungsentwicklung 2000-2010 nach Stadtteilen und Alterskohorten (in Prozent)	83
Abbildung 4—14:	Wanderungssaldo und natürliche Bevölkerungsentwicklung 1999-2009 nach Stadtteilen (in Prozent)	84
Abbildung 4—15:	Erwerbstätigenanteil nach Wirtschaftssektoren Dresdens 2009	85
Abbildung 4—16:	Arbeitslosenquote (bezogen auf alle zivilen Erwerbspersonen) 1999 und 2010 nach statistischen Stadtteilen in Dresden (in Prozent)	87
Abbildung 4—17:	Entwicklung der bereinigten Einnahmen und Ausgaben des öffentlichen Kommunalhaushalts und der Steuereinnahmekraft, Landeshauptstadt Dresden 2005-2011 (in 1.000 Euro)	88
Abbildung 4—18:	Entwicklung nach überwiegender Art der Finanzierung des Lebensunterhalts und durchschnittliches Nettoeinkommen pro Kopf, Landeshauptstadt Dresden 2005 - 2011 (in Prozent, in Euro)	88
Abbildung 4—19:	Entwicklung der Haushaltseinkommen nach Anzahl der Haushalte und Haushaltsnettoeinkommen, Landeshauptstadt Dresden 2005-2011 (in Prozent, in Euro)	89
Abbildung 4—20:	SGB-II-Leistungsempfänger, Anteil Männer, Frauen und Gesamt, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Prozent)	90
Abbildung 4—21:	Entwicklung Bruttoinlandsprodukt real und Bruttowertschöpfung real, Landeshauptstadt Dresden 1994-2010 (in Mio. Euro)	91
Abbildung 4—22:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftssektoren, Landeshauptstadt Dresden, Stand 2009 (in Prozent)	92

Abbildung 4—23: Anteilsgewichtete Veränderung der Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen nach Wirtschaftssektoren und -zweigen, Landeshauptstadt Dresden, 1995 - 2009 (in Prozent) 93
Abbildung 4—24: Entwicklung der Produktivität Wirtschaftssektoren, Landeshauptstadt Dresden 1994 - 2009 (in BIP-real je Erwerbstätigen) 94
Abbildung 4—25: Entwicklung Gas- und Stromverbrauch in Industrie und Gewerbe im Vergleich zur BWS-Entwicklung, Landeshauptstadt Dresden 2007-2009 (in GWh) 95
Abbildung 4—26: Entwicklung Gas- und Stromverbrauch in Industrie und Gewerbe (Basis: Verbrauchsdaten der Energieversorger ENSO und DREWAG), Landeshauptstadt Dresden 2007 - 2010 (in GWh) 96
Abbildung 4—27: Endenergieverbrauch verteilt nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent) 97
Abbildung 4—28: Gegenüberstellung Endenergieverbrauch (End) und kumulierter Energieverbrauch (KEV) nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh) 98
Abbildung 4—29: Verteilung Gesamtendenergieverbrauch (alle Verbrauchsektoren) nach Energiequellen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent) 99
Abbildung 4—30: Gegenüberstellung Endenergieverbrauch (End) und Kumulierter Energieverbrauch (KEV) nach Energiequellen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh) 100
Abbildung 4—31: CO2-Emissionen, verteilt nach Verbrauchssektoren, Dresden 2005 (in Prozent) 101
Abbildung 4—32: Verteilung CO2-Emissionen nach Energieträgern, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent) 101
Abbildung 4—33: Vergleich der CO2-Bilanzen pro Kopf zwischen Dresden, Leipzig, Frankfurt und Hannover (in Tonnen CO2 pro Einwohner) 2005/2008 102
Abbildung 4—34: Endenergie- und kumulierter Energieverbrauch im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(End) und GWh(KEV)) 103
Abbildung 4—35: CO2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen) 103
Abbildung 4—36: Kumulierter Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(KEV)) 104
Abbildung 4—37: CO2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen) 105
Abbildung 4—38: Endenergie- und kumulierter Energieverbrauch im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/Unternehmen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(End) und GWh(KEV)) 105
Abbildung 4—39: Kumulierter Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/ Unternehmen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(KEV)) 106
Abbildung 4—40: Kumulierter Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/ Unternehmen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(KEV)) 106
Abbildung 4—41: CO2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/Unternehmen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen) 107
Abbildung 4—42: Endenergie- und kumulierter Energieverbrauch im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(End) und GWh(KEV)) 108
Abbildung 4—43: Kumulierter Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(KEV)) 108

Abbildung 4—44: CO2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen) 109
Abbildung 4—45: Kumulierter Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh(KEV)) 109
Abbildung 4—46: CO2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen) 110
Abbildung 4—47: Gesamtendenergieverbrauch, Handlungsfeld Verkehr, Dresden 2005 (in GWh/a) 110
Abbildung 4—48: Verteilung Endenergiebedarf nach Verkehrsträger, Handlungsfeld Verkehr, Personenverkehr, Dresden 2005 (in Prozent) 111
Abbildung 4—49: Endenergieverbrauch nach Energieträger, Handlungsfeld Verkehr, Dresden 2005 (in Prozent) 111
Abbildung 4—50: CO2-Emissionen des Verkehrs der Dresdner (ohne Luftverkehr), Landeshauptstadt Dresden, 1999-2009 (in Tonnen CO2) 112
Abbildung 4—51: Endenergieverbräuche Fernwärme nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2010 113
Abbildung 4—52: Endenergieverbräuche an Erdgas nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2010 114
Abbildung 4—53: Endenergieverbräuche Elektrizität nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2010 114
Abbildung 4—54: Energiekosten nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2010 (in Mio. Euro) 115
Abbildung 4—Z1: Entwicklung der Rentenentgeltpunkte bis 2020 in Ostdeutschland 117
Abbildung 5—1: Entwicklung der Gesamtbevölkerung der Landeshauptstadt Dresden 2000 - 2050 121
Abbildung 5—2: Entwicklung der Bevölkerung räumlich differenziert (ab 2030 in maximalen Variante), Landeshauptstadt Dresden Prognose 2010 - 2030 und 2010 - 2050 122
Abbildung 5—3: Prognose durchschnittliche Haushaltsgröße und Anzahl Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2010-2030 (in absoluten Zahlen) 123
Abbildung 5—4: Entwicklung der öffentliche Ausgaben für Energieforschung nach Sektoren, Summe private und öffentliche Ausgaben gesamt, Deutschland, 1993 - 2010 (in Mio. Euro) 126
Abbildung 5—5: Gesamtenergietransformation 2010 bis 2050 127
Abbildung 5—6: Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern, 2008 - 2050 135
Abbildung 5—7: Entwicklung der CO_2-Emissionen im deutschen Strommarkt, 2008 - 2050 136
Abbildung 5—8: nicht belegt
Abbildung 5—9: Geschätzte Entwicklung der Strom- und Gaspreise für Dresdner Haushalte und Unternehmen ohne Mess- und Grundpreis (in ct/kWh), Stand Oktober 2012 141
Abbildung 5—10: Entwicklung der Endenergieverbräuche und CO_2-äq-Emissionen im Trend-Szenario, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2050 146
Abbildung 5—11: Vorausschätzung der Energiekosten gesamt nach Verbrauchssektoren (Trend-Szenario) Landeshauptstadt Dresden, 2010-2030 (in Mio. Euro) 147
Abbildung 6—1: Trias energetica der spezifischen Ziele des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden 151
Abbildung 6—2: Anteil der Wärmeenergieträger am Wärmeverbrauch in privaten Haushalten in Deutschland, 2009 152
Abbildung 6—3: Gesamtkostenbetrachtung der Sanierungsmöglichkeiten (in 1.000 Euro) 153
Abbildung 6—4: Sanierungspotenzial im Wohngebäudebestand räumlich differenziert, Landeshauptstadt Dresden, 2011 (in MWh/ha) 155

Abbildung 6—5: nicht belegt
Abbildung 6—6: Investitionen in Sanierungen der Schulgebäude, Dresden, 1992 - 2010 166
Abbildung 6—7: Anteil der Energieträger an der Erzeugung elektrischer Energie in Deutschland, 2009 169
Abbildung 6—8: Szenarien Ausbau Stromsparmaßnahmen, Landeshauptstadt Dresden 2010-2030 (in GWh) 171
Abbildung 6—9: Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland, 2011 174
Abbildung 6—10: Durchschnittliche Leistung neu installierter Windkraftanlagen in Deutschland, 1990-2010 (in MW) 175
Abbildung 6—11: Windpotenzial Sachsen und Windkraftanlagen in der Region Dresden, 2010 177
Abbildung 6—12: Szenarien Ausbau Windenergie in der Stadt und Region Dresden, Landeshauptstadt Dresden, 2010 - 2050 (in GWh) 179
Abbildung 6—13: Photovoltaik-Anlagen im Stadtgebiet, Landeshauptstadt Dresden, 2010 181
Abbildung 6—14: Leistung installierte Photovoltaik-Anlagen, Landeshauptstadt Dresden 2002 - 2010 (in kWp) 181
Abbildung 6—15: Ausschnitt Solarpotenzial-Dachkataster Dresden 182
Abbildung 6—16: Szenarien Ausbau Photovoltaik, Landeshauptstadt Dresden 2010 - 2050 (in GWh) 184
Abbildung 6—17: Installierte Fläche Solarthermie, Landeshauptstadt Dresden, 2001 - 2010 (in m²) 186
Abbildung 6—18: Szenarien Ausbau Solarthermie, Landeshauptstadt Dresden 2010-2050 (in GWh) 187
Abbildung 6—19: Endenergie (Strom und Wärme) Geothermie in Deutschland 190
Abbildung 6—20: Anzahl Wärmepumpen im Stadtgebiet, Landeshauptstadt Dresden 2007 - 2010 (absolute Angaben) 190
Abbildung 6—21: Verteilung der Gebäude mit Eignung für Wärmepumpen, Dresden 192
Abbildung 6—22: Gebiete mit Eignung für Wärmepumpensonden, Dresden 192
Abbildung 6—23: Grundwasserstrom in Dresden 193
Abbildung 6—24: Szenarien Ausbau Geothermie (Wärmepumpen), Landeshauptstadt Dresden, 2010 - 2050 (in GWh) 194
Abbildung 6—25: Prognostizierte Biomassenutzung in Deutschland, 2030 197
Abbildung 6—26: Fernwärmeverbrauch Landeshauptstadt Dresden 2010 (in GWh/ha) 214
Abbildung 6—Z1: Perspektiven der Fernwärmeversorgung im Stadtgebiet 216
Abbildung 6—27: Ausbau des Fernwärmeabsatzes in Dresden im Kopenhagen-Szenario, 2030 219
Abbildung 6—28: Heizungsanlagen in deutschen Wohngebäuden, 2008 221
Abbildung 6—29: Aktueller Heizungsbestand in Deutschland nach Wirkungsgrad (in %) 222
Abbildung 6—30: Szenarien Austausch Gaskessel, Landeshauptstadt Dresden (GWh) 224
Abbildung 6—31: Szenarien Austausch Ölkessel, Landeshauptstadt Dresden (in GWh) 225
Abbildung 6—Z2: IEuKK-Untersuchungsgebiet "Westlicher Innenstadtrand" 242
Abbildung 6—32: Lage des bisherigen Sanierungsgebietes und Rahmenplan Friedrichstadt, Dresden 243
Abbildung 6—33: Ungenutzte Altbauten und elementierte Geschoßwohnungsbauten 243
Abbildung 6—34: Stromverbrauch Friedrichstadt, alle Gebäude, Dresden 2010 244
Abbildung 6—35: Stromverbrauch Friedrichstadt, nur Wohngebäude, Dresden 2010 245
Abbildung 6—36: Stromverbrauch Friedrichstadt, nur Industrie und Gewerbe, Dresden 2010 245
Abbildung 6—37: Stromverbrauch Friedrichstadt, nur Öffentliche Gebäude, Dresden 2010 246
Abbildung 6—38: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, Dresden 2010 246
Abbildung 6—39: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, nur Wohngebäude, Dresden 2010 247
Abbildung 6—40: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, nur Industrie und Gewerbe, Dresden 2010 247

Abbildung 6—41: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, nur Öffentliche Gebäude, Dresden 2010 248
Abbildung 6—42: Vergleich der Kosten für die Wärmebereitstellung verschiedener Systeme über 30 Jahre 249
Abbildung 6—43: Endenergieverbrauchsszenarien, Landeshauptstadt Dresden (in $GWh_{(End)}$), 2005 - 2050 254
Abbildung 6—44: Endenergieverbrauchsszenarien nach Energieträgern, Landeshauptstadt Dresden (in $GWh_{(End)}$), 2005, 2030 254
Abbildung 6—45: Energieverbrauchszenarios (KEV), Landeshauptstadt Dresden (in $GWh_{(KEV)}$), 2005 - 2050 255
Abbildung 6—46: Energieverbrauchsszenarios (KEV) nach Energieträgern, Landeshauptstadt Dresden (in $GWh_{(KEV)}$), 2005, 2030 255
Abbildung 6—47: CO_2-Emissions-Szenarios, Landeshauptstadt Dresden (in Mio. Tonnen CO_2), 2005 - 2030 256
Abbildung 6—48: Energiekosten-Szenarien, jährliche Einsparungen für die Jahre 2020 und 2030 gegenüber dem Trend-Szenario, Landeshauptstadt Dresden, 2010 - 2030 (in Mio. Euro) 257
Abbildung 6—49: Gewichtung der Scoring-Kriterien 261
Abbildung 6—50: Bewertung der Maßnahmen - Ergebnis des Scoring-Modells, Gesamtergebnis 263
Abbildung 6—51: Bewertung der Maßnahmen - Ergebnis des Scoring, Teilergebnis für Kriterium „Zielbeitrag" im Effizienz-Szenario 264
Abbildung 7—1: Partizipation und Öffentlichkeitsarbeit 266
Abbildung 7—2: Umsetzungsprozess 266
Abbildung 8—1: Vorschlag für einen Zeitplan zur Umsetzung 272

TABELLEN

Tabelle 3-1:	Landesgesetzgebung zu den Themenbereichen Energieeffizienz, Energieeinsparung, Förderung erneuerbarer Energien und Klimaschutz, Freistaat Sachsen	63
Tabelle 3-2:	Aspekte der Energieversorgung und Nutzung erneuerbarer Energien im Landesentwicklungsplan, Freistaat Sachsen 2003	63
Tabelle 3-3:	Energie- und klimaschutzpolitische Aspekte im Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge, Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2009	64
Tabelle 3-4:	Ausgewählte Beschlüsse des Stadtrates zur Energie- und Klimapolitik, Landeshauptstadt Dresden, Stand 2011	66
Tabelle 4-1:	Kraftwerkspark DREWAG Stromerzeugung (elektrische Leistung, in Megawatt (MW)	78
Tabelle 4-2:	Entwicklung der Energieproduktivität (bezogen auf Bruttowertschöpfung in Herstellungspreisen zu Gas- und Stromverbrauch), Landeshauptstadt Dresden 2007 - 2010 (in Mio. Euro/GWh)	96
Tabelle 5-1:	Vorausschätzung der Rahmenbedingungen der Energiepreisentwicklung für Dresden im Überblick	137
Tabelle 5-2:	Vorausschätzung der Energiepreisbestandteile (bezogen auf die Arbeitspreise) für die Landeshauptstadt Dresden 2010-2050, Referenzpreisszenario	140
Tabelle 5-3:	Vorausschätzung der Endverbraucherpreise für Energie (nur Arbeitspreise, inkl. Mehrwertsteuer) Landeshauptstadt Dresden 2010-2050	141
Tabelle 5-4:	Internationale Preisentwicklung, Dresden Hochpreisszenario	142
Tabelle 5-5:	Arbeitspreise Strom, Gas, Landeshauptstadt Dresden Hochpreisszenario	143
Tabelle 5-6:	Endverbraucherpreise Strom, Gas, Dresden Hochpreisszenario	143
Tabelle 5-7:	Preiselastizitäten der Energienachfrage Hochpreis- zu Referenzpreisszenario	144
Tabelle 6-1:	Heizwärmebedarf Wohngebäude, Bestand, Landeshauptstadt Dresden 2005	154
Tabelle 6-2:	Warmwasserbedarf der Wohngebäude, Bestand (2005), Dresden	155
Tabelle 6-3:	Reduktionspotenzial der Heizwärme bei Wohngebäuden, Landeshauptstadt Dresden (in GWh/a)	156
Tabelle 6-4:	Szenario-Annahmen Gebäudesanierungen bei Wohngebäuden	159
Tabelle 6-5:	Szenario-Annahmen Gebäudesanierung an Nicht-Wohngebäuden	160
Tabelle 6-6:	Szenarioannahmen Stromsparmaßnahmen im Gebäudebestand Landeshauptstadt Dresden	170
Tabelle 6-7:	Effizienz-Szenario-Annahmen für den Ausbau von Windenergie im Stadtgebiet	178
Tabelle 6-8:	Ergebnisse Solarpotenzialanalyse Photovoltaik Dresden, 2010	183
Tabelle 6-9:	Szenarioannahmen Ausbau Photovoltaik	183
Tabelle 6-10:	Potenzial Solarthermie Landeshauptstadt Dresden (Stand 2010)	186
Tabelle 6-11:	Szenarioannahmen Ausbau Solarthermie Dresden	187
Tabelle 6-12:	Bestand Wärmepumpen, Landeshauptstadt Dresden, 2007-2010 (in GWh)	191
Tabelle 6-13:	Szenario-Annahmen Ausbau Geothermie	194
Tabelle 6-14:	Aufkommen, Nutzmengen/-volumen für biogene Festbrennstoffe Landeshauptstadt Dresden, 2011	199
Tabelle 6-15:	Aufkommen, Nutzmengen/-volumen für biogene Brenngase, Landeshauptstadt Dresden, 2011	200
Tabelle 6-16:	Biomasse-Heizkraftwerke (einschließlich Biodieselkraftwerke), Landeshauptstadt Dresden, 2011	201

Tabelle 6-17:	Biogas-und Deponiegas-Anlagen, Landeshauptstadt Dresden, 2011	201
Tabelle 6-18:	Biomassepotenziale, geeignet zur Verbrennung, Landeshauptstadt Dresden, 2020	203
Tabelle 6-19:	Biomassepotenziale, geeignet zur Vergärung, Landeshauptstadt Dresden, 2020	205
Tabelle 6-20:	Szenarioannahmen Bioenergienutzung, Anlagenbestand und zusätzliche Anlagen, Landeshauptstadt Dresden	207
Tabelle 6-21:	Kraftwerkspark DREWAG (elektrische und thermische Leistung, in Megawatt (MW))	213
Tabelle 6-22:	Szenario-Annahmen Ausbau der Fernwärme	218
Tabelle 6-23:	Szenarien Austausch Gaskessel, Dresden	223
Tabelle 6-24:	Szenarien Austausch Ölkessel, Dresden	224
Tabelle 6-25:	Ausbaubedarf Stadtbahnprogramm nach Stadtteilen, Dresden	233
Tabelle 6-26:	Zusammenfassung der theoretischen Potenziale Energieeinsparung, Energieeffizienz, Ausbau erneuerbare Energien, Landeshauptstadt Dresden (in GWh)	252
Tabelle 6-27:	Zusammenfassung der realisierbaren Potenziale Energieeinsparung, Energieeffizienz, Ausbau erneuerbare Energien, Landeshauptstadt Dresden (in GWh)	253
Tabelle 6-28:	Überblick sämtlicher Maßnahmen des IEuKK Dresden 2030	258
Tabelle 6-29:	Kumulierte Kosten, Erträge und CO_2-Einsparungen in den Szenarien	258
Tabelle 6-30:	Aufteilung der kumulierte Kosten, Erträge und CO_2-Einsparungen nach Handlungsfeldern im Effizienz-Szenario	259
Tabelle 7-1:	Übersicht Strategieberatungen und Teilnehmer	267
Tabelle 7-2:	Übersicht Arbeitstreffen	268
Tabelle 7-3:	Thematische Start-Workshops	269
Tabelle 7-4:	Übersicht Themen, Daten und Teilnehmer am Fachdialog (Teil 1)	270
Tabelle 8-1:	Schätzung der Programmkosten des european energy award eea ® für die Landeshauptstadt Dresden (in Euro, zzgl. Umsatzsteuer)	278

ANHÄNGE UND ANLAGEN

Anhang 1:	Ausgewählte Beschlüsse, Programme und Leitlinien zur Klima- und Energiepolitik, Freistaat Sachsen (Stand 2011)	281
Anhang 2:	Klimaschutzziele, Freistaat Sachsen 2007 (Tabelle)	310
Anhang 3:	Ausgewählte Dokumente Landeshauptstadt Dresden	311
Anhang 4:	Weitere Beschlüsse, die den Klimaschutz in der Landeshauptstadt Dresden tangieren	311
Anhang 5:	Partnerschaften, Netzwerke und Bündnisse im Klimaschutz, Landeshauptstadt Dresden (Stand: 2011, Tabelle)	312
Anhang 6:	Abriss von Wohneinheiten (WE) und Fertigstellung von Wohneinheiten im Neubau, Landeshauptstadt Dresden 2000-2009 (in Wohneinheiten) (Grafik)	312
Anhang 7:	Entwicklung der Erwerbslosigkeit 1992 bis 2010 in Dresden (in Prozent) (Grafik)	313
Anhang 8:	Entwicklung der Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen nach Wirtschaftssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 1995-2009 (in Mio. Euro) (Grafik)	313
Anhang 9:	Wachstumsraten des Umsatzes der Halbleiterindustrie in Europa 1994 - Oktober 2011 (Gleitender Durchschnitt 3 Monate, in Prozent) (Grafik)	314
Anhang 10:	Entwicklung der Anteile der öffentlichen Ausgaben für Energieforschung am Bruttoinlandsprodukt (Euro real 2010) nach ausgewählten IEA-Staaten, 2000-2010 (in Prozent) (Grafik)	314
Anhang 11:	Primärenergetische Betrachtung Biomasse	315
Anhang 12:	Förderprogramme für Energieeffizienz und Klimaschutz im Fördergebiet Sachsen	316
Anhang 13:	Kommunale Wertschöpfungseffekte	328
Anhang 14:	Maßnahmenkatalog	341
Anhang 15:	Methodisches Vorgehen	374

Anlage 1:	CO_2-Verkehrsemissionen Dresdens – Maßnahmenpotenziale und Entwicklungs-szenarien sowie Entwicklung und Bewertung von Maßnahmenpaketen, Ab-schlussbericht, Mai 2012 (separates Dokument)
Anlage 2:	Ergänzung der Untersuchungen zum Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt, Zwischenbericht westlicher Innenstadtrand (einschließlich Friedrichstadt), November 2012 (separates Dokument)

ABKÜRZUNGEN

°C	Grad Celsius
a	Jahr
AGFW	AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. Frankfurt a.M.
ARGE	Arbeitsgemeinschaft Rambøll Management Consulting und Klima und Energieeffizienz Agentur KEEA
BAB	Bundesautobahn
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BWS	Bruttowertschöpfung
CCS	Carbon Capture and Storage
CO_2	Kohlendioxid aus direkter Verbrennung
CO_2-äq	Kohlendioxid-Äquivalentmenge, inkl. Vorketten bei Förderung, Verbrauch und Umwandlung der Energieträger sowie der damit verbundenen Freisetzung anderer Treibhausgase, die in CO_2-Mengen umgerechnet werden
ct	Cent (Eurocent)
DENA	Deutsche Energie-Agentur
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Institut für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt
DREWAG	DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH und DREWAG NETZ gmbH
e. V.	Eingetragener Verein
E/ZFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
EBV	Erdölbevorratungsbeitrag
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EEX	European Energy Exchange
EFH	Einfamilienhaus
el	elektrisch
End	Endenergieverbrauch
EnEV	Energieeinsparverordnung
ENSO	Energie Sachsen Ost AG
ESTIF	European Solar Thermal Industry Federation
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
EWG	Eisenbahner-Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG
EWI	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln
FhG-ISI	Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung
FuE	Forschung und Entwicklung
g	Gramm
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
ggf.	gegebenenfalls
ggü.	gegenüber
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GJ	Gigajoule
GuD	Gas- und Dampfturbinenanlage
GVE	Großvieheinheit
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetz
HHL	Handelshochschule Leipzig
HKW	Heizkraftwerk
hl	Hektoliter
HWK	Handwerkskammer
ie	Institut für Energetik und Umwelt Leipzig
IEA	International Energy Agency
IEuKK	Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Dresden
Ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
ifo	Institut für Wirtschaftsforschung
IHK	Industrie- und Handelskammer

inkl.	inklusive
INSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept der Landeshauptstadt Dresden
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IVAS	Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen und -systeme Dresden
IVV	Ingenieurgesellschaft für Verkehrsplanung und Verkehrssicherung Aachen
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
KEEA	Klima und Energieeffizienz Agentur
KEV	Kumulierter Energieverbrauch
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
km	Kilometer
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt Peak
LH	Landeshauptstadt
m	Meter
m^2	Quadratmeter
m^3	Kubikmeter
MAP	Marktanreizprogramm
Max	Maximal
MFH	Mehrfamilienhaus
Min	Minimal
Mio.	Millionen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MORO	Modellvorhaben der Raumordnung
Mrd.	Milliarden
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NEH	Niedrigenergiehaus
NWG	Nichtwohngebäude
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
p. a.	per annum (pro Jahr)
PH	Passivhausstandard
PJ	Petajoule
Pkm	Personen-Kilometer
Pkw	Personenkraftwagen
PV-Anlagen	Photovoltaikanlagen
rd.	rund
REGKLAM	Entwicklung und Erprobung eines integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden
SAENA	Sächsische Energieagentur GmbH
SGB	Sozialgesetzbuch
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SMWA	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
t	Tonne/Tonnen
T€	Tausend Euro
th	thermisch
THG	Treibhausrelevante Gase
TM	Trockenmasse
TREMOD	Transport Emission Model
TU	Technische Universität
TUD	Technische Universität Dresden
TWh	Terawattstunden
UBA	Umweltbundesamt
UN	United Nations
UNFCCC	Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen
vgl.	vergleiche
VEP	Verkehrsentwicklungsplan
WE	Wohneinheiten
WI	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
WKA	Windkraftanlage
z. Z.	zurzeit
ZFH	Zweifamilienhaus

DANKSAGUNG

Das vorliegende Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Dresden wurde durch die Unterstützung, Mit- und Zuarbeit einer Vielzahl an Personen und Institutionen ermöglicht, denen für ihre Unterstützung zu danken ist.
An erster Stelle gilt unser Dank dem Ersten Bürgermeister der Landeshauptstadt Dresden, Herrn Hilbert, der jederzeit durch seine Unterstützung zur erfolgreichen Erstellung des Konzeptes beigetragen hat.
Im besonderen Maße danken wir den Herren Prof. Dr. Becker und Dr. Richter, Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden, die das Teilkonzept Verkehr im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept erstellten, für eine sehr angenehme und konstruktive Zusammenarbeit. Außerdem gilt ein großer Dank Herrn Wustmann, der als Leiter für Unternehmensentwicklung und Umweltschutz der DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH Begleiter unserer Arbeiten war. Ebenfalls möchten wir uns bei Frau Schneider, Geschäftsführerin des Instituts für Wärmenutzung, Fernwärmeversorgung und TGA Dresden e. V., bedanken, die uns durch ihre Vor-Ort-Kenntnis und Kompetenz aktiv unterstützt hat.

Weiterhin gilt unser Dank folgenden Personen und Institutionen:

- Frau Helzig, Klimaschutzbüro der Landeshauptstadt Dresden
- Herrn Eichner, Kommunale Statistikstelle der Landeshauptstadt Dresden,
- Herrn Wegert und Herrn Lochschmidt, DREBERIS GmbH Dresden
- Herrn Prof. Dr. Möst, Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Technische Universität Dresden
- Herrn Prof. Felsmann, Lehrstuhl für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung, Technische Universität Dresden
- Herrn Prof. Hurtado, Direktor des Instituts für Energietechnik, Technische Universität Dresden
- Herrn Prof. Dr. Ragnitz, Institut für Wirtschaftsforschung (ifo) Dresden
- Herrn Rapp, AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. Frankfurt/Main
- Herrn Dr. Hesse und Herrn Zweinert, Eisenbahner-Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG,
- Herrn Prof. Dr. Reiß und Herrn Mittag, Industrie- und Handelskammer Dresden,
- Herrn Dr. Hübner, Handwerkskammer Dresden
- Frau Sesterhenn und Herrn Mieth, Lokale Agenda 21 für Dresden e. V. sowie Frau Haas und Herrn Rost vom Elbland-Forum e. V. und Herrn Mann vom BUND Dresden
- Herrn Oelmann, DVB – Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- Herrn Meske, Infineon Technologies Dresden GmbH
- Herrn Freimann, Globalfoundries Inc. Dresden Fab
- Stadtplanungsamt, Hochbauamt, Amt für Wirtschaftsförderung, Amt für Stadtgrün und Abfallwirtschaft, Brand- und Katastrophenschutzamt, Amt für Kultur und Denkmalschutz, Schulverwaltungsamt, Eigenbetrieb Kindertagesstätten und Kämmerei der Landeshauptstadt Dresden
- DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH
- DREWAG Netz GmbH
- Herrn Prof. Koziol, BTU Cottbus, Lehrstuhl für Stadttechnik
- SAENA – Sächsische Energieagentur GmbH, Dresden
- Wohnungsgenossenschaft Aufbau Dresden eG, GAGFAH/Bau-und Siedlungsgesellschaft Dresden, Wohnungsgenossenschaft Johannstadt eG, Sächsische Wohnungsgenossenschaft Dresden eG, Eigentümerverein Haus & Grund Dresden e. V. und Mieterverein Dresden und Umgebung e. V.
- Eigenbetrieb Krankenhaus Dresden-Neustadt
- Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement
- Energie Sachsen Ost AG
- Schornsteinfegerinnung Dresden
- Stadtentwässerung Dresden GmbH
- Stadtreinigung Dresden GmbH

Dresden & Berlin, November 2012 Die Autorinnen & Autoren

ZUSAMMENFASSUNG FÜR ENTSCHEIDUNGSTRÄGER

1. Zielsetzung

Ressourcenverknappung, Klimawandel und abnehmende Biodiversität sind tiefgreifende globale Veränderungen, die für die nachfolgenden Generationen von existentieller Bedeutung sind. Der effiziente Umgang mit Ressourcen, insbesondere mit Energie, und Klimaschutz korrespondieren. Langfristig (ca. 2050) werden weltweit die Abkehr von der seit Beginn der industriellen Revolution praktizierten Verbrennung fossiler kohlenstoffhaltiger Brennstoffe und die überwiegende Nutzung erneuerbarer Energie angestrebt.

Die Bundesregierung hat am 23. August 2007 die Eckpunkte eines Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes beschlossen. In 29 Punkten wurden praktisch alle Bereiche der Energieanwendung behandelt und in der Folge ein Paket von Gesetzen und Verordnungen zur Regulierung der Energiewirtschaft und Stimulierung von Energieeinspar- und CO_2-Vermeidungsmaßnahmen beschlossen. Für das Jahr 2020 könnten in Deutschland mit den untersuchten Maßnahmen 2218 PJ Energie eingespart werden. Hierfür würden Bruttokosten von 31 Mrd. € fällig, denen Energieeinsparkosten von 36 Mrd. € gegenüberstehen (Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Oktober 2007).

Nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima wurde 2011 darüber hinaus noch der Ausstieg aus der Stromgewinnung mit Kernkraftwerken bis 2024 beschlossen. Europäische Vorgaben zur Entflechtung von Kraftwerken, Übertragungs- und Verteilnetzen haben den Weg für eine Öffnung des Strom- und Gasmarktes für alle Energielieferanten frei gemacht. Im Ergebnis befindet sich der Energiemarkt in einem noch andauernden grundlegenden Veränderungsprozess, der sowohl Risiken als auch Chancen birgt.

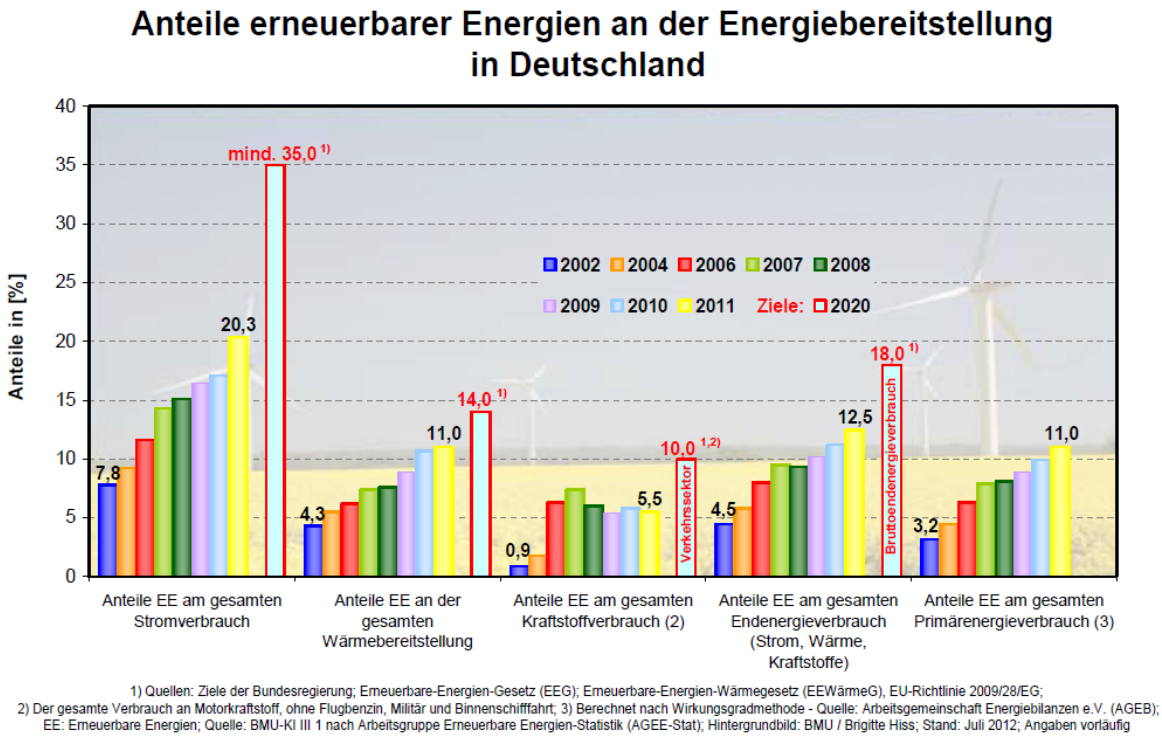
2012 tragen Stadtwerke bereits mit mehr als 12 % zur Stromversorgung Deutschlands bei, vorwiegend aus Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbaren Energien. Gleichzeitig sichern sie die Wärmeversorgung ihrer Bürger. In den großen Städten wird sich entscheiden, ob die energie- und klimapolitischen Beschlüsse der Bundesregierung erfolgreich umgesetzt werden. Es geht dabei um große Energiemengen und bereitzustellende Anschlussleistungen, weitreichende Investitionsentscheidungen und immense Geldbeträge.

2010 mussten in Dresden die Haushalte und Unternehmen für Wärme, Strom und Treibstoff mehr als eine Milliarde Euro zahlen, das sind gemittelt über 2.000 € pro Einwohner und Jahr. Der Wert der privaten Heizungsanlagen und der städtischen Netze liegt im Milliardenbereich. Diese kapitalintensiven Anlagen zeichnen sich durch lange Abschreibungszeiten aus.

Mit dem vorliegenden Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept analysiert die Stadtverwaltung, wie sich voraussichtlich der Energiebereich in Dresden bis 2030 entwickelt und welche Maßnahmen notwendig sind, um die von der Bundesregierung und dem Stadtrat beschlossenen Klimaschutzziele zu erreichen. Die begrenzten Mittel sollen zielgerichtet so eingesetzt werden, dass der Verbrauch an fossiler Energie sinkt und gleichzeitig die Attraktivität des Wohnstandortes und die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft langfristig gesichert wird. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit soll gesteigert und die hochtechnologieorientierte industrielle Basis erhalten werden. Damit sind der reinen Energieeinsparung recht enge Grenzen gesetzt.

Der **Ausbau** und überwiegende Einsatz **erneuerbarer Energie** erfordert erhebliche Investitionen in Anlagen zur Erzeugung, Übertragung und Speicherung, die viel Zeit und Geld benötigen. Die Bundesregierung hat ambitionierte Ziele für die Steigerung der Anteile erneuerbarer Energien formuliert (Abb. Z—1). Dies kann nicht beliebig forciert werden, ohne Gefahr zu laufen, die Marktteilnehmer finanziell und ggf. mental (Verbrauchsgewohnheiten) zu überfordern.

Abbildung Z—1: Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien an den Verbrauchssektoren und Zielsetzung der Bundesregierung

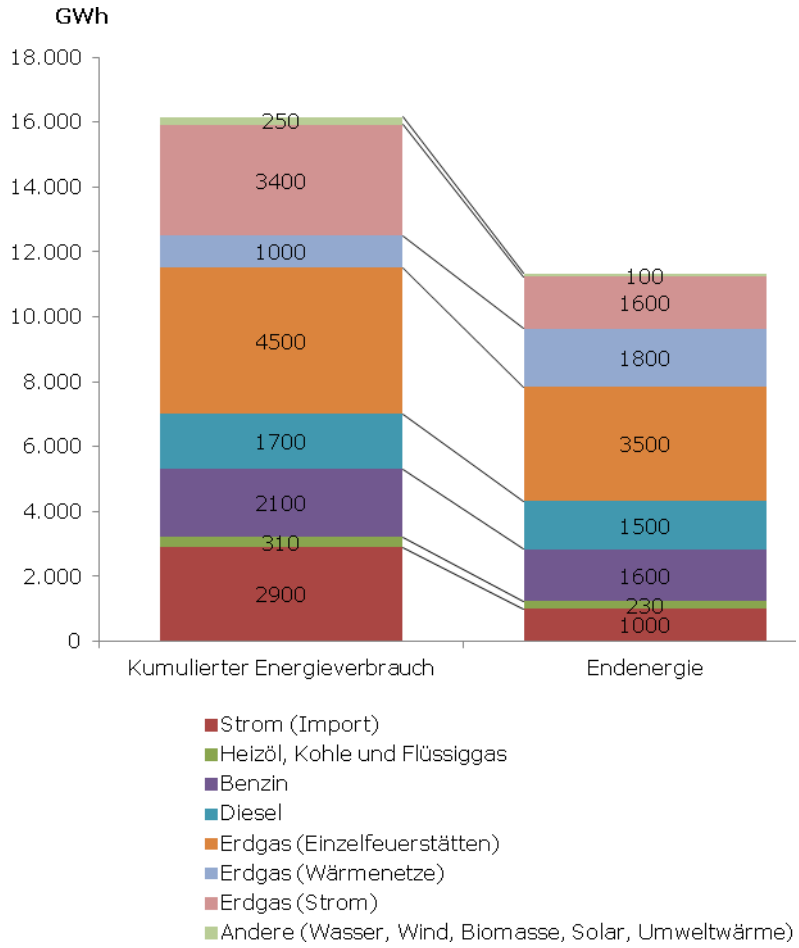


Quelle: BMU 2012

Im Konzeptzeitraum wird deshalb der Schwerpunkt auf der **Steigerung der Effizienz** der Energieumwandlung (Erzeugerseite), der Energieübertragung und der Energieanwendung (Verbraucherseite) liegen. Viele Maßnahmen, die umgangssprachlich als Energieeinsparung beschrieben werden, sind bei genauerem Hinsehen Effizienzverbesserungen bestehender Systeme.

Der Begriff „Energieeffizienz" bedeutet im engeren Sinne das Verhältnis von der vom Verbraucher zu zahlenden Endenergie zur eingesetzten Primärenergie, ist also ein Maß für den Gesamtwirkungsgrad der gesamten Kette von Energiegewinnung bis zur Anwendung. Um dies zu beschreiben, wird im vorliegenden Konzept neben der Endenergie der kumulierte Energieverbrauch (KEV) betrachtet, der die Energieaufwendungen aller Umwandlungs- und Transportprozesse enthält (siehe Abb. Z—2). Der KEV korreliert stark mit dem $CO_{2\text{-äq}}$-Ausstoß, so lange fossile Energiequellen dominieren.

Abbildung Z—2: Gegenüberstellung Endenergie und Kumulierter Energieverbrauch (KEV) nach Energiequellen für Dresden im Jahr 2005, in GWh

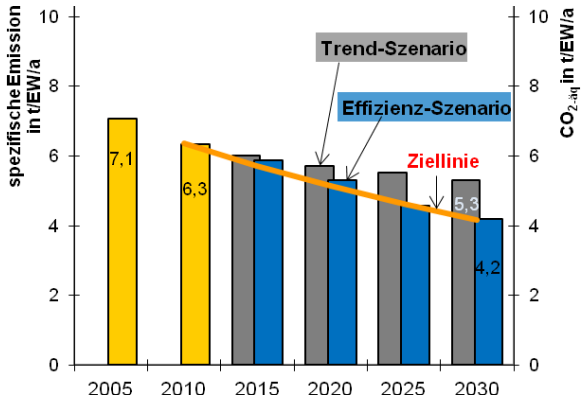


Im weiteren Sinne wird mit Energieeffizienz auch das Verhältnis des erreichten Ziels, z. B. eine behaglich warme Wohnung (Energiedienstleistung), zur eingesetzten Primärenergie beschrieben. Die Bundesregierung fordert in diesem Sinne eine Effizienzsteigerung um mindestens 20 % bis 2020.

Im Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm der Bundesregierung von 2011 ist als Ziel für alle Sektoren einschließlich Straßen- und Luftverkehr eine 55 %ige Reduzierung des CO_2-Ausstoßes bis 2030 gegenüber 1990 formuliert. Das deckt sich mit der Zielsetzung Dresdens im Klimabündnis der europäischen Städte, den spezifischen $CO_{2\text{-äq}}$-Ausstoß (Masse/Einwohner) alle 5 Jahre um 10 % zu reduzieren.

Im Rahmen dieses vorliegenden kommunalen Energie- und Klimaschutzkonzeptes werden alle kommunal beeinflussbaren Bereiche der Energieanwendung betrachtet. Die kommunal nicht beeinflussbaren Segmente des Luftverkehrs, des überörtlichen Güterverkehrs und der nichtenergetischen Emissionen werden zwar an einigen Stellen erwähnt, im Konzept aber nicht weiter betrachtet (Abb. Z—3).

Abbildung Z—3: Bisherige und angestrebte Entwicklung der CO_2-Emissionen in Dresden (ohne Flugverkehr, überörtlichen Güterverkehr und nichtenergetische Emissionen)



2. Ausgangssituation

2.1 Relevante Fakten für das Jahr 2010

Dresden ist eine moderne Großstadt mit 523.000 Einwohnern bei steigender Tendenz. Die Stadtstruktur hat sich polyzentrisch entwickelt. Die Stadtfläche ist mit 32.831 ha überdurchschnittlich groß (viertgrößte deutsche Stadt) und weist Höhenunterschiede von fast 200 m auf. Große Wald- und Freiflächen (Dresdner Heide, Altelbarm), ein Netz von Grünanlagen und Alleen und über 400 Bäche sowie die Gewässer Elbe, Weißeritz und Lockwitz prägen zusammen mit den Siedlungs- und Gewerbeflächen eine abwechslungsreiche Stadtlandschaft.

Diese naturräumlichen Gegebenheiten führen zu erhöhten Aufwendungen bei der infrastrukturellen Erschließung. Nach 1990 fand in großem Umfang eine Erneuerung und Sanierung der baulichen Anlagen, der technischen Infrastruktur und der Ausstattung der Betriebe und Haushalte mit technischen Anlagen statt. Energetisch vorteilhafte Strukturen wie die polyzentrische Anlage der Stadt mit einer guten Nutzungsmischung, das weitverzweigte Straßenbahnnetz, die Fernwärmeversorgung in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und die kommunalen Wasserwerke wurden beibehalten und weiterentwickelt.

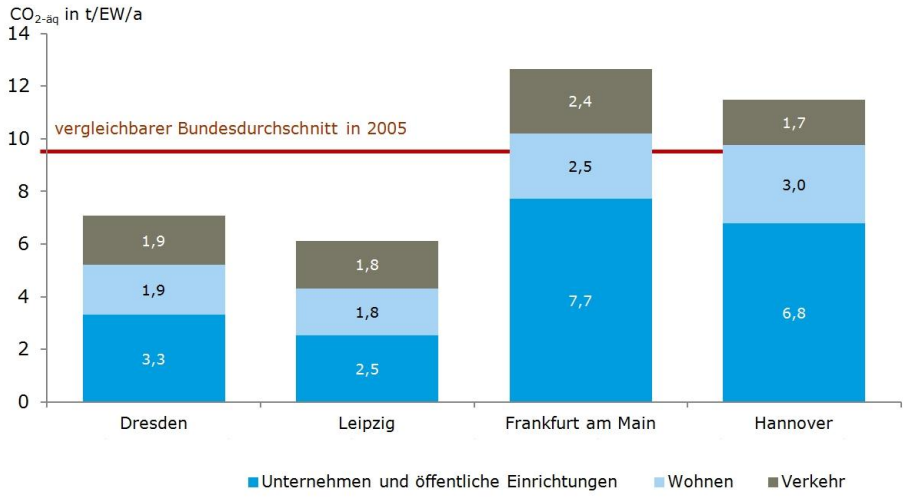
Im Ergebnis ist Dresden bereits in vielen Positionen besser als der deutsche Durchschnitt (Werte von 2010):

- Von 58.000 Wohngebäuden haben 63 % bereits eine zusätzliche Außenwanddämmung (alte Bundesländer ca. 40 % lt. IWU 2012).
- Fast die Hälfte der Wohnungen wird mit Fernwärme aus KWK versorgt.
- Der spezifische jährliche Energieverbrauch der 281.812 Haushalte für Heizung und Warmwasser beträgt ca. 120 bis 135 kWh/m^2/a (Bundesdurchschnitt ca. 160 kWh/m²/a).
- Der Stromverbrauch von 2.526 GWh/a wird zu etwa 60 % mit in Dresden produziertem KWK-Strom gedeckt auf der Basis von umweltfreundlichem Erdgas.
- Die Stadt verfügt über eines der größten zentralen Fernwärmenetze Deutschlands. Die Fernwärme wird überwiegend im Gas- und Dampfturbinenkraftwerk Nossener Brücke (NB) und der Gasturbine im HKW Nord erzeugt. Die Anlagen an der Nossener Brücke sind komplett instand gesetzt und damit betriebsfähig bis etwa 2035, für das HKW Nord muss ca. 2020 eine Investitionsentscheidung getroffen werden.
- Die Dresdner erledigen ihre Wege zu 59 % mit dem Umweltverbund (Fuss- und Radverkehr, ÖPNV) mit einem hohen Anteil an Elektromobilität. So werden jährlich eine halbe Milliarde Personenkilometer allein mit der Straßenbahn bewältigt.

- Eine hochmoderne Kläranlage reinigt das Abwasser der Stadt sowie der Umlandgemeinden unter zunehmenden Einsatz am Standort gewonnener erneuerbarer Energien.
- Restabfälle, Papierkorbabfälle und Sortierreste aus der Kompostierung der Bioabfälle der Stadt werden in einer biologisch-mechanischen Abfallbehandlungsanlage (BMA) aufbereitet und überwiegend energetisch verwertet.
- Der Anteil erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich liegt allerdings deutlich unter dem deutschen Durchschnitt. So betrug der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstromverbrauch im Jahr 2010 nur 3 % (Deutschland: 17 %).

Rechnet man den kommunal nicht beeinflussbaren Flugverkehr und überregionalen Güterverkehr heraus, erzeugen die Dresdner 2005 für Wohnen und Verkehr 3,8 t $CO_{2\text{-äq}}$/EW/a. Frankfurt hingegen emittiert für den Bereich Wohnen und Verkehr mit 4,9 t $CO_{2\text{-äq}}$/EW/a ca. 1/3 mehr klimaschädliche Gase als die Bürger von Dresden. Mit einer spezifischen Gesamtemission von 7,1 bzw. 12,6 t $CO_{2\text{-äq}}$/EW/a, sind aber beide Städte noch weit entfernt von den als nachhaltig angenommenen 2,5 t/EW/a (Abb. Z—4). Auffällig ist der hohe Anteil der Emissionen aus Unternehmen in Frankfurt und Hannover, was u. a. dem hohen Stromverbrauch im tertiären Sektor geschuldet ist. Zum Vergleich: Im bundesdeutschen Durchschnitt wurden unter gleichen Annahmen 2005 im Durchschnitt 9,5 t/EW/a emittiert, im Jahre 2010 immer noch 9,0 t/EW/a.

Abbildung Z—4: $CO_{2\text{-äq}}$-Emissionen pro Einwohner und Jahr (ohne Flugverkehr und überregionalen Güterverkehr) von Dresden im Vergleich zu anderen deutschen Großstädten 2005



Anmerkung: In der Darstellung des Wertes für Leipzig sind Emissionen aus vorgelagerten Prozessketten nicht berücksichtigt. Auch die Erfassung der Einwohnerzahlen unterscheidet sich zwischen den Städten, z. B. in der Einbeziehung der Einwohner mit Nebenwohnsitz. Insgesamt muss betont werden, dass die Vergleichbarkeit der Städte untereinander infolge eines fehlenden einheitlichen Bilanzierungsinstruments nur bedingt gegeben ist.

Die rote Linie markiert den bundesdeutschen Durchschnittswert 2005 von 9,5 t $CO_{2\text{-äq}}$/EW/a.

2.2 Energie- und CO_2-Bilanz 2005

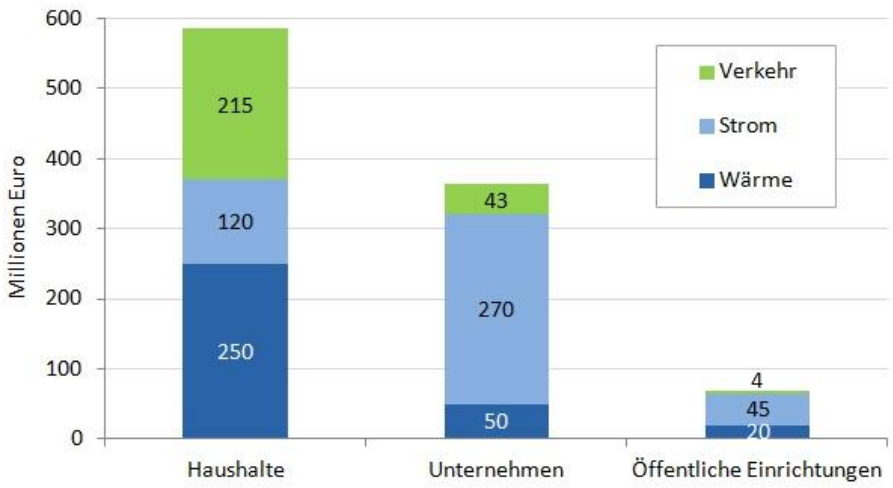
Für die Energie- und Klimabilanz wird entsprechend der o. g. Zielsetzung zur Effizienzsteigerung und CO_2-Minderung 2005 als Bezugsjahr genommen. Für das kommunale Energie- und Klimaschutzkonzept werden der Anteil der Dresdner am Flugverkehr und am überörtlichen Güterverkehr sowie die nichtenergetischen Treibhausgasemissionen (Methan und Stickoxide aus Landwirtschaft und Deponien, Verluste im Gasnetz) nicht betrachtet, weil sie einer kommunalen Einflussnahme praktisch entzogen sind. Damit ergibt sich im Unterschied zum Klimaschutzbericht der Landeshauptstadt Dresden 2008 die CO_2-Bilanz ab 2005 gemäß Abbildung Z—3.

Der Gesamtverbrauch an Endenergie betrug 2005 ca. 11.350 GWh und sank leicht auf rund 11.300 GWh bis 2010. Für diese 11.300 GWh mussten die Dresdner und ihre Unternehmen rund 1 Mrd. Euro an Energiekosten tragen (siehe Tabelle Z-1 und Abb. Z—5).

Tabelle Z-1: Endenergiekosten Dresden 2010, in Mio. EUR

	Wärme	Strom	Verkehr	**Summe**
Haushalte	250	120	215	**585**
Unternehmen	50	270	43	**363**
Öffentliche Einrichtungen	20	45	4	**69**
Summe	**320**	**435**	**262**	**1017**

Abbildung Z—5: Endenergiekosten 2010 nach Verbrauchssektoren, in Mio. EUR



Über alles gerechnet wird von jedem Dresdner im Mittel ein Betrag von ca. 2.000 Euro pro Jahr für den Konsum von Energie verwendet. Betrachtet man nur den privaten Verbrauch der Haushalte, sind es immerhin noch ca. 1.000 Euro pro Jahr. Hier dominieren die Kosten für Verkehr und Wärme gegenüber dem Strom, der nur etwa 20 % der Kosten verursacht. Im Unternehmensbereich und in den öffentlichen Einrichtungen dominieren die Stromkosten. Die Aufgabe der kommenden Jahre besteht darin, die Potentiale zur Begrenzung der Energiekosten und zur gleichzeitigen Senkung des CO_2-Ausstoßes und des Energieverbrauchs sowie zur Substitution fossiler Brennstoffe zu erschließen. Dabei liegt der Schwerpunkt insb. für die Haushalte im Verkehrsbereich und in der Wärmeversorgung.

Im vorliegenden Konzept wurden die unter den gegebenen Randbedingungen technisch und wirtschaftlich realisierbaren Potentiale zur Energieeinsparung und zum Ausbau erneuerbarer Energien ermittelt und dann die Ausschöpfung dieser Potentiale in zwei Szenarios untersucht. Das **Trend-Szenario** beschreibt die Entwicklung ohne zusätzliche kommunale Einflussnahme. Im **Effizienz-Szenario** werden eine Reihe von Maßnahmen vorgeschlagen, die mit den vielfältigen Möglichkeiten der Kommune und dem Engagement Dresdner Bürger und Unternehmen zur Umsetzung gebracht werden können.

3. Potentiale zur Senkung des Energieverbrauchs und des CO_2-Ausstoßes

Der Anteil, der vom jeweiligen theoretisch möglichen Potential bis 2030 erschlossen werden kann, hängt von der Entwicklung der ökonomischen und administrativen Randbedingungen (**Trend-Szenario**) und darüber hinaus von den Anstrengungen der Dresdner Akteure (**Effizienz-Szenario**) ab. Die größten Potentiale zur Energieeinsparung und zur Effizienzsteigerung liegen im Wärmebereich und im Verkehr. Für den Einsatz erneuerbarer Energie liegt das größte Potential ebenfalls im Wärmebereich gefolgt vom Strom (siehe Tabelle Z-2).

Die unterschiedlichen Potentiale können in der Regel nicht losgelöst voneinander realisiert werden. Mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energie wird sich die Bedeutung der Stromeinsparung relativieren. Wichtig wird dann der Abgleich der Stromabnahme mit dem Dargebot. Sollte es zukünftig zu einem relevanten Überangebot von extrem billiger Elektroenergie, z. B. aus Windkraft kommen, die zur Gewährleistung der Netzstabilität aus dem Netz genommen werden muss („Negative Regelenergie"), kann es sogar ökologisch sinnvoll sein, mit Strom Wärme zu erzeugen, z. B. für das Dresdner Fernwärmenetz.

3.1 Potentiale zur Energieeinsparung

Die hier betrachteten Einsparpotentiale sind i. d. R. mit Effizienzsteigerungen im o. g. weiteren Sinne der Energiedienstleistungen gleichzusetzen. Die eingesparte Energie entsteht nicht durch Minderung der Dienstleistung, z. B. dem Verzicht auf das Beheizen eines wenig genutzten Zimmers, sondern durch Verbesserung der Wärmedämmung bei Beibehaltung der behaglich beheizten Wohnfläche. Die größten bis 2030 erschließbaren Potentiale sind

- die weitere energetische Sanierung von Bestandsgebäuden,
- die Optimierung innerstädtischer Logistik mit dem Ziel, Transportwege zu verkürzen oder effizienter zu organisieren und
- Maßnahmen der Stadtentwicklung zur Verkürzung der Verkehrswege, die die Dresdner zur Erledigung ihrer Angelegenheiten zurücklegen müssen.

3.2 Potentiale zur Erhöhung der Effizienz der Umwandlung, Übertragung und Verwendung fossiler Energie

Im betrachteten Zeitraum wird der Bestand an Gebäuden und Infrastruktur dominieren und weiterhin die Nutzung fossiler Energie überwiegen. Diese muss so genutzt werden, dass die Primärenergie mit möglichst geringen Verlusten zur Anwendung beim Verbraucher gebracht wird. Effizienzpotentiale gibt es auf der Erzeugerseite, bei der Übertragung und natürlich den Verbrauchern. Für Dresden liegen die wichtigsten Potentiale im Ausbau der Fernwärme und der KWK, der Erhöhung des modal split zugunsten des Umweltverbundes und der Modernisierung gewerblicher Anlagen einschließlich der Wärmerückgewinnung sowie der Optimierung bestehender Heizungsanlagen (hydraulischer Abgleich).

3.3 Potentiale zum Einsatz erneuerbarer Energien

Langfristig können die Klimaschutzziele nicht ohne den überwiegenden Einsatz erneuerbarer Energie erreicht werden. Eine Großstadt wird dabei aber wie bei fossiler Energie auf Importe aus der Region angewiesen sein. In Dresden besteht ein großes Potential in der thermischen Nutzung des pleistozänen Grundwasserleiters und des oberflächennahen Gesteins, in der Photovoltaik und der Nutzung von Biomasse.

Tabelle Z-2: Aktions- und Themenfelder im IEuKK mit zugehörigen Reduktions- und Substitutionspotenzialen (ohne Verkehr)

Aktionsfeld	Themenfeld	Bis 2030 realisierbares Reduktions- und Substitutionspotenzial, in GWh	Anteil am Gesamt-Endenergieverbrauch 2005, in % (ohne Verkehr)
Energieeinsparungen und Effizienzgewinne beim Nutzer	Reduktion Wärmeverbrauch	1.200	14
	Reduktion Stromverbrauch	630	8
	Summe	**1.830**	**22**
Erneuerbare Energien	Sonnenenergie	440	5
	Biomasse	240	3
	Windenergie[1]	27	0,3
	Geothermie – Wärmepumpen	150	2
	Summe	**857**	**10**
Steigerung der Energieeffizienz bei fossilen Energieträgern im Prozess der Energiebereitstellung	Fernwärme	(340)	(4)
	Austausch Öl- und Gaskessel	200	2
	Summe	**540**	**6**

Anmerkung 1: Der Anteil der Aktionsfelder ist auf den Gesamt-Endenergieverbrauch 2005 ohne Verkehr bezogen.
Anmerkung 2: Der Wert für Fernwärme (340 GWh) stellt i. e. S. kein Reduktions- oder Substitutionspotenzial dar, sondern beinhaltet die über den Fernwärme-Absatz im Bestand (1.695 GWh) hinausgehende, zusätzlich absetzbare Energiemenge (realisierbares Potential). Die Wichtigkeit von Erhalt und Ausbau des Fernwärmesystems für eine gesamtstädtisch effiziente Energieversorgung einschließlich der Möglichkeiten der Energiespeicherung und Einspeisung regenerativer Energien lässt sich allein mit dem Parameter „Reduktions- oder Substitutionspotenzial" nicht angemessen abbilden. Bezieht man den Absatz im Bestand und das zusätzlich realisierbare Potential dennoch auf den Gesamt-Endenergieverbrauch 2005 (ohne Verkehr), so resultiert ein Fernwärme-Anteil von 25 %.

4. Annahmen zur zukünftigen Entwicklung Dresdens mit Schwerpunkt Energiewirtschaft – Trend-Szenario

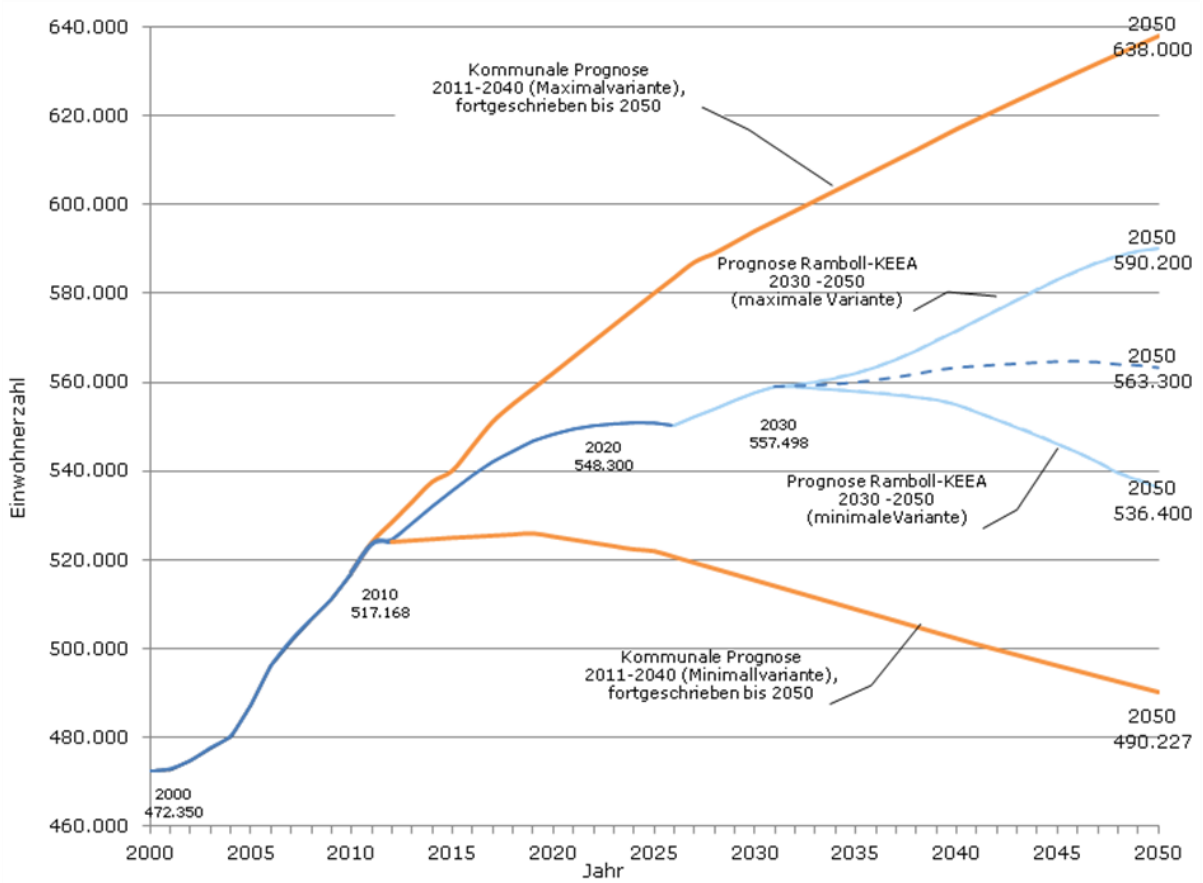
4.1 Sozio-ökonomische Randbedingungen

Die Entwicklung Dresdens bis 2030 unter den Gesichtspunkten Klimaschutz und Energie ist stark abhängig von der weiteren wirtschaftlichen Entwicklung Europas (Langzeitfolgen der Finanzkrise von 2008) und der Welt. Die Weltbevölkerung wächst bis 2030 von heute 7,2 Mrd. auf 8,5 Mrd.; der Weltenergiebedarf insbesondere durch aufstrebende Schwellenländer um 45 %. Dabei wird der Anteil fossiler Energie am Gesamtbedarf von heute 80,9 % nur geringfügig zurückgehen auf 80,4 % in 2030 (Quelle: IEA, World Energy Outlook, 2012). Die CO_2-Emissionen werden folgerichtig weiter um ca. 50 % ansteigen. Der Druck auf die Industrieländer, einen stärkeren Beitrag zur Emissionsminderung zu bringen, wird bleiben.

Die Bevölkerung der Stadt Dresden wird voraussichtlich bis 2030 weiter ansteigen, ebenso die Zahl der Haushalte (siehe Abb. Z—6).

[1] Gemäß Stadtratsbeschluss vom 20.06.2013 wird die Errichtung von Windkraftanlagen im gesamten Dresdner Stadtgebiet abgelehnt.

Abbildung Z—6: Prognosen der Bevölkerungsentwicklung bis 2050



Anmerkung: Prognosen Rambøll-KEEA 2030 – 2050 wurden als Prognosekorridor für das IEuKK Dresden 2030 verwendet

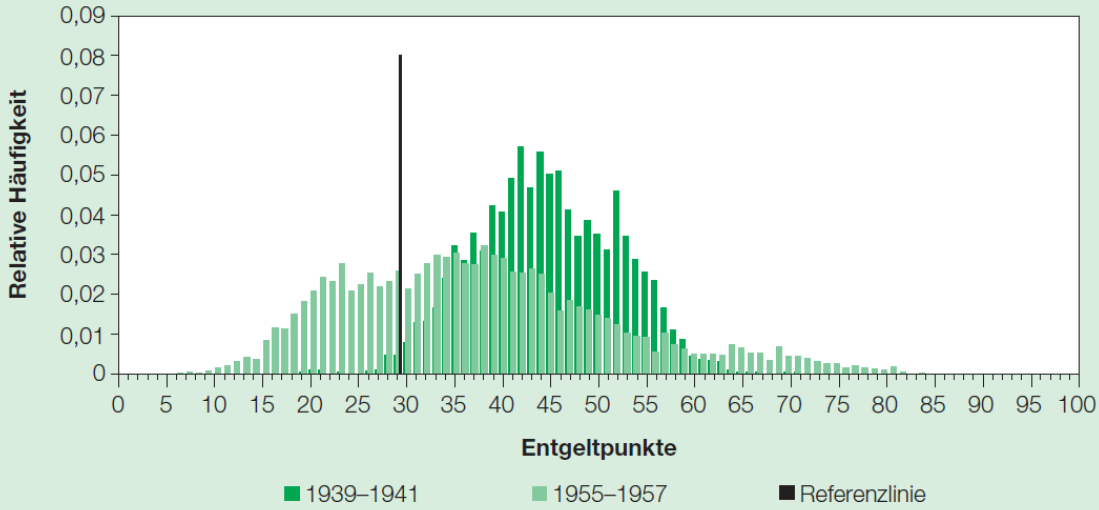
Nach 1990 ist der Anteil von Single-Haushalten und mittelbar die spezifische Wohnfläche stark angestiegen. Mit fast 38 m^2/Einwohner entspricht sie dem deutschen Durchschnitt, allerdings ist die Kaufkraft der Dresdner mit 90,3 % (MB Research 2011) noch deutlich unter dem deutschen Durchschnitt, wächst aber mit 4,4 % derzeit stark. Trotz moderater Mieten geben die Dresdner für das Wohnen einen über dem deutschen Durchschnitt liegenden Anteil ihres Einkommens aus.

Ein weiteres Anwachsen der Größe der spezifischen (beheizten) Wohnfläche pro Einwohner wird aufgrund der zu erwartenden überdurchschnittlichen Steigerung der Wohnkosten trotz weiterer Zunahme von Single-Haushalten nicht erwartet.

Die bisher realisierten guten kommunalen Rahmenbedingungen lassen für Dresden eine über dem Bundesdurchschnitt liegende Wachstumsdynamik erwarten. Es ist davon auszugehen, dass sich Dresden im Untersuchungszeitraum dem bundesdeutschen Durchschnitt bei der wirtschaftlichen Entwicklung (BIP pro Einwohner) sowie bei der Erwerbseinkommensentwicklung anpassen wird. Bis 2020 und auch in den Folgejahren ist im Gebiet der früheren DDR eine deutliche Abnahme der durchschnittlichen Renteneinkommen aufgrund gebrochener Erwerbsbiografien und heutiger niedriger Löhne zu erwarten (siehe Abb. Z—7). Der Mittelwert sinkt für die Altersgruppe 1955-57 um 7 Entgeltpunkte auf 38 Entgeltpunkte ab. Ein erheblicher Teil rutscht unter die Grundsicherung von 30 Entgeltpunkten. Diese wird in Dresden etwas abgemildert, weil Dresden überdurchschnittlich viele gut ausgebildete Einwohner hat, die im Mittel eine höhere Entgeltpunktzahl haben.

Dieses Konzept hat auch die Aufgabe, Entwicklungsmöglichkeiten aufzuzeigen, wie die Dresdner mit sozialverträglichen Kosten ihre Wohnung heizen oder sich in der Stadt fortbewegen können.

Abbildung Z—7: Entwicklung der Rentenentgeltpunkte bis 2020 in Ostdeutschland



Jahrgänge	Mittelwert	Standard-abweichung	25-%-Quantil	50-%-Quantil	75-%-Quantil
1939–1941	45,15	7,47	39,85	44,86	50,80
1955–1957	38,07	14,21	27,25	36,71	46,10

Quelle: Krenz, Nagl „Die Entwicklung der Ansprüche an die gesetzliche Rentenversicherung bis zum Jahr 2020" ifo-Institut Dresden 2009

Aufgrund der wirtschaftlichen Dynamik, der zu erwartenden weiteren Erhöhung des Anteils gut ausgebildeter, initiativreicher junger Leute und der Attraktivität des Standorts wird von einem überdurchschnittlichen Neubau im gewerblichen Bereich ausgegangen. Dieser Neubau führt einerseits zu erhöhtem Strombedarf, andererseits aber nur dann zu einem relevanten Anstieg im Wärmemarkt, wenn Prozesswärme benötigt wird.

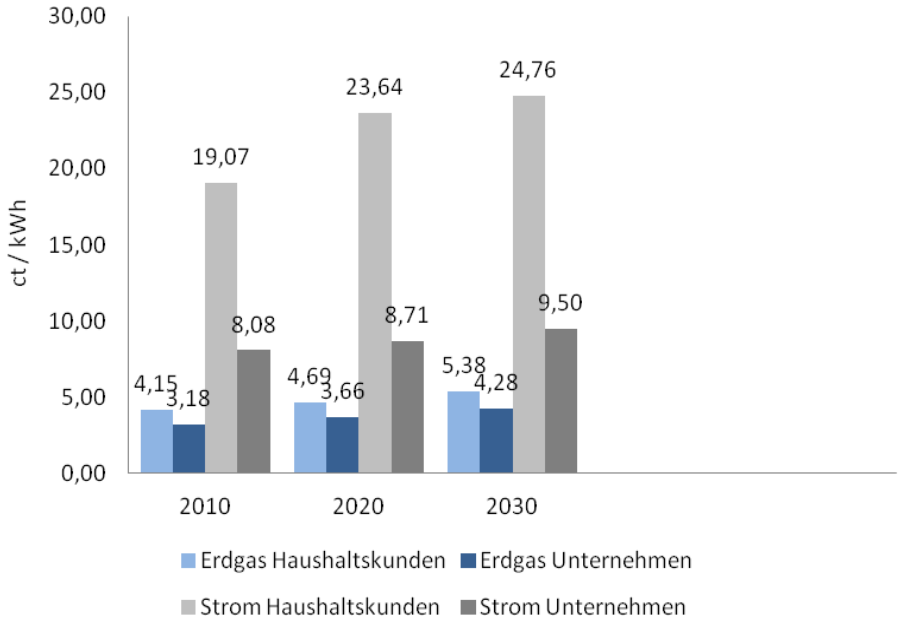
4.2 Entwicklung des Energiemarktes und der Energiepreise

In den drei Sektoren Strom, Wärme und Verkehr wirken nicht allein marktwirtschaftliche Regeln, sondern zusätzliche staatliche Regulierungs- und Anreizeinflüsse. Am stärksten reguliert ist der Strombereich, hier führen zum einen die Liberalisierung des Strommarktes und zum anderen die vom Staat festgesetzten Steuern, Abgaben und Umlagen zu komplizierten Wechselwirkungen und beeinflussen die Preisbildung für die Endkunden. Während der Ausarbeitung des vorliegenden Konzeptes sind die rechtlichen Rahmenbedingungen und die dirigistischen Eingriffe des Staates erheblich verändert worden. Diese Entwicklung hält noch an und zwingt bereits für die nahe Zukunft Annahmen zu treffen, die vielleicht nur kurze Zeit gültig sind. Insofern müssen die den wichtigsten Aussagen und Schlussfolgerungen zugrunde liegenden Annahmen überprüft und ggf. nachjustiert werden. Insbesondere für die nächsten 5 bis 10 Jahre ist hier mit erheblicher Dynamik zu rechnen. Davon sind insbesondere unternehmerische Entscheidungen im Bereich der leitungsgebundenen Energie betroffen.

Im Verkehrsbereich wirken auf die Preisbildung neben den Beschaffungskosten vor allem Steuern und Abgaben sowie mittelbar die Fördermittelbereitstellung für den öffentlichen Personennahverkehr. Die Kraftstoffpreise folgen der Ölpreisentwicklung und hängen noch stärker als die Strompreise von der Preisbildung auf dem Weltmarkt ab. Die absolute Höhe wird maßgeblich durch Steuern bestimmt, die 2010 einen Anteil von ca. 60 % am Gesamtpreis haben. Die Abhängigkeit des Benzin- und Dieselpreises von der Nachfrage (Konjunktur in großen Industrie- und Schwellenländern) und dem Angebot (Stabilität der Ölförderung, Verknappung) wird auch in Zukunft zu großen Schwankungen führen. Im Gegensatz zu Wärme und Strom erfolgt die Wertschöpfung bei den herkömmlichen Kraftstoffen weitestgehend außerhalb unserer Region.

Im Zeitraum bis 2030 wird unter der Annahme einer weitgehend friedlichen Entwicklung mit einem moderaten Anstieg der Energiepreise auf dem Weltmarkt gerechnet. Für Dresden wird für Erdgas und Strom mit einem jährlichen Preisanstieg für Einkauf/Erzeugung und Verteilung von unter 2 % ausgegangen. Darauf müssen noch die Umlagen durch regulatorische Eingriffe wie die im Oktober 2012 beschlossenen Umlagen der Risiken der off-shore-Windkraft und die Erhöhung der EEG-Umlage auf die Strompreise gerechnet werden, welche die Haushalte und klein- und mittelständige Unternehmen zu zahlen haben. Generell sind Preisanstiege und die Absolutbeträge für Haushalte höher als für Großabnehmer. Am stärksten ausgeprägt ist der Unterschied bei Strom. Die Ursache ist die vom Gesetzgeber gewollte Entlastung von Wirtschaftsunternehmen von regulatorischen Preisbestandteilen, die beim Haushaltkunden jedoch voll wirksam sind (Abb. Z—8).

Abbildung Z—8: Geschätzte Entwicklung der Strom- und Gaspreise für Dresdner Haushalte und Unternehmen ohne Mess- und Grundpreis (in ct/kWh), Stand Oktober 2012



Im Zeitraum bis 2030 wird der steigende Anteil erneuerbarer Energien, die mit niedrigen Grenzkosten ins Netz gespeist werden, zu einer Dämpfung der Preissteigerung für Strom relativ zum Gas führen.

Leichtes Heizöl, Benzin und Dieselkraftstoff verteuern sich voraussichtlich um 2,5 bis 3,7 % pro Jahr. Die Mittel aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz und Entflechtungsgesetz, die u. a. der Stützung des öffentlichen Personennahverkehrs dienen, laufen 2019 aus. Im Konzept wird von einer gleichwertigen Förderung auch nach 2019 ausgegangen. In der Diskussion stehende Finanzierungsansätze wie Mautlösungen wirken ähnlich wie Treibstoffkostensteigerungen und verstärken deren Wirkung. Möglicherweise lenken sie verstärkt in Richtung ÖPNV-Nutzung, sind aber im vorliegenden Konzept nicht betrachtet worden.

4.3 Trend-Szenario

Das Trend-Szenario beschreibt die Entwicklung der Energiewirtschaft in Dresden ohne eine über das gegenwärtige Niveau hinausgehende kommunale Einflussnahme. Die Dresdner Bürger und Unternehmer, die Verkehrs- und Energieversorgungsunternehmen, die Vermieter und die öffentliche Verwaltung, kurz alle Akteure auf dem Energiemarkt werden auf die kommenden Veränderungen reagieren. Die Anreize, Energie einzusparen oder in effizientere Geräte oder Technologien zu investieren, sind umso stärker, je stärker die zu erwartende ökonomische Entlastung ist.

4.3.1 Verkehrsbereich

Für die Haushalte liegt das am leichtesten zu erschließende **Potenzial im Verkehrsbereich**, insbesondere durch verstärkte Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs oder des Fahrrads. Eine entsprechende Entwicklung zeichnet sich in Dresden bereits seit einigen Jahren ab. Der Trend wird sich durch die zu erwartenden Preissteigerungen fortsetzen. Die notwendige Infrastruktur ist schon weitgehend vorhanden und wird durch Maßnahmen aus dem Verkehrsentwicklungsplan, der aktuell in Arbeit ist, ertüchtigt. Die Bürger können dieses Einsparpotenzial weitgehend autonom erschließen, ohne dafür größere Investitionen tätigen zu müssen.

In der verbleibenden PKW-Nutzung ist bis 2030 keine grundhafte Änderung der Flotte zu erwarten, aufgrund der Fahrzeugaustauschzyklen von 5 bis 7 Jahren (vertane Chance der Umweltprämie). Dennoch erfolgt eine stetige Flottenmodernisierung mit dem Ergebnis einer Senkung der Kraftstoffverbräuche. Das Elektroauto wird voraussichtlich aber ein Nischenprodukt bleiben. Der Verbrennungsmotor wird weiterhin dominieren, die spezifischen Fahrleistungen der Dresdner im motorisierten Individualverkehr (MIV) und öffentlichen Verkehr (ÖV) bleiben im Trend-Szenario konstant. Dies wird vor allem durch die zunehmende Wahl von zentrumsnahen Wohnorten, welche über eine gute ÖPNV-Anbindung verfügen, erreicht. Damit wächst der Kfz-Verkehr im Trend-Szenario um einen Prozentpunkt langsamer als die Bevölkerungszahl (Verkehrsentwicklungsplan Dresden 2025plus, Stand März/April 2012). Die CO_2-Emissionen des Personenverkehrs der Dresdner würden unter diesen Annahmen 2030 um ca. 30.000 Tonnen und damit etwa 6 % über der Zielmarke von 545.000 Tonnen pro Jahr bzw. 0,98 t/EW/a liegen.

4.3.2 Wärmebereich

Den zweiten großen Kostenblock und CO_2-Beitrag der Haushalte bildet die **Wärmeversorgung**. Sowohl im mit Gaskesseln beheizten Gebiet als auch im Bestandsgebiet der Fernwärme gilt, dass die meisten Häuser bereits modernisiert sind. Oft sind bereits die Fenster oder die Außenhülle in einem energetisch guten Zustand. Bei diesen Häusern ist erst nach 2030 wieder mit grundhaften Arbeiten an der Außenhülle zu rechnen. Der Investitionsaufwand liegt beim Vermieter, der mögliche Nutzen beim Mieter. Allerdings zahlt er dafür oft einen hohen Preis. Insbesondere bei den Dresden-typischen Mehrfamilienhäusern von 1880 bis 1910 (Dresdner Kaffeemühlen) mit ihren gegliederten Fassaden und erst recht bei Häusern, die schon mit mittlerem Standard gedämmt worden sind, fallen die mit 11 % umgelegten Modernisierungskosten um den Faktor 2 bis 5 höher aus als die erzielbaren Betriebskosteneinsparungen. Eine weitergehende energetische Sanierung auf Niedrig- oder Nullenergiestandard ist nur bei 2 von 1000 Häusern zu erwarten.

In den nicht durch Fernwärme versorgten Gebieten haben die meisten Häuser Gasheizungen, deren Kessel 10 Jahre oder älter sind. In den nächsten 10 bis 15 Jahren müssen sie ersetzt werden. Zum Teil werden sie erneuert, ersetzt oder ergänzt durch Klein- und Kleinst-KWK-Anlagen oder Wärmepumpenanlagen, ggf. in Verbindung mit Photovoltaik oder Solarthermie.

Die Förderung der KWK wird insbesondere in Mehrfamilienhäusern zum Ersatz von Zentralheizungskesseln durch Klein-KWK-Anlagen (Blockheizkraftwerken) führen. Die Heizkessel müssen dabei meist als Spitzenkessel beibehalten werden. In Wohngebieten mit hoher Dichte können Nahwärmeinseln entstehen. Aufgrund der eingeschränkten Benutzungsstunden wird der Wirkungsgrad der dezentralen KWK in der Regel deutlich unter dem des zentralen Fernwärmesystems bleiben.

In den Stadtrandlagen und insbesondere in den Eingemeindungsgebieten wird der Einsatz von Holzpelletkesseln und Holzvergasern weiter zunehmen. Diese Anlagen erschließen aber nur einen kleinen Teil des verfügbaren Biomassepotenzials.

Der wirtschaftliche Einsatz erneuerbarer Energie zur Wärmebereitstellung erfolgt im Neubaubereich, wo durch die vorgegebenen Dämmstandards und Flächenheizungen niedrige Vorlauftemperaturen möglich sind.

Trotz ihrer energetischen und ökologischen Vorteile gerät die Fernwärme etwa ab 2020 in mehrfacher Hinsicht unter Druck:

Der wachsende Anteil erneuerbaren Stroms, der mit niedrigen Grenzkosten eingespeist wird, führt zum Absenken der Strompreise an der Strombörse und gleichzeitig zu einem niedrigeren CO_2-Anteil im deutschen Strommix. Damit verschlechtert sich zum einen die CO_2-Gutschrift durch den in Dresden erzeugten Koppelstrom. Zum anderen verringern sich die durch den Stromverkauf erzielbaren Einnahmen. Insbesondere in Zeiten eines reichlichen Dargebots an erneuerbaren Energie sinkt der Erlös für Koppelstrom deutlich.

Ab 2013 werden für KWK-Anlagen ab 20 MW CO_2-Zertifikate gefordert. Für Wärmeerzeuger mit KWK wird ein bis 2026 abnehmender Teil der benötigten Zertifikate zugeteilt. Ab 2027 sind 100 % zu zahlen (vollständige Teilnahme am Zertifikatehandel). So lange nicht durch den Gesetzgeber nachgesteuert wird, führt das zu einem Wettbewerbsnachteil gegenüber der Gaseinzelfeuerung, für die bisher keine Teilnahme am Zertifikatehandel vorgesehen ist. Auch die ab 2013 für die Fernwärme zu zahlende Konzessionsabgabe wirkt in diese Richtung.

Die o. g. Aspekte, die überwiegend die Folge von äußeren Einflussnahmen sind, führen zu einem steigenden Kostendruck auf die Fernwärme, der aufgrund des sinkenden Wärmemarktes und der Wettbewerbssituation nicht einfach durch Einnahmeerhöhung kompensiert werden kann.

Es bedarf eines Pakets konzertierter Maßnahmen zur Gegensteuerung wie im Effizienz-Szenario beschrieben, um eine für das Fernwärmesystem und damit für die DREWAG gefährliche und für die Stadt nachteilige Entwicklung abzuwenden und umzudrehen in mittel- und langfristige Standortvorteile.

4.3.3 Strombereich

Im **Strombereich** wird trotz Anstieg der Strompreise bei den Haushalten keine große Einsparung mehr erwartet. Die zunehmende Nutzung von Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen lassen sogar einen Anstieg des Stromverbrauchs erwarten.

Deutliche Kostenreduktionspotentiale werden im Unternehmensbereich in der Einsparung von Elektroenergie und der Vermeidung von regulatorischen Preisanteilen, z. B. Netzentgelten gesehen. Ein Drittel der Unternehmen will in Effizienzmaßnahmen, 10 % in eigene Energieerzeugung investieren (IHK 2012).

Der Ausbau der Photovoltaik wird langsamer vorangehen als zur Zeit. Große Windkraftanlagen werden im Stadtgebiet nicht errichtet. Der Rückstand gegenüber dem Bundesdurchschnitt im Ausbau erneuerbarer Energien wird nicht aufgeholt.

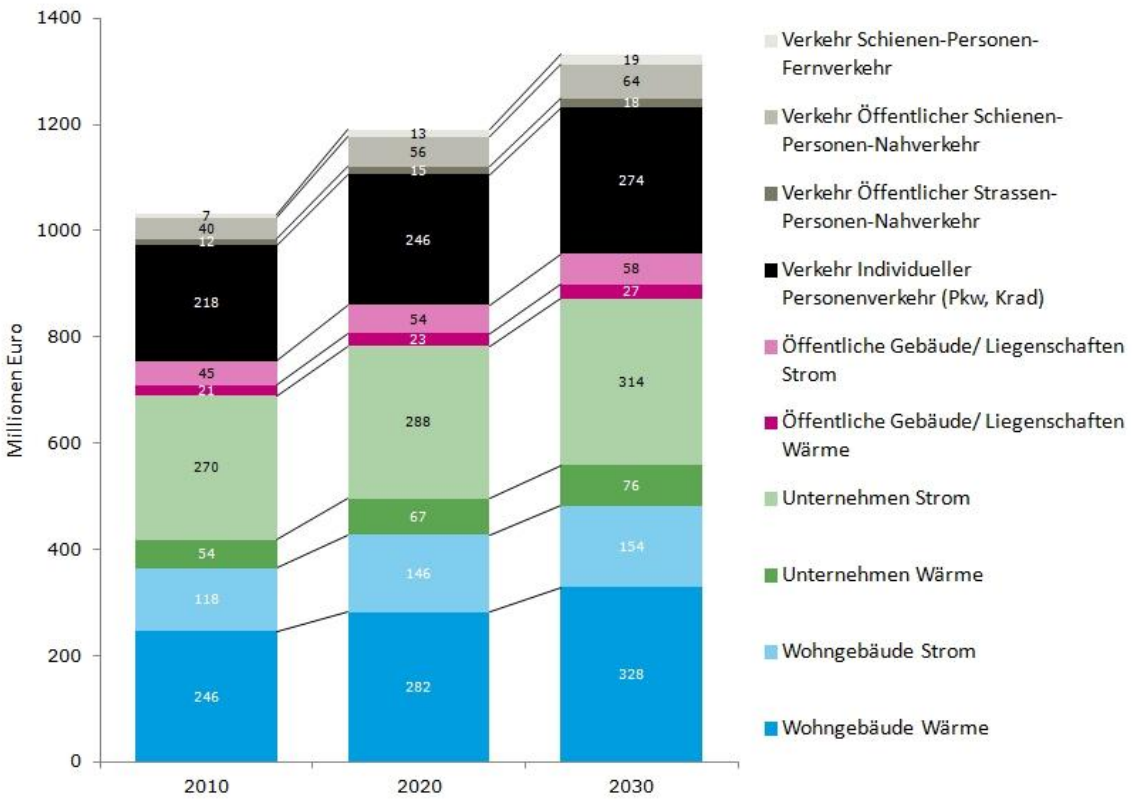
Die niedrigen Preise an der Strombörse ermöglichen keine wirtschaftlichen Investitionen in die grundhafte Ertüchtigung des umfänglich sanierungsbedürftigen Pumpspeicherwerks (PSW) Niederwartha durch den Eigentümer. Damit ist mit der vollständigen Außerbetriebnahme zu rechnen. Das PSW sichert derzeit, dass bei einem Totalausfall des Stromnetzes in Dresden die Turbinen des Kraftwerks Nossener Brücke wieder angefahren werden können. Um diese sog. Schwarzstartfähigkeit zu sichern, muss die DREWAG eine eigene Investition in eine kleine Gasturbine mit Synchronmaschine vornehmen.

4.3.4 Ergebnis

Im Trend-Szenario werden bis 2030 etwa 1,0 bis 1,3 Mrd. Euro für Reduktions- und Effizienzmaßnahmen eingesetzt. Das entspricht etwa 4 – 5 % der Energiekosten bzw. 100 – 130 Euro/EW/a. Dadurch sinkt der Endenergieverbrauch um ca. 10 % gegenüber dem Basisjahr 2005, das ist allerdings weniger als der Anstieg der Energiepreise, d.h. unter den angenommenen Entwicklungen ist eine positive Rendite in Teilbereichen, aber nicht in Summe zu erwarten. Das bedeutet, dass die Energiekosten im Trend-Szenario mit etwa 1 % p.a. weiter ansteigen. Die erwarteten Energiekosten für die Verbrauchssektoren zeigt Abb. Z—9. Der Anstieg der Energiepreise

wird nur unzureichend durch Einsparungs- und Effizienzmaßnahmen aufgefangen. Die Energiekosten steigen um 30 %.

Abbildung Z—9: Vorausschätzung der Energiekosten gesamt nach Verbrauchssektoren im Trend-Szenario, Landeshauptstadt Dresden, 2010 – 2020 – 2030, in Mio. EUR



Anmerkung: Dargestellt sind die Energiekosten auf Basis der Arbeitspreise. Für die Vorausschätzung der Energiekosten wurde angenommen, dass erhebliche Energieeffizienzsteigerungen innerhalb des Prognosezeitraumes zu erwarten sind. Dies führt zu einer Reduktion der Energieverbräuche, weshalb die Energiekostenentwicklung nicht in den gleichen Raten wie die vorausgeschätzte Energiepreisentwicklung verläuft. Die Entwicklungsdynamik der Energiekosten ist folglich geringer als jene der Energiepreise.

Das bestehende Fernwärmesystem und die zentrale KWK (HKW Nossener Brücke) geraten unter wirtschaftlichen Druck, das reduziert die Ertragsfähigkeit der DREWAG.

Der Primärenergieverbrauch sinkt um 1,4 TWh. Im Ergebnis verringert sich der CO_2-Ausstoß von 3,4 Mio. Tonnen auf knapp 3,0 Mio. Tonnen, das heißt auf ca. 5,3 Tonnen CO_2 pro Einwohner im Jahr 2030.

Im Trend-Szenario wird der Zielwert von 4,2 Tonnen CO_2/Einwohner und Jahr nicht erreicht. Es sind zusätzliche Maßnahmen zur Aktivierung der Potentiale in den Bereichen Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien notwendig.

5. Effizienz-Szenario

Um die Zielvorgaben zu erreichen, müssen gezielt und durch das koordinierte Zusammenwirken aller betroffenen Akteure investive und nichtinvestive Maßnahmen umgesetzt werden, die über die Aktivitäten im Trend-Szenario hinausgehen.

5.1 Kommunale Einflussmöglichkeiten zur Aktivierung der Potentiale zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung

Neben deklaratorischen Erklärungen und der Einflussnahme über die kommunalen Spitzenverbände auf die Bundes- und Landesgesetzgebung hat die Stadtverwaltung Dresden eine Reihe von Möglichkeiten, selbst aktiv Maßnahmen durchzuführen oder mittelbar Maßnahmen zu veranlassen, um Klimaschutz und Energieeffizienz zu fördern. Ohne eine Wichtung vorzunehmen, betrifft das insbesondere die Stadt als

- Eigentümer, Nutzer und Verkäufer von Immobilien:
  - Optimierung von Energieversorgung, energetischer Sanierung (low bzw. least cost planning) und ÖPNV-günstige Anordnung von Verwaltungsstandorten
  - Eigennutzung von Photovoltaik und Wärmepumpen zur Klimatisierung
  - Verkauf von Immobilien mit Auflagen zur energetischen Sanierung/Einhaltung energetischer Standards
- Eigentümer und Betreiber von Fahrzeugen, Geräten und Anlagen:
  - Flottenmodernisierung, ggf. über leasing-Modelle
  - Erdgasantrieb
  - IT-Anlagen, Ampeln, Stadtbeleuchtung energetisch optimieren
- Untere Bauordnungsbehörde:
  - Mitwirkung bei der Umsetzung der Energieeinsparverordnung (EnEV)
- Träger der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung einschließlich der Verkehrsplanung:
  - Vorrang der Innenentwicklung mit urbaner Nutzungsdichte entlang bestehender Ver- und Entsorgungstrassen
  - Nachverdichtung von Gebieten, die für Fernwärmeerschließung geeignet/ vorgesehen sind
  - Ausbau des Straßenbahn- und Radwegenetzes
- Konzessionsgeber für die Wegenutzung für Ver- und Entsorgungsunternehmen:
  - Konzessionsgestaltung, um die Fern- und Nahwärmenetze zu erhalten und zu entwickeln
- Berater und Förderer von Unternehmen und Investitionen der Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur:
  - Managementsysteme, ÖKOPROFIT-Kampagne
  - Fernwärmeanschluss von Gewerbebetrieben, die Prozesswärme benötigen
  - Contracting-Modelle mit Unternehmen der EnergieVerbund Dresden GmbH
  - Gewerbegebiete mit zentralem Anschluss an Hoch- oder Mittelspannung zur Reduzierung der Netzentgelte für die Unternehmen
  - Pilotprojekte zur Effizienzverbesserung in der gewerblichen Wirtschaft in Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen (Dresdner Innovationszentrum Energie, …) und SAENA
  - Beratung der Wohnungsunternehmen zur Optimierung des Kapitaleinsatzes zur Zielerreichung (z. B. Fernwärme vs. Wärmedämmung)
  - Förderung des hydraulischen Abgleichs zur Steigerung der Effizienz von Heizungsanlagen und Senkung der Energieverluste
  - Förderung von zukunftsweisenden Maßnahmen mit strategischer Bedeutung (Fernwärme, Speicherung, Effizienzsteigerung) aus Innovationsfonds
- Eigentümer bzw. Mitgesellschafter von Betrieben und Einrichtungen wie den Ver- und Entsorgungsbetrieben, Krankenhäusern, Kultureinrichtungen:
  - Betriebswirtschaftliche und gesamtstädtische Optimierung von Investitionen, z. B. schrittweiser Rückbau der trimedialen Versorgung mit Strom-, Fernwärme- und Gasleitungen

    - Entwicklung eines Fernwärmezielnetzes, Ausbau der Fernwärme einschließlich Energiespeicherung und Reduzierung der Übertragungsverluste im Netz (sogenannte „Low ex"-Strategie der DREWAG)
    - Investition in Energieerzeugungsanlagen (KWK) zur Gewährleistung von Regel- und Schwarzstartfähigkeit sowie günstigeren hydraulischen Verhältnissen im Fernwärmenetz
    - Schrittweise Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie im Wärme-, Gas- und Stromnetz
    - Energetische Nutzung der Potentiale des Abfalls (im Rahmen bereits bestehender Anlagen) und Abwassers
    - Reduzierung des Energieverbrauchs der Wasserversorgung
- Berater der Bürger (Vertrauensstellung als Garant der Bürgerinteressen), Initiativ- und Vorbildfunktion:
    - Aufklärung über die Energiewende im Allgemeinen und die Dresdner Strategie der Kostendämpfung durch Umsetzung des kommunalen Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes
    - Initiierung von Beteiligungsmöglichkeiten der Dresdner Bürgerinnen und Bürger an Investitionen im Bereich Energieeffizienz/Erneuerbare Energie wie Gründung von Genossenschaften oder Bürgerkraftwerken; Fortschreibung der Klimaschutzberichterstattung und des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes

5.2 Verkehrsbereich

Im Verkehrsbereich sind durch **Fortsetzung des betrieblichen Mobilitätsmanagements und City-logistischer Optimierungen** erhebliche Einsparungen an Kraftstoff möglich. Die dem Effizienz-Szenario zu Grunde liegenden Annahmen entsprechen im Wesentlichen dem Szenario B als strategischer Ausrichtung des Verkehrsentwicklungsplanes 2025plus[2]. Das diesem Szenario unterlegte Maßnahmenmodell ist noch in der Entwicklung. Wesentlich ist die weitere Verschiebung des modal split in Richtung Umweltverbund, insbesondere durch bessere **Radverkehrsförderung und Attraktivität des öffentlichen Nahverkehrs**. Dazu trägt insbesondere die konzipierte Erweiterung des Stadtbahnnetzes (Stadtbahnprogramm 2020) bei. Genauere Aussagen wird die weitere Arbeit auf der Maßnahmenebene des Verkehrsentwicklungsplanes liefern.
Im Effizienz-Szenario führt dies, verbunden mit der **besseren Verknüpfung von Raumordnung und Verkehrsplanung**, zu sinkenden MIV-Fahrleistungen und steigenden Fahrleistungen im Umweltverbund. Als Zielgrößen für den wegebezogenen Modal Split wurden 20 % Radverkehrsanteil und 25 % ÖV-Anteil bei 33 % MIV-Anteil angenommen. Dadurch würden die CO_2-Emissionen des Personenverkehrs im Jahr 2030 die Zielmarke von 545.000 Tonnen CO_2 um 30.000 Tonnen knapp unterschreiten (unter Beachtung erheblicher Unsicherheiten bei der Abschätzung der Emissionen im Verkehrsbereich).

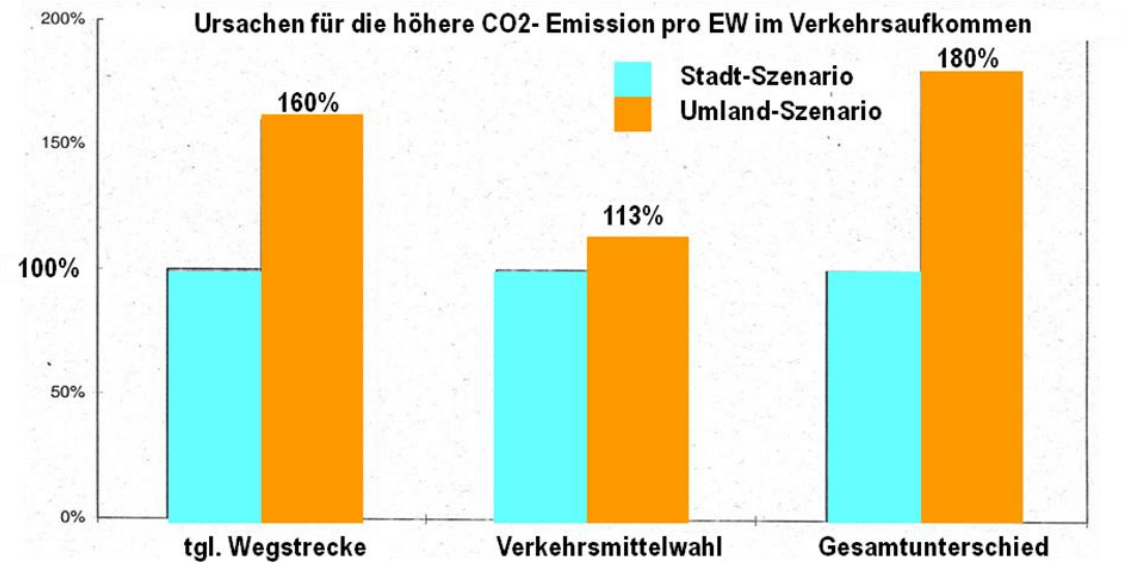
Sowohl für den Individualverkehr als auch für Nutzfahrzeuge ist bis 2030 der **Einsatz von Erdgas**, ggf. aus Biogas, eine wirtschaftliche und ökologische Alternative zu Flüssigkraftstoffen in Abhängigkeit von der Steuerpolitik der Bundesregierung. Hier werden auch Impulse aus der Nutzfahrzeugindustrie erwartet. Ein breiterer Einsatz von Bioerdgas im Verkehr kann durch die Biogaslieferung aus der bestehenden Vergärungsanlage der DREWAG in Hasslau und einer noch in der Konzeptionsphase befindlichen Vergärungsanlage für in Dresden gesammelte und am Markt akquirierte Bioabfälle abgedeckt werden. Das gewonnene Biogas soll auf Erdgasqualität aufbereitet und bei entsprechender Marktentwicklung über das Gasnetz für den Fahrzeugbetrieb bereitgestellt werden.

[2] Siehe hierzu Beschluss V1630/12 „VEP 2025plus – Szenario für die weitere Bearbeitung" des Ausschusses für Stadtentwicklung und Bau vom 12.09.2012. Im Rahmen de Fortschreibung des VEP werden die im IEuKK enthaltenen Maßnahmeempfehlungen für den Verkehrsbereich einer Zweckmäßigkeitsprüfung, insb. hinsichtlich ihrer Wechselwirkung und Kompatibilität mit anderen Maßnahmen und Rahmenbedingungen des VEP, unterzogen und ggf. aktualisiert.

Mit Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie im Strommix wird auch das Elektroauto interessanter, aber ein großer Durchbruch wird bis 2030 nicht erwartet. Der konzipierte **Anstieg der Elektromobilität** wird **durch Ausbau und verstärkte Nutzung der Straßenbahn** verursacht.

Von großer Bedeutung für die Verkehrsreduzierung und den Klimaschutz ist die Beibehaltung des Vorrangs der **Innenentwicklung vor Außenentwicklung**. Abbildung Z—10 zeigt anhand einer Untersuchung des Berufsverkehrs, dass der verkehrsbedingte CO_2-Ausstoß um 80 % steigt, wenn die weitere Siedlungsentwicklung vorwiegend in den Eingemeindungsgebieten und Ortschaften im Umkreis von 15 km vom alten Stadtgebiet erfolgt. Das ist einerseits in den größeren täglichen Wegstrecken begründet, andererseits in der häufigeren Nutzung des PKW.
Weiterhin sollen wichtige **Verwaltungsstandorte**, z. B. das Technische Rathaus, eine **gute ÖPNV-Anbindung** haben. Die Mobilitätsbefragung 2011 bei Mitarbeitern der Stadtverwaltung zeigt klar auf, wie die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes die Verkehrsmittelwahl beeinflusst.

Abbildung Z—10: Verkehrsbedingte CO_2-Emissionen pro Einwohner bei verschiedenen Szenarien der Siedlungsentwicklung



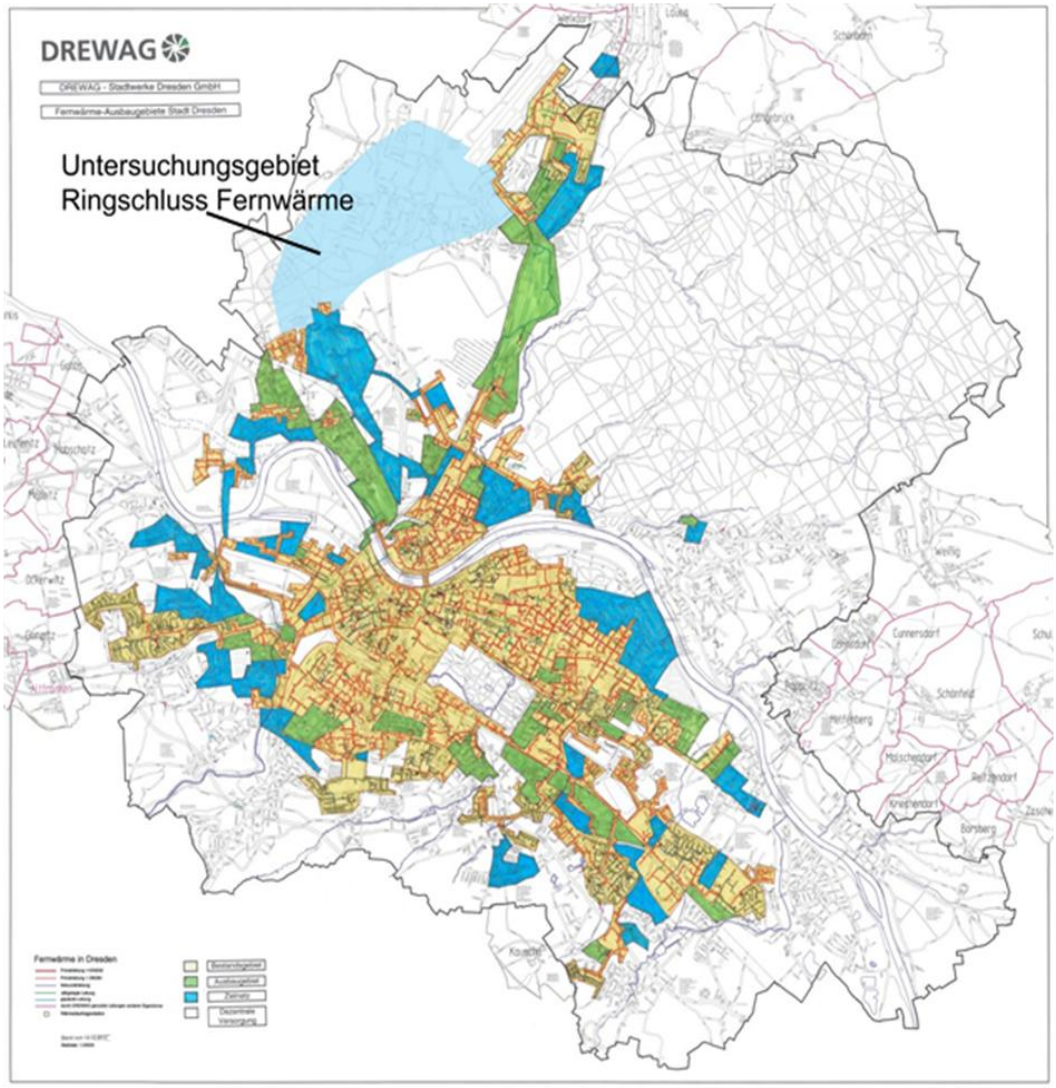
Quelle: INVENCON 1996

5.3 Wärmebereich

Die Wärmeversorgung soll sich entsprechend der unterschiedliche Bebauungs- und Nutzungsdichte und der bestehenden Infrastruktur einem Schalenmodell folgend entwickeln
(siehe Abb. Z—11):

1. Schale: **Fernwärme-Bestandsgebiet**
2. Schale: **Fernwärme-Ausbaugebiet** – die Fernwärme wird hier bis 2022 ausgebaut und die Wärmeversorgung weitgehend übernehmen
3. Schale: **Fernwärme-Zielnetzgebiet** – die Fernwärme wird hierhin bis 2030 geführt und die Wärmeversorgung schrittweise übernehmen
4. Schale: **Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete** – die Wärmeversorgung basiert weiter vorwiegend auf Erdgas mit einem Anteil Biogas, zunehmende Nutzung von Umweltwärme (Schwerpunkt Wärmepumpen zur Nutzung von Wärme aus dem Grundwasser oder dem oberflächennahen Festgestein, siehe Abb. Z—12) und Biomasse, besonders in Stadtrandlagen und Eingemeindungsgebieten.

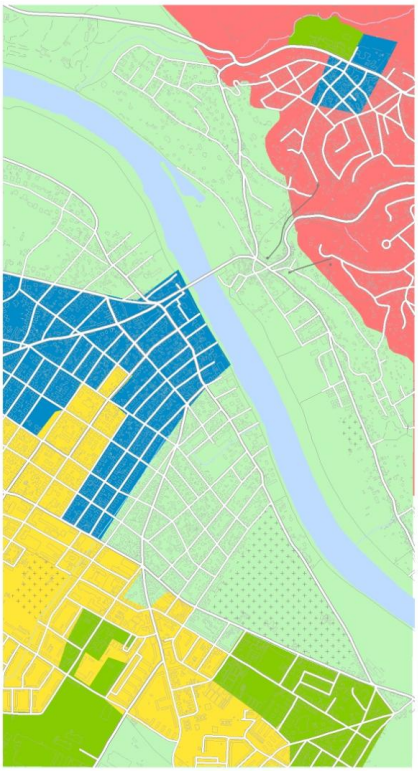
Abbildung Z—11: Perspektiven der Fernwärmeversorgung im Stadtgebiet



Quelle: DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH / Umweltamt, Entwurf November 2012

Legende
Gelb: Bestandsgebiet
Grün: Ausbaugebiet bis 2022
Blau: Zielnetzgebiet bis 2030
Übrige Gebiete: dezentrale Wärmeversorgung mit Erdgas und zunehmend erneuerbaren Energien

Abbildung Z—12: Perspektiven der Fernwärmeversorgung und Eignungsgebiete für Geothermie; Ausschnitt Dresdner Osten (Blasewitz, Loschwitz)



Quelle Fernwärmeversorgung: DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH, Entwurf Oktober 2012
Quelle Eignungsgebiete für Geothermie: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt

Legende
Gelb: Bestandsgebiet
Grün: Ausbaugebiet bis 2022
Blau: Zielnetzgebiet bis 2030
Blassgrün: Grundwasser
Rot: Erdwärme
Anmerkung: Im Bereich Tolkewitz wurden nachträglich Änderungen vorgenommen; siehe Abb. Z—11

Wichtige Maßnahmen im Bereich der Wärmeversorgung:

- Anreizprogramm zur (weitgehend nichtinvestiven) **Optimierung bestehender Heizungsanlagen**, insbesondere dem **hydraulischen Abgleich** in allen Schalen zur Senkung der Systemtemperatur und der Übertragungsverluste, bessere Nutzung von Umweltwärme
  - ➔ Förderprogramm Stadt-DREWAG-Kreishandwerkerschaft, Zertifizierung von fachkompetenten Betrieben, die hydraulischen Abgleich ausführen

- **Ausbau der Fernwärmeversorgung** entsprechend der weiteren Stadtentwicklung in Schalen 2 und 3 (Ausbau- und Zielnetzgebiet)
  - ➔ Bildung einer Arbeitsgruppe aus DREWAG, Stadtplanung, Kämmerei, Umweltamt zur Koordinierung der Investmaßnahmen der Wärmeversorgung mit der Stadtplanung
  - ➔ Erhöhung des Investitionsvolumens der DREWAG im Fernwärmebereich um ca. 5% über die Abschreibungsbeträge hinaus

- **Erhöhung der Fernwärmeversorgungssicherheit im Bestands- und Ausbaugebiet** und hydraulischen Leistungsfähigkeit
  - ➔ zweite Elbquerung und Bildung von Versorgungsringen im rechtselbischen Stadtgebiet

- **Erhöhung des Anteils von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung** (KWK) von gegenwärtig 60 % auf 75 %
  - ➔ Erneuerung der KWK-Anlage HKW Nord, Errichtung Druckspeicher von ca. 3.000 m³ im HKW Nord

- **Senkung der Übertragungsverluste und Erhöhung der Effizienz der Fernwärme** im Bestands- und Ausbaugebiet durch Absenkung der Rücklauf-, längerfristig auch der Vorlauftemperatur
  - ➔ Fortsetzung der „Low Ex-Strategie" der DREWAG
  - ➔ Errichtung von drucklosen Speichern mit großer Kapazität zur Aufnahme von regenerativer Energie und Vermeidung von unwirtschaftlichem Betrieb der Dresdner HKW (wird möglich nach Absenkung der Systemtemperatur unter 100 °C)

- **Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie in der Fernwärme:**
  Biomasse ist im Raum Dresden die einzige grundlastfähige erneuerbare Energie.
  - ➔ In zwei Heizkraftwerken ist die Verwertung der in der Stadt und der Region anfallenden Biomasse (Biogas-HKW 5 MW_{el} und Holz-HKW 20 MW_{el}) und Einspeisung in das zentrale Fernwärmenetz bis 2030 vorgesehen.

  Die thermische Einspeisung von überschüssigem Windstrom aus dem Verbundnetz im Fernwärmesystem verbessert die wirtschaftliche und ökologische Situation der Fernwärme weiter.
  - ➔ Einbau Elektrodenkessel 30 bis 50 MW im Fernwärmenetz (Nossener Brücke)
  - ➔ Einbau Speicher (s. o.)

  Eine tiefengeothermische Anlage zur Direkteinkopplung in das zentrale Fernwärmenetz ist von strategischer Bedeutung, im betrachteten Zeitraum aber nur sinnvoll realisierbar, wenn durch entsprechende staatliche Förderung ein Teil des Risikos abgedeckt und die Gesamtkosten für eine entsprechende Wärmegewinnungsanlage auf etwa 3.000 Euro/kW begrenzt werden können. Mit Unterstützung des Freistaats und bei positiver Erkundung könnten ab 2024 20 MW in das zentrale Fernwärmenetz eingespeist werden.

- Förderung der **energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden in Gebieten mit dezentraler Wärmeversorgung** (Schale 4 siehe Abb. Z—11)
  - ➔ Initiative im Deutschen Städtetag zur Entwicklung eines geeigneten Förderinstruments
  - ➔ Nutzung des besonderen Städtebaurechts
  - ➔ Auswahl der sinnvoll ökonomisch zu dämmenden Gebäudetypen und Entwicklung eines Förderprogramms zur Kostenminimierung und Sicherung der Sozialverträglichkeit (Kriterium sollte die für den Mieter erzielbare Energiekosteneinsparung im Verhältnis zur Mieterhöhung durch die Modernisierungsumlage sein.)

- Verstärkter **Ausbau der Wärmepumpentechnik im dezentralen Wärmeversorgungsgebiet** (Schale 4) zur Nutzung der Energie des Grundwassers und des Oberflächengesteins
  Die jetzt betriebenen Gaskessel müssen bis 2030 weitgehend erneuert werden. Das soll in den geeigneten Gebieten zielgerichtet durch Wärmepumpen erfolgen. In der Wärmepumpentechnologie werden erhebliche technische und preisliche Fortschritte erwartet. Insbesondere die Gaswärmepumpe bietet die Möglichkeit, Umweltwärme zu nutzen und gleichzeitig bestehende Heizungsinstallationen im Altbau unverändert beizubehalten.
  Mit dem weiteren Ausbau der Photovoltaik können elektrische Wärmepumpen mit Solarstrom in Eigennutzung betrieben werden. Das ist besonders für Wohnungsbaugesellschaften interessant.
  - ➔ Beratungsprogramm der Stadt
  - ➔ Marketingoffensive mit der Gaswirtschaft zur Weiterentwicklung und breiten Einführung der Gaswärmepumpen in Dresden
  - ➔ Pilotprojekt mit ca. 200 kW mit einem großem Wohnungsunternehmen für Nutzung von Solarstrom zum Wärmepumpenbetrieb

- Verstärkte **Nutzung der Solarthermie**
  Parallel zum Ausbau der Photovoltaik wird die Solarthermie aufgrund neuentwickelter leistungsfähiger Vakuumkollektoren weiter ausgebaut.
  ➔ Einbindung von Solarwärme in bestehende Anlagen und neue Wärmepumpenanlagen zur Anhebung des exergetischen Niveaus; dafür Marketingstrategie mit Installationshandwerk und Herstellerverband
  ➔ Planung und ggf. Realisierung einer solarthermischen Großanlage mit Speicher am Heller

- **Dezentrale Nutzung von Biomasse**
  ➔ Marketingstrategie von Stadt und Sachsenforst für Stückholz- und Pelletheizung gezielt in Stadtrandlagen und Eingemeindungsgebieten

5.4 Strombereich

- **Erhöhung des Anteils von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung von jetzt 60 % auf 75 %**
  ➔ Erneuerung der KWK-Anlage HKW Nord

- **Ausbau der Photovoltaik zur Eigennutzung** (1.370.000 m² installierte Fläche bis 2030; ca. 100 GWh/a) und Kapitalaktivierung durch (Energie-)Genossenschaften, womit bis 2030 34 % des realisierbaren Potentials erschlossen werden

- **Nutzung von Solarstrom für Gebäudeklimatisierung**
  ➔ Förderung von Pilot- und Demonstrationsprojekten, evtl. auch mit Neubau Technisches Rathaus

- **Vorbereitung einer Photovoltaik-Großanlage** (20 GWh/a) zur Unterstützung des Betriebs der biologisch-mechanischen Abfallbehandlungsanlage auf der Deponie Radeburger Straße und Realisierung nach Abklingen der Setzungen des Deponiekörpers

- **Verstärkte Nutzung von Windstrom**
  ➔ Beteiligung der DREWAG an on-shore Windkraftanlagen und Einspeisung nach Dresden
  ➔ Standortsuche für 3 bis 5 Windkraftanlagen am Stadtrand (15 MW, ca. 25 GWh)[3]

- Fortsetzung der erfolgreichen ÖKOPROFIT-Kampagne zur **Aktivierung von Einsparpotentialen der Betriebe**

- Zu Einsparpotential und konkreten Maßnahmen in den Bereichen Stadtbeleuchtung und Verkehrsleittechnik sind noch weitere Untersuchungen notwendig. Hier sind auch Bereiche mit Gasbeleuchtung kritisch zu prüfen. Gaslicht kann langfristig nur dort aufrechterhalten werden, wo die Gasleitungen auch andere Kunden versorgen.

- Die angebotsabhängige Stromnutzung erfordert intelligente Netze („Smart Grids"). Untersuchungen zur wirtschaftlichen Sinnfälligkeit sind gemeinsam mit der DREWAG Netz GmbH und Silicon Saxony durchzuführen.

5.5 Übergreifende Maßnahmenvorschläge

- Aufgrund der herausragenden Bedeutung der DREWAG für den Erfolg bei der Umsetzung des IEuKK wird die **Bildung einer dauerhaften Arbeitsgruppe** vorgeschlagen, an der diese sowie Kämmerei, Stadtplanungsamt, Hochbauamt, Umweltamt und ggf. weitere be-

[3] Gemäß Stadtratsbeschluss vom 20.06.2013 wird die Errichtung von Windkraftanlagen im gesamten Dresdner Stadtgebiet abgelehnt.

troffene Ämter – vergleichbar dem Arbeitskreis Infrastruktur Stadtentwässerung zur Investitionssteuerung bei der Umsetzung des Abwasserbeseitigungskonzepts – beteiligt sind.

Insbesondere ist das Schalenkonzept (siehe Abb. Z—11) für die einzelnen Stadtteile weiter auszudifferenzieren. Daraus sollen konkrete Vorschläge für die Bauleitplanung, etwaige Auflagen bei der Veräußerung städtischer Grundstücke und Beratung für Dritte resultieren. Zusammen mit den anderen betroffenen Akteuren für Gebiete von besonderer Relevanz für die Stadtentwicklung ist das Konzept weiter zu entwickeln (vgl. Abschnitte 8 und 9). Dazu sind quartiersbezogen die konkreten Möglichkeiten für Energieeinsparungen, Effizienzsteigerungen und Einsatz erneuerbarer Energien zu ermitteln und kurz-, mittel- oder langfristige Empfehlungen unter Berücksichtigung konkreter Entwicklungsplanungen (Schulnetzplan, Gewerbeflächen-Entwicklungskonzeption…) und Umsetzungsvorschläge abzuleiten. Engpässe in der Netzstruktur, Ausbau- und Neuerschließungsnotwendigkeiten werden benannt. Beispielhaft wurde eine solche Quartiersuntersuchung für das Aufwertungsgebiet „Westlicher Innenstadtring" (einschließlich Friedrichstadt) durchgeführt (Anlage 2 des IEuKK).

- Anregung und Unterstützung der **Bildung von Energiegenossenschaften** zur Förderung erneuerbarer Energie, insbesondere zur eigengenutzten Photovoltaik mit geeigneten Banken (Volksbanken, Sparkassen) und Handwerkskammer

- Entwicklung eines **Mietspiegels**, bei dem ökologische Kriterien differenzierter betrachtet werden. Zum Beispiel kann der Wohnwert und CO_2-Ausstoß eines energetisch auf mittlerem Standard sanierten Altbaus mit hoher ausgleichender Wärmekapazität und Fernheizung mindestens genauso gut sein wie bei einem extrem gedämmten Niedrigenergiehaus mit Einzelheizung.

- EU-weite Ausschreibung der **Verwertung der Bioabfälle** aus der „Braunen Tonne" durch Vergärung. Bei Zuschlagserteilung auf das wirtschaftlichste Angebot eines Bieters, der eine Anlage in Dresden baut bzw. betreibt, kommen die gewonnene Energie und die Wertschöpfung der Stadt zugute. Die Vergärung dieser Bioabfälle aus Haushalten kann zu einer CO_2-Einsparung von ca. 5.100 t/a führen, das sind ca. 11 % der im Zeitraum 2010 bis 2020 jährlich einzusparenden CO_2-Emissionen[4].

- Der gesamte Bereich der öffentlichen Einrichtungen verbraucht nur 6 % der Endenergie. Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienzsteigerung haben aber Vorbildcharakter, senken die Betriebskosten und ermöglichen Sekundäreffekte wie die Entwicklung von Nahwärmeinseln. Es wird vorgeschlagen, eine sog. **Bauleitlinie für Schulen**, ggf. auch Kitas, unter Einbeziehung von Aspekten des energetisch optimierten Bauens zu erarbeiten mit dem Ziel der Verringerung des technischen Aufwands und der Betriebskosten.

- **Entwicklung einer Dachmarke**, unter der die vielfältigen Initiativen und Maßnahmen der Dresdner Akteure zur Erhöhung der Energieeffizienz publiziert, gefördert und beworben werden können.

5.6 Ergebnisse Effizienz-Szenario

Im Effizienz-Szenario werden zusätzliche Anreize gesetzt, so dass die Akteure ihre investiven Anstrengungen auf ca. 3 Mrd. Euro im Zeitraum bis 2030 erhöhen; dabei soll im Vergleich zum Trend-Szenario ca. dreimal so viel in Maßnahmen investiert werden. Die Maßnahmen rentieren sich langfristig (Tabellen Z-3, Z-3a und Z-4), die Erträge werden in vollem Umfang erst ab 2030 wirksam (Tabelle Z-5).

[4] Bezug auf eingeschränkten Bilanzkreis bzw. Jahreswerte von 7,1 t/EW (2005), 6,39 t/EW (2010) und 5,18 t/EW (2020) sowie Einwohnerzahlen von 517.168 (31.12.2010) und 548.300 (2020).

Tabelle Z-3: Kosten-Nutzen-Ergebnisse im Trend- und Effizienz-Szenario bis 2030 (ohne solarthermische Großanlage im Effizienz-Szenario)

	CO_2-Einsparung kumuliert bis 2030, in Mio. t	**Investitionskosten, kumuliert bis 2030, in Mio. EUR**	**Erträge aus Einsparung, kumuliert bis 2030, in Mio. EUR**
Trend-Szenario	2,33	1.050 bis 1.250	1.000 bis 1.100
Effizienz-Szenario	12,5 – 14,5	3.050 – 3.450	3.250 bis 3.650

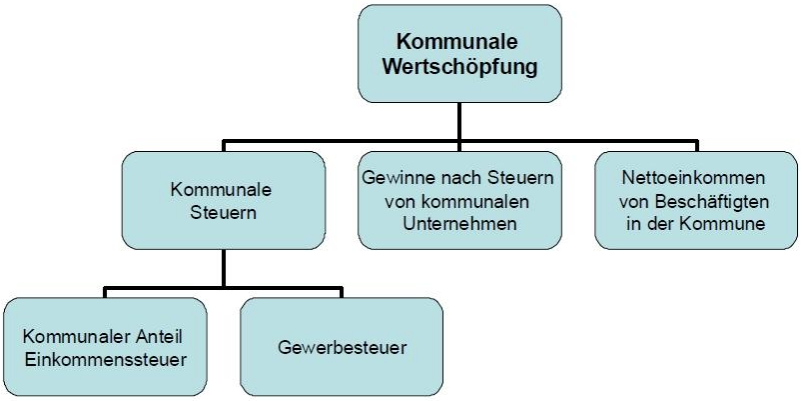
Tabelle Z-3a: Kosten-Nutzen-Ergebnisse pro Investorengruppe im Trend-Szenario

Investorengruppe	**Investitionskosten kumuliert bis 2030, in Mio. EUR**	**CO_2-Einsparung kumuliert bis 2030, in Mio. t**	**Erträge aus Einsparung kumuliert bis 2030, in Mio. EUR**
Haushalte	740 – 870	0,90 – 0,95	610 – 640
Zusatzbetrachtung: auf einen Durchschnittshaushalt[5] in Dresden bezogen	13,50 EUR/Monat	Saldo im durchschnittlichen Verhältnis Aufwand/Ertrag bis 2030: 3,10 EUR/Monat	10,40 EUR/Monat
Unternehmen	270 – 330	0,97 – 1,2	340 – 400
Landeshauptstadt Dresden (Verwaltung und Eigenbetriebe)	40 – 46	0,14 – 0,18	50 – 56
Summe (gerundet)	**1.050 – 1.250**	**bis 2,33**	**1.000 – 1.100**

Die Maßnahmen lassen erhebliche **positive Auswirkungen auf das Dresdner Handwerk und die klein- und mittelständige Unternehmen** erwarten. Die lokale und regionale Wertschöpfung wird in allen Bereichen deutlich gesteigert.

Die kommunale Wertschöpfung wird als Summe der erzielten Unternehmensgewinne, verdienten Nettoeinkommen und den gezahlten Steuern berechnet und ist als Wertschöpfung zu verstehen, die die Kommune selbst oder deren Bewohner und die kommunalen Unternehmen generieren (siehe Abb. Z—13).

Abbildung Z—13: Zentrale Bestandteile der kommunalen Wertschöpfung



Quelle: IÖW, 2010

[5] bezogen auf durchschnittlich 300.000 Haushalte in Dresden in den Jahren 2020 bis 2030; aktuelle Zahlen von 2012 liegen um ca. 8.000 Haushalte höher als in den Projektionen von 2010 erwartet wurde (vgl. Abb. 5—3 im Volltext)

Für die Bestimmung der Wertschöpfung der erneuerbaren Energien, unterteilt in Biogas, Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Windenergieanlagen, wurde eine Studie des IÖW aus dem Jahr 2010 angewendet. In der dreistufigen Wertschöpfung lässt sich der gesamte Lebensweg einer Anlage monetär darstellen. So können bis zu vier Wertschöpfungsstufen für die erneuerbaren Energien bzw. Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen betrachtet werden: Produktion von Anlagen und Komponenten; Planung und Installation; Betrieb und Wartung; Betreibergesellschaft.

Je mehr solcher Stufen in Dresden oder der Region ganz oder teilweise realisiert werden, umso höher sind die wirtschaftlichen Impulse und die daraus erwachsende Steuerkraft, die aus der Energiewende entstehen.

Mit dem Effizienzszenario wird durch die Favorisierung von Fern- und Nahwärme in Kraft-Wärme-Kopplung und dem gesteigerten Anteil an erneuerbarer Energie eine deutliche Steigerung der kommunalen Wertschöpfung erreicht. Der überwiegende Anteil der investierten Mittel bleibt in Dresden und generiert hier insbesondere in klein- und mittelständischen Bereiche Wirtschaftswachstum.

Tabelle Z-4: Kosten-Nutzen-Ergebnisse pro Investorengruppe im Effizienz-Szenario bis 2030 (ohne solarthermische Großanlage)

	Investitionskosten kumuliert bis 2030, in Mio. EUR	**CO_2-Einsparung kumuliert bis 2030, in Mio. t**	**Erträge aus Einsparung kumuliert bis 2030, in Mio. EUR**
Haushalte	1.800 – 1.900	5 – 6	1.700 – 1.800
Zusatzbetrachtung: auf einen Durchschnittshaushalt[6] in Dresden bezogen	30,20 EUR pro Monat	Saldo im durchschnittlichen Verhältnis Aufwand/Ertrag bis 2030: 1,90 EUR pro Monat	28,30 EUR pro Monat
Unternehmen	650 – 750	5 – 6	800 – 900
Energieversorgungsunternehmen (EVU)	250 – 350	1,5	450 – 550
Landeshauptstadt Dresden (Verwaltung und Eigenbetriebe)	350 – 450	1	300 – 400
Summe	**3.050 – 3.450**	**12,5 – 14,5**	**3.250 – 3.650**

Die Anpassung der kommunalen Energieversorger an den veränderten Energiemarkt und die **Wettbewerbsfähigkeit und Ertragsfähigkeit der DREWAG insbesondere im Wärme- und Strombereich wird gesichert**.

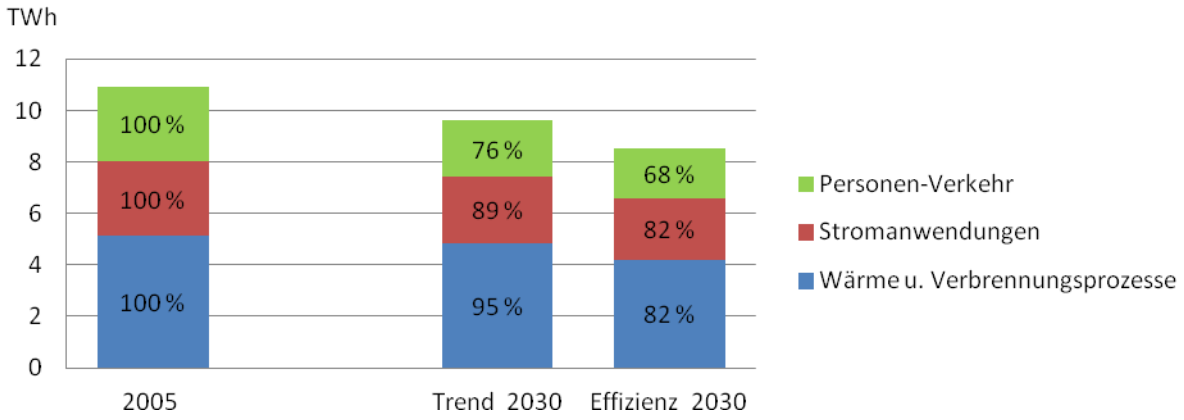
Die **Sozialverträglichkeit der Energieversorgung** wird durch die Effizienzsteigerung in den beiden Schwerpunktbereichen Verkehr und Wohnen gesichert: Im Verkehrsbereich durch den Erhalt und die Verbesserung der Angebote des Umweltverbundes, im Wärmebereich durch die systemischen Maßnahmen an Gebäudesubstanz und Wärmeversorgung. Durch die erweiterte Fernwärmeversorgung und die differenzierte Nutzung von Umweltenergie werden zugeschnittene Lösungen möglich, die die notwendige CO_2-Einsparung ermöglichen, aber weder Hauseigentümer noch Mieter kostenmäßig so stark belasten, wie bei der Durchführung extremer Wärmedämmung. Insbesondere die Optimierung der Heizungsanlagen (hydraulischer Abgleich) und der Einsatz der

[6] siehe Fußnote Nr. 3

nach Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) als Ersatz für die Dämmung nach Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 möglichen Alternativen sorgen im Effizienz-Szenario dafür, das ein breites Angebot an bezahlbarem Wohnraum mit niedriger CO_2-Emission entsteht.

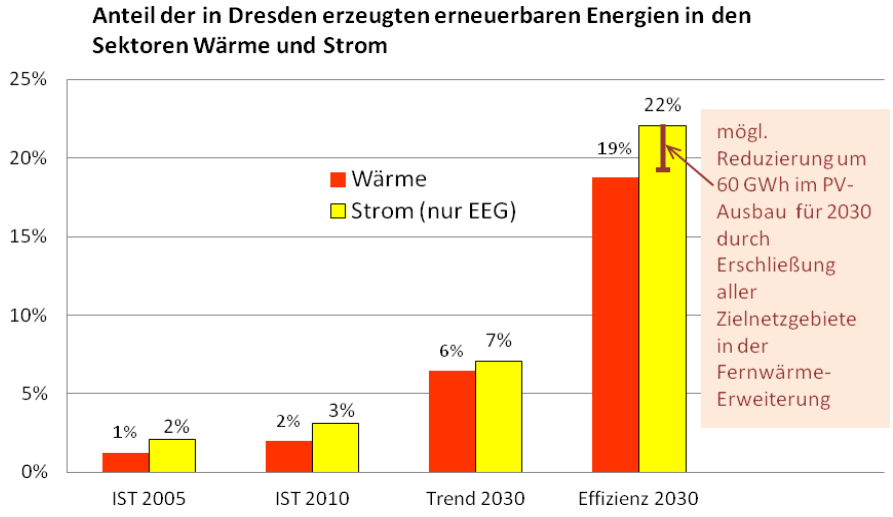
Werden Maßnahmen wie die im Effizienz-Szenario vorgeschlagenen umgesetzt, reduziert sich der Endenergieverbrauch um ca. 2400 GWh (siehe Abb. Z—14).

Abbildung Z—14: Entwicklung Endenergieverbrauch Dresden 2005 und Szenarien 2030, in TWh



Die Investitionen erfolgen sowohl im Bereich der konventionellen als auch der erneuerbaren Energien. Damit erhöht sich schrittweise der Anteil erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch. Die Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energie an der Endenergie zeigt Abb. Z—15 für die Sektoren Wärme und Strom.

Abbildung Z—15: Anteile der in Dresden erzeugten erneuerbaren Energien an der Gesamtenergieerzeugung 2005 und Szenarien 2030, in Prozent



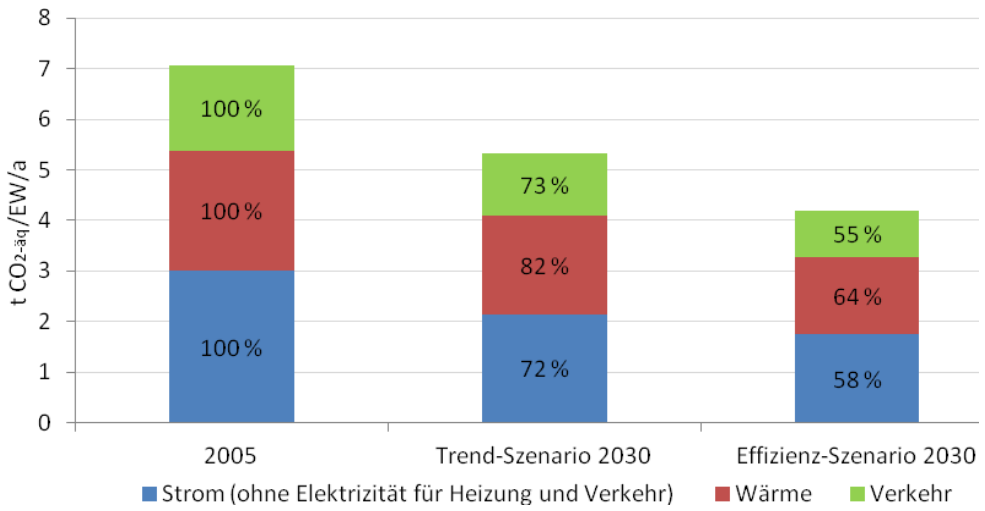
Die Belastung der Verbraucher mit Energiekosten wird reduziert um 122 Mio. Euro pro Jahr gegenüber dem Trend-Szenario (Tabelle Z-5). Im Mittel steigen die Energiekosten um 13 %, das ist weniger als die Hälfte des Anstiegs im Trend-Szenario und liegt unter der Inflationsrate.

Tabelle Z-5: Energiekosteneinsparung im Effizienz-Szenario

	Energiekosteneinsparung im Effizienz-Szenario, kumuliert gegenüber Trend-Szenario, in Mio. EUR gerundet
2020	400
2030	1.620
2040	3.800

Gegenüber dem Trend-Szenario wird 2030 rund 1 Tonne CO_2 pro Einwohner und Jahr weniger emittiert werden (siehe Abb. Z—16).

Abbildung Z—16: CO_2-Minderung (spezifische Emissionen) bis 2030 gegenüber 2005, in t CO_2/EW/a



Im Effizienz-Szenario können für die kommunal beeinflussbaren Bereiche die Einspar- und Klimaschutzziele der Landeshauptstadt Dresden und des Bundes für 2030 erreicht werden**.** Dazu müssen alle relevanten Akteure bei den wichtigen Konzeptmaßnahmen in abgestimmter Weise mitwirken.

Um die Zielvorgaben des Bundes zu erfüllen, sind nach den vorliegenden Erkenntnissen erhebliche Anstrengungen auf europäischer und Bundesebene notwendig, insbesondere um die Emissionen aus dem überörtlichen Verkehr zu reduzieren.

6. Synoptische Zusammenstellung wichtiger Ergebnisse im Vergleich von Trend- und Effizienz-Szenario

Tabelle Z-6: Synoptische Darstellung der Ergebnisse der Szenarien „Trend" und „Effizienz" 2030 im Vergleich zu 2005

Parameter	**Trend-Szenario 2030 [Veränderung gegenüber 2005]**	**Effizienz-Szenario 2030 [Veränderung gegenüber 2005]**	**Hinweise**
Endenergieverbrauch (verkaufte Energiemengen)	**9,9 TWh$_{(End)}$ [-13 %]**	**8,8 TWh$_{(End)}$ [- 22 %]**	2005: ca. 11,35 TWh$_{(End)}$
Kumulierter Energieverbrauch (Primärenergieaufwand insg. z. B. durch Förderung, Umwandlung, Transport u. a. energetische Bereitstellungsverluste)	**15 TWh$_{(KEV)}$ [- 9 %]**	**13 TWh$_{(KEV)}$ [-21 %]**	2005: ca. 16,4 TWh$_{(KEV)}$
Spezifische $CO_{2äq}$-Emissionen nach dem Inländerprinzip; inkl. zugehöriger energetischer Prozesskette	**5,3 t/EW [- 25 %]**	**4,2 t/EW [- 41 %]**	2005: 7,1 t/EW/a [Ziel: - 41 %] ohne nicht-energetische Treibhausgas-Emissionen, ohne Güter- und Flugverkehr
Energiekosten pro Jahr [Veränderung gegenüber 2010]	**1,33 Mrd. € p.a. [+ 29 %]**	**1,17 Mrd. € p.a. [+ 14 %]**	nur verbrauchsgebundene Aufwendungen berücksichtigt (keine Fixkosten)
Investitionen (2014 bis 2030 insg.)	**1.050 – 1.250 Mio. €**	**3.050 – 3.450 Mio. €**	bei Industrie/ Gewerbe, Infrastruktur, öffentlichen Einrichtungen und Haushalten (ohne EVU)
Erträge (2014 bis 2030 insg.)	**1.000 – 1.100 Mio. €**	**3.250 – 3.650 Mio. €**	

7. **Wichtigste Maßnahmen** (ohne interne Rangfolge)

- Zertifizierung und Förderung der energetischen Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Verbindung mit Beratung zur zukünftigen Wärmeversorgung
- Entwicklung eines Investitionsprogramms und einer Marketingkampagne zum Fernwärmeausbau auf Basis von Gebietsuntersuchungen (Friedrichstadt, Löbtau/Plauen, Wissenschaftsstandort Ost (Reick), Pieschen, Niedersedlitz, Klotzsche/Hellerau, …) und unter Beachtung städtebaulicher Entwicklungsziele sowie Vorhaben der Städtebauförderung/Stadterneuerung und Wirtschaftsförderung
- Ausbau und technologische Ertüchtigung des zentralen Fernwärmesystems einschließlich der Herstellung von Wärmespeichern, des Baus von zwei Biomasse-Heizkraftwerken und der abschnittsweisen Absenkung der Systemtemperatur
- Ausarbeitung der Maßnahmenliste des Verkehrsentwicklungsplans und deren Umsetzung einschließlich einer Erdgas-/Biogasoffensive für Nutzfahrzeuge
- Vergärung der Bioabfälle aus Dresden und ggf. der Region Dresden
- Marketingprogramm mit Anlagenbauern, der TU Dresden und der Gaswirtschaft für die Weiterentwicklung und die breite Einführung der Gaswärmepumpen
- Energetische und funktionale Optimierung von dauerhaften Verwaltungs-, Schul- und Kita-Neubauten
- Förderprogramm zur Verbesserung der Energieeffizienz von klein- und mittelständischen Betrieben gemeinsam mit IHK bzw. SAENA (Ökoprofit-Kampagne, Sächsischer Gewerbe-Energie-Pass)
- Initiative zur Heizungsmodernisierung mit Holz/Holzpellets in Stadtrandlagen und Eingemeindungsgebieten gemeinsam mit Handwerk und Sachsenforst
- Entwurf einer Dachmarke, unter der die Maßnahmen aller Akteure gebündelt und beworben und ggf. gefördert werden

8. **Weitere Untersuchungen, die für die Fortschreibung des IEuKK Dresden 2030 notwendig und z. T. bereits veranlasst sind**

- Analyse der Einsparpotentiale der Stadtbeleuchtung und der Verkehrssignalanlagen, Ableitung von Maßnahmeempfehlungen
- Ermittlung der Erweiterungsmöglichkeiten für die Fernwärme in Laubegast, Löbtau, Friedrichstadt, Dobritz-Niedersedlitz, Pieschen/Mickten und Klotzsche/Hellerau
- Entwicklung des Biomassemarktes in der Region einschließlich grenznaher Gebiete der Tschechischen Republik
- Untersuchung zur Herstellung eines saisonalen thermischen Speichers im Dresdner Norden, evtl. in Verbindung mit Elektrodenheizern und Solarthermie durch Stadtverwaltung, DREWAG und dem Grundstückseigentümer
- Entwicklung eines Beratungs- und Unterstützungsprogramms für die Betriebsoptimierung und den hydraulischen Abgleich bestehender Heizungsanlagen, Zertifizierung von Handwerksbetrieben
- Entwicklung einer Strategie zur Einführung von Gaswärmepumpen gemeinsam mit TU Dresden, Anlagenherstellern und Gaslieferanten
- Ermittlung der Möglichkeiten zur Gebäudeklimatisierung auf Basis regenerativer Energien und Konzipierung eines Pilotvorhabens gemeinsam mit einer Wohnungsbaugenossenschaft
- Untersuchung der Potentiale des Einsatzes von „smart metering" und des Betriebs von „smart grids" gemeinsam mit Silicon Saxony, TU Dresden und DREWAG einschließlich Durchführung von Pilotvorhaben

- Prüfung und Verfolgung der Entwicklung einschlägiger Förderprogramme und weitgehende Ausnutzung der Fördermöglichkeiten
- Entwicklung eines praktikablen Verfahrens zur künftigen Energie- und CO_2-Bilanzierung, das den Bedingungen einer weiter steigenden Eigenstromerzeugung in Unternehmen und Haushalten Rechnung trägt. Damit sollen auch neue Erzeugungskapazitäten der DREWAG in der Fortschreibung des vorliegenden Konzeptes Berücksichtigung finden, die nicht auf dem Territorium der Landeshauptstadt Dresden liegen. Ferner sollen die Vergleichbarkeit der Bilanzierungsergebnisse mit denen anderer Städte verbessert und die Unschärfen in den Modellen für den Verkehrsbereich reduziert werden.
- Untersuchungen zur Ermittlung des Beitrags der Fernwärme zur lokalen Wertschöpfung
- Untersuchungen zu einer tiefengeothermischen Anlage zur Gewinnung von Fernwärme mit einem theoretischen Potential von 10 - 20 MW bzw. 80 - 160 GWh/a (Wärme); Bedingung: Übernahme eines Teils der Explorations- und Gewinnungsrisiken durch staatliche Förderung, Gewährleistung der Konkurrenzfähigkeit gegenüber bestehender KWK

9. Noch nicht in den IEuKK-Szenarios betrachtete Maßnahmen, die in Abhängigkeit von der Entwicklung der Randbedingungen weiter verfolgt werden sollten

- Photovoltaik-Anlage auf dem Südhang der Deponie Radeburger Straße
  Bedingung: Abklingen der Setzungen des Deponiekörpers
  Realisierbares Potential: 20 GWh/a zur anteiligen Deckung des Eigenbedarfs der BMA
- Abwärmenutzung aus dem Abwasser
  Auswertung der Erfahrungen mit der Anlage der Zentralen Leitstelle
  Theoretisches Potential: 500 kWh/EW/a
- Energieeffizienzsteigerung bei Wasserversorgung und Abwasserentsorgung im Kontext mit ohnehin notwendigen Ersatzinvestitionen
  Theoretisches Potential: 75 kWh/EW/a (Wasser) bis 150 kWh/EW/a (Abwasser)
- Solarthermische Großanlage und saisonaler Speicher im Bereich der Sandgrube am Heller

1. EINLEITUNG

Um der bestehenden und weiter wachsenden Bedeutung der Stadt Dresden Rechnung zu tragen und zugleich der globalen Herausforderung des Klimawandels angemessen zu begegnen, sucht die Stadt Wege in eine nachhaltige Energieversorgung, die neben ökologischen auch ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten angepasst ist. Ziel ist es daher, die Stadt auf den Weg zu höchster Energieeffizienz zu führen, sodass sowohl die im Energiekonzept der Bundesregierung verankerten als auch kommunalpolitisch beschlossenen Klimaschutzziele erreicht werden können. Die Ziele auf Bundesebene sehen vor, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 80 bis 95 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren.
Die sich aus der Mitgliedschaft Dresdens im Klima-Bündnis ergebenden Zielstellungen der Stadt sehen mittelfristig eine Senkung der CO_2-äq-Emissionen um 10 Prozent aller fünf Jahre bis 2030 (auf Basis 2005) vor. Langfristiges und damit strategisches Ziel für den Zeitraum 2050 bis 2080 ist die Verminderung der Treibhausgasemissionen von derzeit knapp 10 t auf ein nachhaltiges Niveau von 2,5 t CO_2-äq pro Einwohner und Jahr.[7] Im vorliegenden Konzept werden nur die von der Kommune beeinflussbaren Emissionen analysiert. Somit bleiben der Flug- und Ferngüterverkehr sowie die nicht energiebedingten Emissionen anderer Treibhausgase (CH_4, N_2O) z. B. aus der Landwirtschaft unberücksichtigt. Die hier dargestellte Teilbilanz umfasst somit etwa 70 % der gesamten Treibhausgasemissionen, die der Landeshauptstadt Dresden zuzurechnen sind.
Das Konzept soll Wege zu einer zukunftsfähigen Energieversorgung und -verwendung aufzeigen. Ressourcenschonung und Klimaschutz sind dabei zu verbinden mit der Erschließung von Energieeinsparpotenzialen, der Optimierung des bestehenden (fossilen) Energieversorgungssystems und dem Ausbau erneuerbarer Energien – einhergehend mit der Gewährleistung von Versorgungs- und Planungssicherheiten, Steigerungen der regionalen Wertschöpfung und Verträglichkeit der Energiepreisentwicklung.

Gegliedert ist das Konzept nach der Einleitung in **KAPITEL 1** wie folgt:

KAPITEL 2 stellt die Ausgangslage, die Klimaschutzziele der Landeshauptstadt Dresden sowie die sich daraus ableitende strategische Zielsystematik des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts (IEuKK) vor.

KAPITEL 3 legt die für die Wirksamkeit des IEuKK relevanten politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen dar.

KAPITEL 4 beinhaltet die Bestandsaufnahme der strukturellen, demografischen und sozio-ökonomischen Entwicklungen Dresdens sowie die Energie- und CO_2-Bilanz.

KAPITEL 5 beschreibt zukünftige sozio-ökonomische Entwicklungen, Prognosen zur Energiepreisentwicklung und Trends der zukünftigen Energieversorgung bis 2030 und 2050.

KAPITEL 6 umfasst die thematischen Analysen. Nach spezifischen Zielen gegliedert, finden sich hier die jeweiligen Bestandsaufnahmen, Potenzialbetrachtungen, Szenarien und Maßnahmen.

KAPITEL 7 dokumentiert den partizipativen Prozess während der Konzepterstellung.

KAPITEL 8 gibt Empfehlungen zur Organisation der Umsetzung des Konzepts vor, zeigt Fördermöglichkeiten auf und unterbreitet Vorschläge für weiterführende Untersuchungen.

KAPITEL 9 zeigt die sich aus den Analysen und abgeleiteten Maßnahmen ergebenden Schlussfolgerungen auf.

KAPITEL 10 verzeichnet die genutzte Literatur.

Im **ANHANG** sind ein Glossar, allgemeine Anhänge, der Maßnahmenkatalog und Darstellungen zum methodischen Vorgehen zu finden.

[7] Am 31. Januar 2011 beschloss der Ausschuss für Umwelt und Kommunalwirtschaft des Stadtrates der Landeshauptstadt Dresden die Erstellung eines Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes (Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept). Nach einem europaweiten Vergabeverfahren und Vergabebeschluss des Ausschusses für Wirtschaftsförderung vom 28. Juli 2011 wurde die Arbeitsgemeinschaft (ARGE) Rambøll Management Consulting und Klima und Energieeffizienz Agentur KEEA mit der Erstellung beauftragt.

2. AUSGANGSLAGE & ZIELSETZUNG

2.1 Hintergrund

Klimaschutz ist eine der größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts und hat für das Handeln heutiger und zukünftiger Generationen höchste Priorität. Die Priorität erwächst aus den dramatischen Folgen der klimatischen Veränderungen, die nicht nur von ökologischer, sondern insbesondere auch von sozialer und ökonomischer Relevanz sind. Aktuelle Klimaprojektionen zeigen in ihren Szenarien, dass bis 2100 ein Anstieg der globalen mittleren Lufttemperatur in Höhe von 1,1 bis 6,4 Grad Celsius zu erwarten ist[8] (IPCC 2007). Die daraus folgenden klimatischen Effekte sind global nachweisbar, wirken sich aber in ihrer Intensität sehr unterschiedlich aus. Die Intensität der Folgen für die betroffenen Regionen steht indes in einem umgekehrten Verhältnis zu den ursprünglichen Beiträgen zum Auslösen des Klimawandels. Das heißt, dass überwiegend jene Regionen sehr massiv durch Klimawandelfolgen betroffen sind, die verhältnismäßig wenig Treibhausgase emittierten, während die Folgen für die emissionsintensiven Industrienationen vergleichsweise gering, aber immerhin relevant genug sind.

Die Relevanz der Klimawandelfolgen ergibt sich aus den negativen ökologischen Auswirkungen, die sich auch in ökonomischer und sozialer Hinsicht nachteilig auswirken werden. Insbesondere letztere geben Anlass, politisch aktiv zu werden und konsensfähige Gegenmaßnahmen zu initiieren. Wie die klimapolitische Situation auf globaler Ebene zeigt, finden Gegenmaßnahmen umso weniger einen Konsens, je höher skaliert der Entscheidungsprozess ist. Dies zeigen besonders eindringlich die Folge-Konferenzen zum Kyoto-Protokoll, das als Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) dient. Dieses Protokoll war für jene Staaten mit den höchsten Treibhausgasemissionen – mit Ausnahme der europäischen Staaten – nicht konsensfähig.

Die EU verfolgt eine integrierte Strategie im Bereich Energie und Klimaschutz und steckt sich damit sehr ehrgeizige Ziele: Danach sollen bis 2020 die Treibhausgasemissionen um mindestens 20 Prozent gesenkt werden, bei gleichzeitiger Reduktion der Energieverbräuche um ebenfalls 20 Prozent, der Anteil der erneuerbaren Energien soll auf 20 Prozent gesteigert werden. Europas Zukunft ist folglich umweltgerechter, arm an CO_2-Emissionen und energieeffizient. Allerdings verdankt sich diese Zielstellung nicht ausschließlich ökologischer Einsicht, vielmehr ruhen die Hoffnungen auf den sich daraus ergebenden ökonomischen und daran anschließenden positiven sozialen Effekten. Umweltgerechter zu agieren heißt, energie- und ressourceneffizienter zu agieren sowie weniger CO_2 und andere treibhausrelevante Gase zu emittieren. Insofern heißt das auch im ökonomischen Sinne rationaler zu handeln - effizienter, innovativer und kostengünstiger, letztlich, wettbewerbsfähiger zu sein. Gerade diese Zielbedingung und -verkettung löst einen wesentlichen Anreiz aus, das Klima schützen.

Den sich aus dieser Verbindung ergebenden positiven Effekten ist sich – in der politischen Intensität noch vor vielen anderen Staaten der EU - insbesondere Deutschland bewusst. Die Bundesregierung setzt konsequent auf einen Klimaschutzbeitrag, der durch eine Reduktion der Energieverbräuche, durch eine Steigerung der Energieeffizienz und durch einen wachsenden Einsatz erneuerbarer Energien getragen wird. Erreicht wird damit ein unmittelbarer Beitrag zum Klimaschutz, gesichert wird indes gleichzeitig eine soziale Verträglichkeit dieser Politik und gesteigert wird die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft und der Regionen über viele Jahrzehnte.

Die Wege zum Klimaschutz ergeben sich aus den Möglichkeiten, Energie zu sparen, Energie effizient zu erzeugen und eine Energieversorgung aufzubauen, die nachhaltig, insofern zukunftsfähig als auch ressourceneffizient ist. Diskutiert werden diese Wege international, tatsächlich beschritten können und müssen sie insbesondere auf nationaler Ebene und kommunaler Ebene.

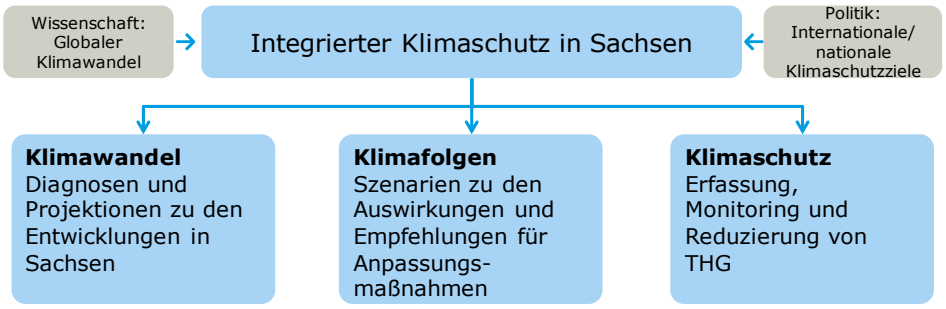
[8] Die Projektionen beziehen sich auf das Basisjahr 1990.

2.2 Integrierter Klimaschutz und energiepolitische Strategien im Freistaat Sachsen

Mit seiner vergleichsweise hohen Innovationskraft und wirtschaftlichen Dynamik zählt der Freistaat Sachsen zu den aufstrebenden Regionen in Deutschland. Insbesondere aufgrund der hohen ökonomischen Relevanz werden sich die Auswirkungen des Klimawandels auch hierzulande zukünftig besonders bemerkbar machen und können, angesichts des noch nicht abgeschlossenen Konvergenzprozesses, zu erheblichen Beeinträchtigungen im europäischen Standortwettbewerb führen. Deshalb erarbeitete die Staatsregierung eine Strategie, um einen Beitrag zur Dämpfung des Klimawandels zu leisten und negative Folgen für die sächsische Wirtschaft sowie die Bewohner und die natürlichen Lebensgrundlagen abzumildern. Diese sächsische **Klimaschutzstrategie** ist durch nationale und internationale Faktoren und Vorgaben beeinflusst.

Integrale Bestandteile dieser Klimaschutzstrategie sind Diagnosen und Projektionen zur Betroffenheit Sachsens durch den Klimawandel. Außerdem werden Folgen aus dem Klimawandel für Sachsen abgeschätzt und Möglichkeiten zur Anpassung abgeleitet. Während diese beiden Felder beobachtenden, prognostischen Charakter haben, ist der Bereich des Klimaschutzes proaktiver Art. Ziel ist es, dem Klimawandel durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und in Folge zur deutlichen Reduktion der CO_2-Emissionen (allg. der Freisetzung von treibhausrelevanten Gasen) zu begegnen.

Abbildung 2—1: Integrierte Klimaschutzstrategie des Freistaates Sachsen



Quelle: SMUL (2005): 5 und SMWA/SMUL (2011): 62ff., eigene Darstellung Rambøll-KEEA

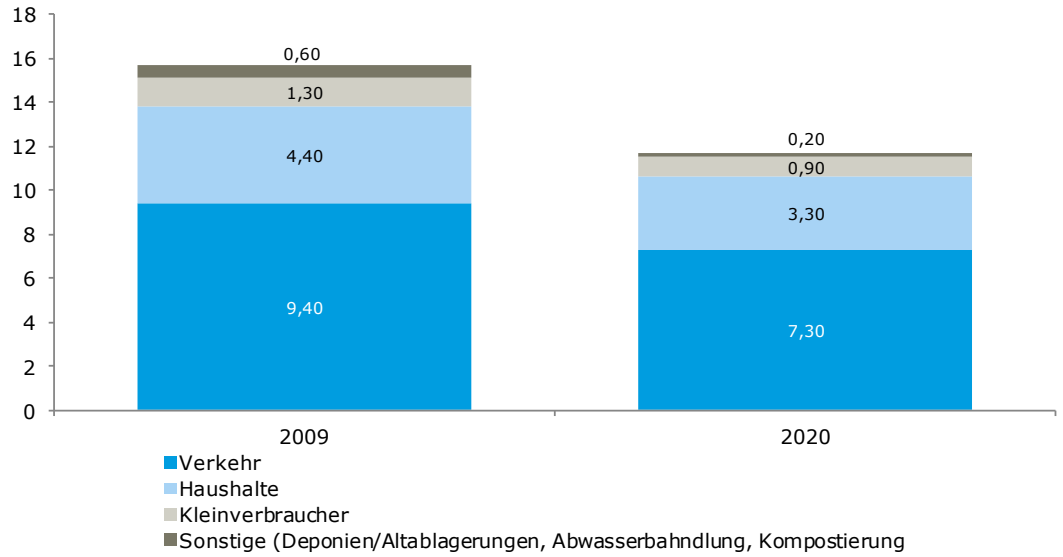
In der Entwurfsfassung des Energie- und Klimaprogramms des Freistaates Sachsen werden die Klimaschutzziele des Freistaates konkretisiert. So ist vorgesehen, wie die folgende Abbildung zeigt, dass die Treibhausgasemission im Nicht-EU-Emissionszertifikate-Handelssektor in 2020 nur noch 11,7 Mio. Tonnen betragen sollen – ausgehend von 15,7 Mio. Tonnen in 2009. Unternehmen, die am EU-Emissionszertifikatehandelssystem teilnehmen, sind hierin nicht umfasst. Für sie gelten die Minderungsvorgaben, die sich durch den Zertifikatehandel ergeben, die generell für die EU 27 vorsehen, dass die maximale Emissionsmenge für 2013 auf zwei Mrd. Tonnen gedeckelt (cap) und sich dann jährlich um 1,74 Prozent reduziert. Auf diese Weise soll die Zielstellung der EU erreicht werden, die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 21 Prozent gegenüber 2005 zu reduzieren. Zugleich soll der Anteil erneuerbarer Energien an der gesamten Bruttostromerzeugung auf 33 Prozent bis 2021 gesteigert werden (SMWA/SMUL 2011).

Durch die **energiepolitischen Strategien** des Freistaates sind Grundsätze definiert, die die Wege aufzeigen, wie ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden kann. Grundsätzlich verlangt das Energie- und Klimaprogramm Sachsens nach einer verlässlichen und konsistenten, nachhaltig ausgerichteten, versorgungssicherstellenden, wettbewerbsstärkenden, wirtschaftlichen, preis- und umweltverträglichen Gestaltung der zukünftigen Energieversorgung (SMWA/SMUL 2011: 26f). Diese Grundsätze unterstützen entsprechend die strategischen Zielstellungen. Diese sehen vor, dass insbesondere die Energieeffizienz gesteigert werden soll, um bei gleichzeitiger Verträglichkeit der Energieversorgung mit sozialen und ökonomischen Aspekten auch einen Beitrag zum Klimaschutz leisten zu können. Die Verlässlichkeit und Konsistenz der Energieversorgung bedingt ebenso, dass das Energiesystem zukunftsfähig ausgestaltet ist, also auf zu erwartende klimatische, demografische und sozio-ökonomische Entwicklungen anpassbar ist. Besonderen Potenzialcharakter haben diese Zielstellungen insbesondere für die Herausbildung und den Einsatz innovativer Lösungen und neuer Energietechnologien (SMWA/SMUL 2011: 28). Kritisch zu betrachten ist

das Programm hinsichtlich fehlender Berücksichtigung des potenziellen Ausbaus der Kraft-Wärme-Kopplung sowie der notwendigen Entwicklungen zum Thema Netzstabilität.

Die folgende Abbildung zeigt die Treibhausgasemissionen des Freistaates Sachen im Jahr 2009 und das CO_2-Minderungsziel 2020. Die CO_2-Emissionen sollen bis 2020 auf 12 Mio. Tonnen CO_2 gesenkt werden. Zu beachten ist, dass in dieser Darstellung der industrielle Verbrauchssektor nicht enthalten ist.

Abbildung 2—2: Treibhausgasemissionen 2009 und Minderungsziel 2020, Freistaat Sachsen (Treibhausgasemissionen in Mio. Tonnen)



Quelle: SMWA/SMUL 2011: 70, eigene Darstellung Rambøll-KEEA.

Entscheidende Akteure, durch deren Engagement die klima- und energiepolitischen Ziele des Freistaates erreicht werden können, sind die sächsischen Kommunen und die Bürger. Die Motivation, Klimaschutz zu betreiben, ergibt sich über die direkten sozialen und ökonomischen Effekte für die vor Ort Betroffenen. Die kommunale Ebene kann dabei einen aktiven Beitrag zur Umsetzung der Klimaschutzziele leisten. Die Steuerungsmöglichkeiten hierzu hängen allerdings von den rechtlichen Rahmenbedingungen des Freistaates und des Bundes ab. So kann den Städten eine Reihe von Möglichkeiten, Einfluss auf die Steigerung der Energieeffizienz, auf die Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zur Optimierung der Energieversorgungssysteme zu nehmen, obliegen. Das dazu verfügbare Instrumentarium ergibt sich aus rechtlichen Möglichkeiten über das Städtebau- und Satzungsrecht sowie in der Intensität und Art des Rollenverständnisses der Kommune als Energieversorger und -anbieter, Energieverbraucher und Vorbild im Klimaschutz, Berater, Förderer, Planer und Regulierer (Hildebrandt 2009, Schlonski 2009, Illigmann 2009, Kemfert 2009).

2.3 Zielsetzung der Landeshauptstadt Dresden zur Erstellung des Konzeptes

Dresden ist als deutsche Großstadt, zweitgrößte Stadt Sachsens und Landeshauptstadt des Freistaates seit nunmehr 18 Jahren im kommunalen Klimaschutz aktiv. Um der bestehenden und weiter wachsenden Bedeutung der Stadt Dresden und der globalen Herausforderung des Klimawandels Rechnung zu tragen, sucht die Stadt Wege einer nachhaltigen – ökonomischen aber auch ökologischen und sozialen Gesichtspunkten genügenden – Energieversorgung.

Das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Dresden hat daher die Aufgabe, eine zukunftsfähige Energieversorgung und -verwendung für Dresden aufzuzeigen, d. h. die Ressourcenschonung und den Klimaschutz mit der Erschließung wirtschaftlicher Einsparpotenziale, der Schaffung von Versorgungs- und Planungssicherheiten, Steigerungen der regionalen Wertschöpfung und die Verträglichkeit der Energiepreisentwicklung aufeinander abzustimmen. Die Grundlage bilden die Erhöhung der Energieeffizienz sowie der Ausbau der Nutzung erneuer-

barer Energien im Rahmen der zukünftigen Energieversorgung Dresdens unter gleichzeitiger Sicherstellung der Kostenverträglichkeit für die Dresdner Verbraucher. Zugleich soll die Wettbewerbsfähigkeit der Dresdner Volkswirtschaft gesteigert werden.

So sind Antworten zu finden für folgende Fragen:

LEITFRAGEN DER ERSTELLUNG DES INTEGRIERTEN ENERGIE- UND KLIMASCHUTZKONZEPTS FÜR DIE LANDESHAUPTSTADT DRESDEN

Welche politischen und administrativen Rahmenbedingungen bestehen – und sind für die Ausgestaltung einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Energieversorgung für Dresden bedeutend?

Welche zukünftigen demografischen, ökonomischen und sozialen Entwicklungen sind für Dresden zu erwarten?

Welche Optionen bestehen für die Dresdener Energieversorgung angesichts der bestehenden Potenziale – und wie werden diese durch die zu erwartenden Entwicklungen beeinflusst?

- Welche Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz und der Energieeinsparung bestehen?
- Welches Potenzial für die Energieversorgung Dresdens besteht im Ausbau erneuerbarer Energien?
- Welche Bedeutung besitzt die Fernwärme und welche Potenziale können aus der gesteigerten Nutzung und dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung für Dresden entstehen?
- Wie kann die Gesamt-Systemleistung der Energieversorgung in Dresden, auch unter dem Aspekt der lokalen Wertschöpfung, verbessert werden?

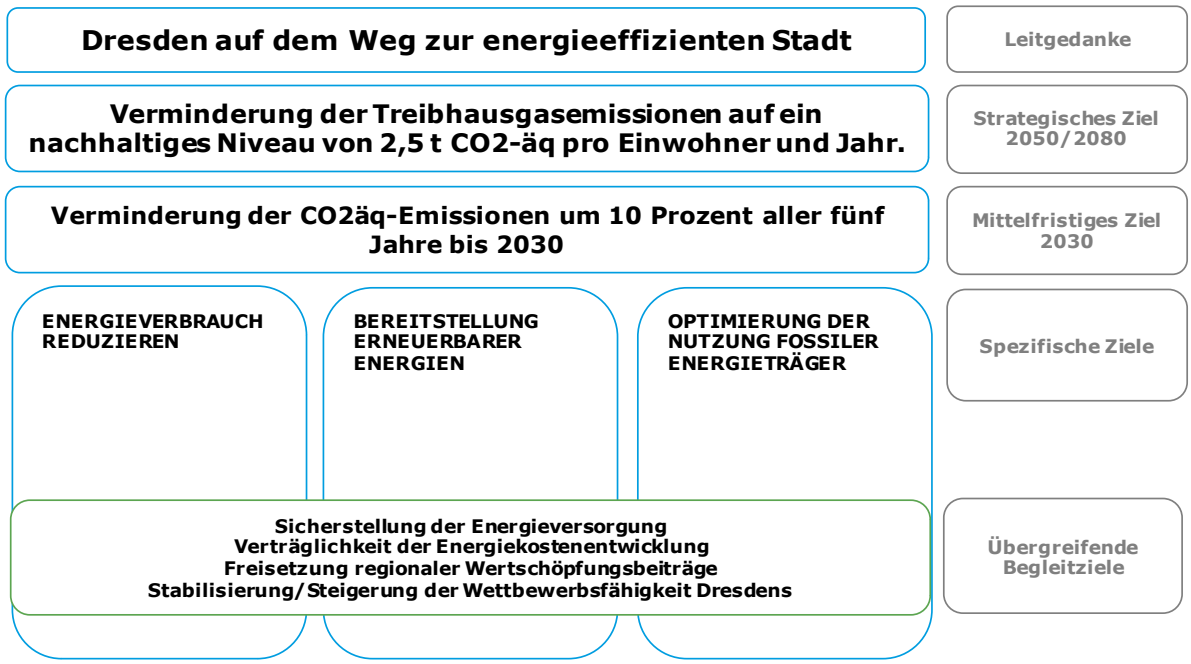
Welche Maßnahmen einer nachhaltigen kommunalen Energie- und Klimapolitik lassen sich angesichts der Anforderungen und Rahmenbedingungen für Dresden ableiten?

2.4 Zielsystematik und strategische Leitlinien des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts

Die Zielsystematik des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts ergibt sich aus dem Leitgedanken „Dresden auf dem Weg zur energieeffizienten Stadt". Die strategischen und mittelfristigen Ziele sind mit der deutlichen Minderung der Treibhausgasemissionen bis 2030 und darüber hinaus für den Zeitraum zwischen 2050 und 2080 verknüpft.

Die Ziele auf Bundesebene sehen vor, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren. Die sich aus der Mitgliedschaft Dresdens im Klima-Bündnis ergebenden Zielsetzung sieht mittelfristig eine Senkung der CO_2-äq-Emissionen um zehn Prozent alle fünf Jahre bis 2030 (auf Basis 2005) vor. Langfristiges und damit strategisches Ziel für den Zeitraum 2050 bis 2080 ist die Verminderung der Treibhausgasemissionen von derzeit knapp zehn Tonnen auf ein nachhaltiges Niveau von 2,5 t CO_2-äq pro Einwohner und Jahr.

Abbildung 2—3: Zielsystematik des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden



Quelle: Eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Der Leitgedanke **Dresden auf dem Weg zur energieeffizienten Stadt** definiert die Energieeffizienz in einem weiten und engen Verständnis. Definiert im engeren Sinne, ist von der Effizienz der Nutzung und Umwandlung von Primär- zu Endenergie zu sprechen. Hierbei sind die physikalisch-technischen Möglichkeiten die wesentlichen Effizienzhebel.

Das strategische Ziel der **Verminderung der Treibhausgasemissionen auf ein nachhaltiges Niveau von 2,5 Tonnen CO_2-äq-Emissionen pro Einwohner und Jahr**[9] ist die langfristige quantitative Untersetzung des Leitziels. Damit wird der quantitative Rahmen gesetzt, wann ein hinreichendes Energieeffizienzniveau erreicht wird. Dies bedeutet, durch Energieeinsparungen, den Einsatz von erneuerbaren Energien und die Optimierung der bestehenden Energieversorgungsstruktur das aktuelle Emissionsniveau der Dresdner von ca. 10 Tonnen pro Kopf (2011) um etwa 75 Prozent bis zum Zeitraum 2050 bis 2080 zu senken.

Der Weg zu dieser Zielmarke wird durch einen Reduktionpfad mit einer **Verminderung der Treibhausgasemissionen von 10 Prozent alle fünf Jahre bis 2030** geebnet. Welche konkreten Anstrengungen dafür bis 2030 in Dresden und durch die Dresdner zu leisten sind, wird im vorliegenden Konzept mit zahlreichen Maßnahmevorschlägen aufgezeigt.

Die Definition des Energieeffizienzverständnisses des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden im engeren Sinne ist in der folgenden Box beschrieben. Energieeffizienz im weiteren Sinne bedeutet, dass die physikalisch-technischen Möglichkeiten der Energieversorgung passgenau zu ökonomischen, ökologischen und sozialen Herausforderungen umsetzbar sind.

[9] Der Flugverkehr der Dresdner ist nicht in dieses strategische Ziel eingeschlossen.

LEITDEFINITION ENERGIEFFIZIENZ DES INTEGRIERTEN ENERGIE- UND KLIMASCHUTZKONZEPTES

Unter **Energieeffizienz im engeren Sinne** wird die eingesetzte Energie in Relation zur damit erbrachten Serviceleistung verstanden. Sie umfasst daher die Effizienz der Energienutzung sowie die der Energieumwandlung:

- Energienutzungseffizienz bedeutet, dass der Energieverbrauch bei gleicher Serviceleistung gesenkt wird.
- Umwandlungseffizienz wird durch die Erhöhung des technischen Wirkungsgrades der Umwandlung (beschrieben als Verhältnis des kumulierten Energieverbrauchs zu erzeugter Endenergie) erreicht.

Energieeffizienz im weiteren Sinne bedeutet ein Ausschöpfen der physikalisch-technischen Möglichkeiten unter Beachtung einer Ausgewogenheit ökologischer, sozialer und ökonomischer Aspekte:

- Ökologische Effizienz einer nachhaltigen Energieversorgung besteht dann, wenn
  - (a) die Optimierung des fossilen Energieversorgungssystems zu einer Verbesserung der Serviceleistung bei gleichbleibender oder abnehmender Umwelteinwirkung durch die Energieversorgung führt und
  - (b) die Nutzung (Biomasse) bzw. der Ausbau (Anlagen erneuerbarer Energien) zu keinen stofflichen Nutzungskonkurrenzen oder zu gravierenden biodiversitätsschädigenden Einflüssen führen.
- Soziale Effizienz einer nachhaltigen Energieversorgung besteht dann, wenn
  - (a) die Ausgestaltung des nachhaltigen Energieversorgungssystems zu einer Verbesserung der Versorgungssicherheit und
  - (b) zu einer Stabilisierung oder Senkung der Energiekostenbelastung für die privaten Haushalte führt.
- Ökonomische Effizienz der nachhaltigen Energieversorgung besteht dann, wenn bei einer gleichbleibenden oder gesteigerten Serviceleistung
  - (a) die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes stabilisiert bzw. verbessert wird,
  - (b) die (regionale) Wertschöpfung auf konstantem Niveau gehalten oder gesteigert wird,
  - (c) bestehende Arbeitsplätze gesichert und neue Arbeitsplätze geschaffen werden,
  - (d) die Innovationsfähigkeit der Unternehmen vor Ort erhalten und stimuliert wird.

Grundpfeiler der Energie- und Klimaschutzstrategie der Stadt Dresden sind die Aktionsfelder, in denen Beiträge zum Klimaschutz und zur Ausgestaltung einer nachhaltigen Energieversorgung geleistet werden können. In diesen Aktionsfeldern werden **spezifische Ziele** gesetzt, um die mittel- und langfristigen Ziele zu erreichen.

- Grundvoraussetzung ist das spezifische Ziel **Energieverbrauch reduzieren**. Ohne die Reduktionsleistungen ist es nicht möglich, eine zukunftsfähige, nachhaltige Energieversorgung zu gewährleisten. Die Reduktion des Energieverbrauchs ist ebenso Voraussetzung für die ökonomisch und sozial verträgliche Optimierung des Energieversorgung und des Ausbaus erneuerbarer Energien. Die Hebel zur Energieeinsparung sind technischer, aber auch organisatorischer, institutioneller, struktureller und verhaltensspezifischer Art. Möglichkeiten zur Reduktion des Energieverbrauchs bestehen in der energetischen Sanierung von Gebäuden (Senkung des spezifischen Wärmeverbrauchs), der Optimierung von Heizungs- und Produktionssystemen (Steigerung des Wirkungsgrades der Wärmetechnik und von Industrieprozessen) sowie im Einsatz stromsparender elektrischer Geräte und der Nutzung verbrauchsarmer Fahrzeuge. Darüber hinaus können Verkehrs- und Stadtstrukturen verbessert werden, um die Naherreichbarkeit zu fördern und so den Energieverbrauch zu senken.

- Das spezifische Ziel **optimierter Nutzung fossiler Energie** kann nur dann in einem effizienten Maße erfolgen, wenn die Energiereduktionspotenziale größtmöglich ausgeschöpft wurden. Optimiert werden kann die Versorgung durch fossile Energie nur durch eine effiziente Energiebereitstellung. Der Zielpfad der Optimierung ist der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung und die Steigerung des Wirkungsgrades flexibler Kraftwerkstechnik (GuD-Kraftwerke). Die durch die Kraft-Wärme-Kopplung mögliche parallele Bereitstellung mechanischer Energie, die direkt in Strom umgewandelt werden kann, und nutzbarer Wärmeenergie (Fernwärme oder auch Produktionsprozesse) ist aufgrund des geringen Brennstoffeinsatzes und des hohen Wirkungsgrades sehr effizient. Weitere Effizienzgewinne entstehen durch die Nutzung des GuD-Kraftwerks, da dieses vergleichsweise flexibel auf verschiedene Lastgänge im Netz reagieren kann und damit kompatibel ist mit dem Einsatz fluktuierender erneuerbarer Energien.

- Zur Erreichung des spezifischen Ziels **Bereitstellung erneuerbarer Energien** wird mit dem Ausbau der dezentralen Energieversorgung und der Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energien ein zweiter Hebel zur Verbesserung der Energieeffizienz in Dresden eingesetzt. Für Dresden sind als erneuerbare Energien insbesondere Bioenergie, Geothermie, Solarenergie und Windenergie relevant.

Eingefasst sind die spezifischen Ziele durch flankierende Ziele, die die Ausgewogenheit der Nachhaltigkeitsaspekte in der Gesamtstrategie gewährleisten und sich auch in der hier zu Grunde gelegten Definition von Energieeffizienz im weiteren Sinne wiederfinden. Sie bilden damit die Rahmenbedingungen des physikalisch-technisch Machbaren in ökonomischer und sozialer Perspektive ab. Oberste Priorität haben dabei die Aspekt Versorgungssicherheit und -qualität für die Verbraucher.
Daneben ist eine Verträglichkeit der Energiekostenentwicklung sicherzustellen, d. h. es ist aufzuzeigen, wie eine Energieversorgung zu gestalten ist, die sowohl in technischer Hinsicht zukunftsfähig, aber auch für die Energieverbraucher bezahlbar ist und bleibt. Mit Blick auf die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Dresdner Unternehmen geht die Umsetzung der notwendigen Schritte zur Erreichung der Klimaschutzziele mit gleichbleibenden bzw. steigenden Wertschöpfungseffekten einher. Letztlich ergeben sich hieraus auch beschäftigungsrelevante Aspekte wie gesicherte und geschaffene Arbeitsplätze und positive Effekte für die Wettbewerbsfähigkeit.

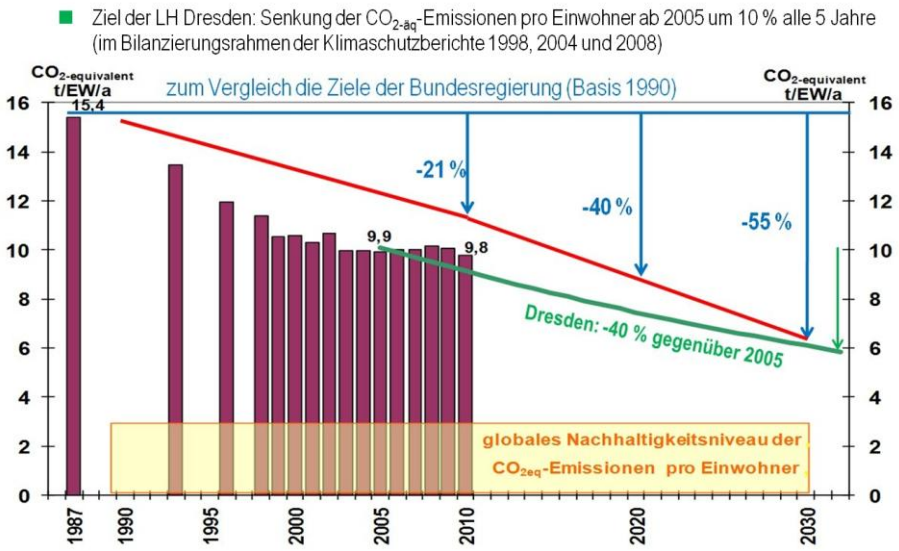
2.5 Reduzierter Bilanzierungsrahmen im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept und Notwendigkeit langfristiger kommunaler Konzepte

2.5.1 Reduzierter Bilanzierungsrahmen

Der in dieser Untersuchung zum IEuKK Dresden 2030 verwendete Analyserahmen unterscheidet sich in seiner Ausdehnung von der bisherigen CO_2-Bilanzierung der Landeshauptstadt Dresden. Dieser Betrachtungsrahmen wurde eingeschränkt, da bei einem kommunalen Energiekonzept nur der technische Energieeinsatz untersucht wird. Nichtenergetische Emissionen wurden nicht betrachtet. Bei den kommunalen Analysen, wie sie in den bisherigen Klimaschutz- und Umweltberichten Dresdens zur Anwendung kamen, wurde eine vollständige Gesamtbilanz der Treibhausgase vorgenommen. Diese orientierte sich an der nationalen Bilanz der Treibhausgase, wie sie im Rahmen der internationalen Klimaschutzvereinbarungen (z. B. im Kyoto-Protokoll) praktiziert wird. Damit sollten – theoretisch – alle Teilbilanzen in Deutschland in ihrer Summe die nationale Gesamtbilanz in der Emission klimarelevanter Gase ergeben. Nur damit kann gewährleistet werden, dass keine wesentlichen Bilanzierungslücken entstehen. Anderenfalls könnten trotz positiver Teilbilanzen Emissionssteigerungen in den verbleibenden Lücken erfolgen. Der sehr komplexen Klimaproblematik würde so kein adäquates Beobachtungs- und Reaktionsschema entgegen gesetzt werden.

Diese Analysemethode spiegelt sich in Abbildung 2—4 wider und ermöglicht eine, wenn auch grobe, Orientierung der einwohnerbezogenen Emissionsbilanzen und -zielsetzungen Dresdens an den absoluten Reduktionszielen der Bundesregierung.

Abbildung 2—4: Gesamtziele im Klimaschutz



Quelle: Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden, 2012

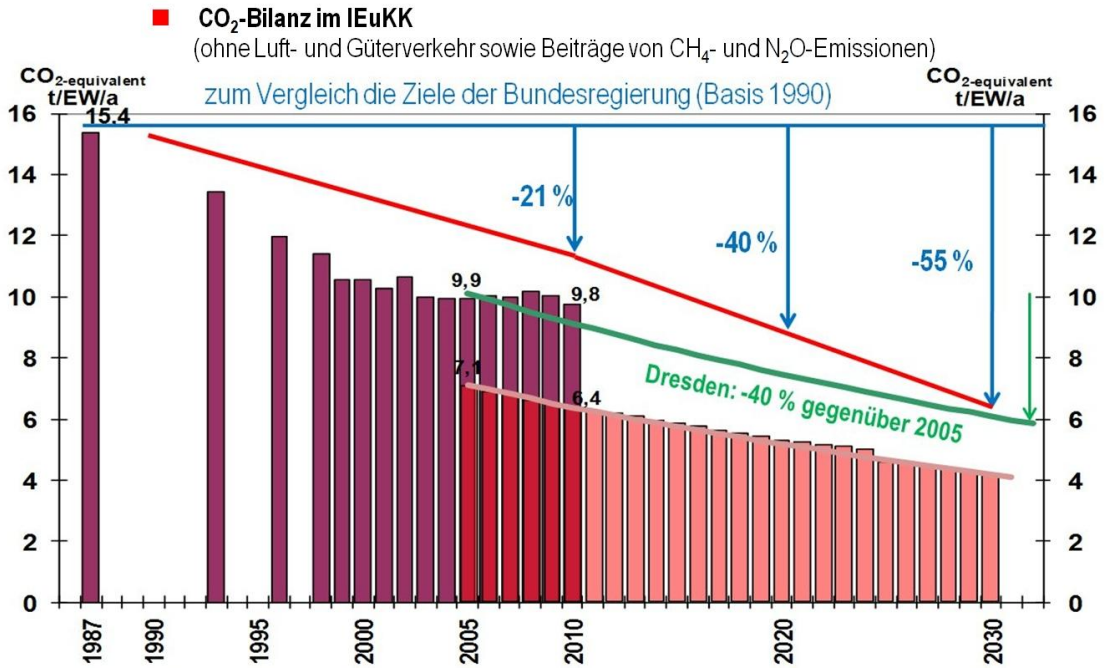
Im hier vorliegenden Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEuKK) werden allein die durch den Energieeinsatz bedingten Emissionen und Teile der Verkehrsemissionen betrachtet.

Der „VEP 2025+" betrachtet nur die Verkehrsemissionen innerhalb des Stadtgebietes (Inlandsprinzip). Hier wird also zusätzlich der Transitverkehr durch Dresden erfasst, der nach dem Inländerprinzip der Dresdner Bevölkerung nicht zuzurechnen ist.

Es bleiben Emissionssektoren unberücksichtigt, die nach der folgenden Abbildung 2-5 aufgezählt und ebenso nach dem Verursacherprinzip der Dresdner Bevölkerung zuzurechnen sind. In den im IEuKK nicht betrachteten Sektoren sind die kommunalen Einflussmöglichkeiten entweder gar nicht vorhanden oder sehr begrenzt. Mit diesen Einschränkungen entsteht ein reduzierter Bilanzrahmen, der im vorliegenden Konzept detailliert untersucht wurde. Auf diese Teilbilanz sind die Zielstellungen in der künftigen CO_2-Reduktion Dresdens aus der Mitgliedschaft im Klima-Bündnis europäischer Städte übertragen worden. Die daraus resultierende Bilanz und Zielvorgabe veranschaulicht die Abbildung 2—5.

Auch die im Konzept erfolgten Potenzialabschätzungen beziehen sich auf den dargestellten engeren Bilanzkreis. Das gewählte Vorgehen entspricht den Ergebnissen einer Forschungsstudie der Universität Stuttgart (Sippel 2011). Diese empfiehlt den Städten und Gemeinden, sich in ihren Klimaschutzbestrebungen auf eine Teilzielstellung zu beschränken, die diese aus eigenem Antrieb und mit den kommunal gegebenen Möglichkeiten tatsächlich erreichen können. Gleichzeitig sollte für die umfassendere Gesamtbilanz ein an den globalen Notwendigkeiten ausgerichtetes Reduktionsziel formuliert werden, für dessen Umsetzung nationale und internationale Rahmenbedingungen, wie z. B. ein funktionierender Handel mit CO_2-Emissionsrechten, erforderlich sind.

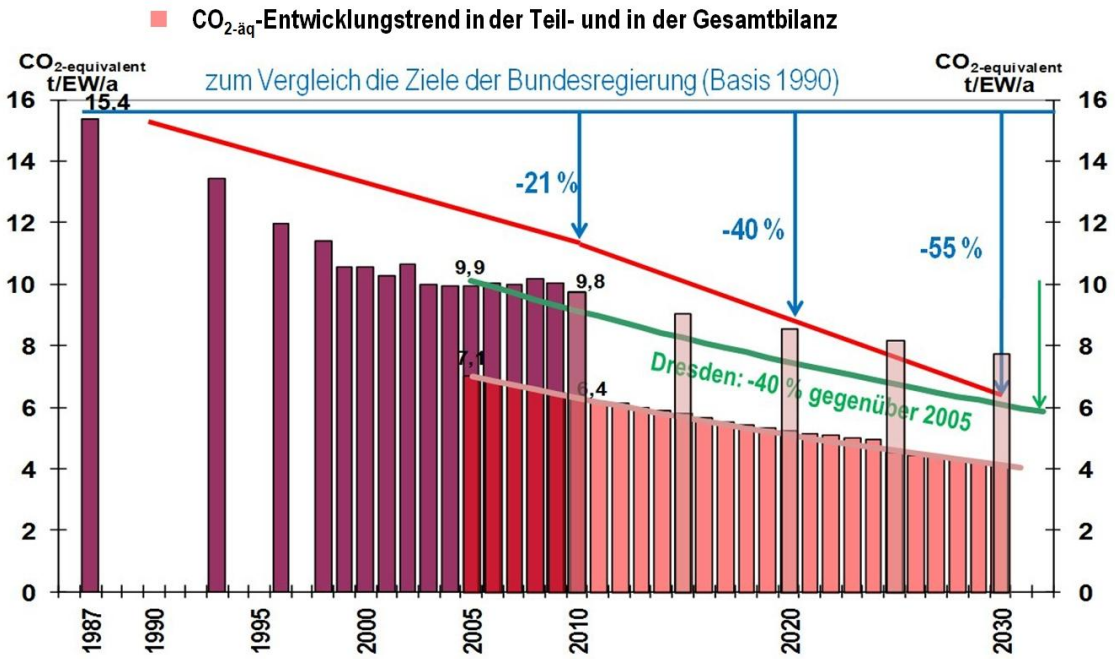
Abbildung 2—5: Teilziel und Bilanzwerte der CO2-Reduktion im IEuKK



Quelle: Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden, 2012

Die abgebildeten IEuKK-Bilanzen der Jahre 2005 bis 2010 sowie die Reduktions-Zielstellung bis 2030 liegen deutlich unter den Werten des bisherigen umfassenderen Bilanzrahmens. Es werden der Personen-Flugverkehr, der Straßen-, Schienen- und Luftgüterverkehr sowie die nicht energiebedingten Emissionen (z. B. durch Freisetzung von Methan und Distickstoffoxid aus Mülldeponien, Erdgasverluste, Landwirtschaft und Landnutzungsänderungen) ausgeklammert. Ein Erreichen der Gesamtzielstellung setzt dann für die Zukunft voraus, dass auch in diesen nicht untersuchten Sektoren eine adäquate prozentuale Treibhausgasminderung stattfindet. Hier sind jedoch vorrangig landes-, bundes- und europapolitische Entscheidungen gefragt. Werden in diesen Feldern keine ausreichenden Maßnahmen ergriffen, werden gemäß folgender Abbildung auch die Dresdner Klimaschutzverpflichtungen insgesamt nicht erfüllt werden können.

Abbildung 2—6: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in der IEuKK-Betrachtung und im Gesamtrahmen



Quelle: Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden, 2012

2.5.2 Hintergrundbetrachtung zu Anlass und Notwendigkeit der vorliegenden Untersuchung

Die Bundesregierung fördert im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative die Erstellung kommunaler Klimaschutzkonzepte, da der überwiegende Anteil künftig notwendiger Reduktionsmaßnahmen in den Städten und Gemeinden umgesetzt werden muss. Grundsätzlich bleibt jedoch zur Begründung einer umfassenden Untersuchung die Frage zu beantworten:

Sind Klimaschutz- und Energiekonzepte, wie das hier vorgelegte IEuKK, in dieser langfristigen Vorausschau der perspektivischen Entwicklung überhaupt nötig oder sollte man Planungs- und Investitionsentscheidungen nicht besser den jeweils aktuellen Einschätzungen und letztlich den bewährten marktwirtschaftlichen Regelungsmechanismen überlassen?

Vor allem begründen sich diese Notwendigkeiten vorausschauender Konzeptbetrachtungen aus der langen **Verzögerung**, mit der die künftigen Folgen der weltweiten Klimakrise (globaler Temperaturanstieg, Veränderung des kontinentalen und des jahreszeitlichen Witterungsverlaufs, zunehmend extremes Wettergeschehen, wie Hitzewellen, Dürren und Starkniederschläge u. a. m.) eintreten werden. Die gravierendsten Auswirkungen des registrierten Anstiegs der atmosphärischen Treibhausgaskonzentration laufen dem immer noch steigenden Verbrauch fossiler Energien und den damit verbundenen Emissionen um Jahrzehnte hinterher. Diese zeitliche Verzögerung zwischen Ursache und Wirkung beträgt 30 bis 80 Jahre, im Fall des Abschmelzens großer Gletscher noch wesentlich mehr.

Zudem läuft das Geschehen in den Klimaregionen der Welt sehr unterschiedlich hinsichtlich Tempo und Intensität ab. So wird die Reaktion in der natürlichen Vegetation bis hin zur Ertragslage in der Landwirtschaft oder im sukzessiven Auftauen von großflächigen Dauerfrostböden sowie dem Schmelzen des Grönlandeises viele Jahrhunderte betragen. Der einmal ausgelöste Erwärmungsprozess ist jedoch später nicht mehr zu stoppen. Etliche der genannten langfristigen Folgen führen wiederum zu einer Verstärkung des globalen Temperaturanstiegs in Form einer positiven Rückkopplung. Zum Beispiel setzt auftauender Permafrostboden große Mengen zusätzlicher Treibhausgase, insbesondere Methan, frei. Abschmelzende arktische Schnee- und Eisflächen verringern das Reflexionsvermögen der Erdoberfläche gegenüber der Sonneneinstrahlung stark. Eine stärkere Absorption der Solarstrahlung erhöht wiederum die mittlere Temperatur in diesen Regionen. Die Begrenzung der verheerenden Folgen des sich vollziehenden Klimawandels durch eine sofortige deutliche Verringerung der Treibhausgasemissionen ist daher das Gebot der Stunde und ein proaktives, vorausschauendes Handeln dringend erforderlich.

Reaktives Vorgehen kommt aus den dargestellten Gründen zu spät und in Anbetracht der damit verbundenen großen Risiken nicht in Frage. Allerdings ist unser gegenwärtiges Wirtschaftssystem mit den entstandenen Mechanismen der marktwirtschaftlichen Preisbildung für ein langfristig proaktives Vorgehen nicht eingerichtet. Die sonst sehr effektive Selbstregulation der Marktwirtschaft ist überfordert. Denn wenn sich die durch den globalen Klimawandel verursachten volkswirtschaftlichen Schäden in den Marktpreisen vollends niederschlagen, ist aus den Gründen der zuvor dargelegten zeitlichen Verzögerungen ein adäquates Handeln nicht mehr möglich. Die eingetretenen Veränderungen würden aus dem Ruder laufen. Der Trend zunehmender Klimaschäden wäre über Generationen hinweg irreversibel.

Gleiches trifft für die **sich erschöpfenden fossilen Energiequellen** zu. Wenn erst mit dem absehbaren Ende der Erdölförderung bzw. mit der vorausgehenden drastischen Verknappung und den damit verbundenen Preissignalen ein reaktives Handeln der Marktkräfte einsetzt, kommen die erforderlichen Technologieentwicklungen für eine Abwendung globaler Versorgungskrisen viel zu spät. Daher müssen zukunftsfähige Energieprogramme mit mehreren Jahrzehnten Vorlauf entwickelt und umgesetzt werden. Eine allein auf betriebswirtschaftlichen Entscheidungskriterien basierende Strategie der lokalen und nationalen Energiewirtschaft erscheint in zunehmendem Maße fahrlässig.

Die wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Strategie muss daher auch aus diesen Gründen zur vorausschauenden Stabilisierung unserer Entwicklung durch weitsichtige Energie- und Klimaschutzprogramme ergänzt werden. Der notwendige Umbau eines kommunalen Energiesystems erfordert eine strategische Sichtweise sowie einen Planungsvorlauf über mehrere Jahrzehnte.

Ist ein strategisches Konzept aus kommunaler Sicht erforderlich, wenn wesentliche Befugnisse und Verantwortlichkeiten im Energie- und Klimabereich auf Bundes- und Landesebene angesiedelt sind?

Die beschlossene Energiewende für Deutschland führt zu einer stärkeren Dezentralisierung der Versorgung. Diese Entwicklung ergibt sich zwangsläufig mit dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie und der erweiterten Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Dies stärkt die Position der Stadtwerke und regionalen Versorger. Mit der Verlagerung der Erzeugungsschwerpunkte aus der Verbundnetzebene heraus müssen auch die Verantwortlichkeiten für die Versorgungssicherheit und die Netzstabilität auf breitere Schultern verteilt werden. Daher ist es erforderlich, dass in dem vorliegenden Konzept nicht nur Energie- und Emissionsbilanzen untersucht sondern auch die perspektivischen Möglichkeiten der lokalen Bereitstellung von Regelenergien und einer Steuerung des Verbrauchsmanagements über intelligente Netztechniken, Speichermöglichkeiten sowie innovativer Mess- und Zählertechnik betrachtet werden. Man kann mit Fug und Recht von einer bevorstehenden technischen Revolution im Energiesektor des 21. Jahrhunderts sprechen. Große Teile der damit verbundenen Herausforderungen müssen von den Kommunen bewältigt werden.

Ferner können beträchtliche volkswirtschaftliche Kosten gespart werden, wenn eine lokale und regionale Netzstabilisierung dazu beiträgt, die Aufwendungen für notwendige Netzausbaustrategien und Speicherungsmöglichkeiten im Stromsektor zu begrenzen. Dieser Ausbau kann ansonsten zu einem vorrangigen Kostentreiber der Elektrizitätsversorgung werden. Entsprechende Initiativen auf dezentraler Ebene tragen dazu bei, den Anstieg der Strompreise für Industrie und Haushalte in einem verträglichen Rahmen zu halten.

3. RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN KOMMUNALEN KLIMASCHUTZ IN DRESDEN

Die für die Landeshauptstadt Dresden im Rahmen dieses Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes zu erarbeitenden Maßnahmen stehen im Kontext zu den rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen des Bundes und der EU, des Freistaates Sachsen und der Landeshauptstadt Dresden. Ihre Beachtung ist die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung des Konzepts. Dieses Kapitel gibt – mit besonderem Fokus auf die klima- und energiepolitischen Zielsetzungen des Freistaates Sachsen und der Landeshauptstadt Dresden – eine Übersicht der wesentlichen politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen. Strategien zur Klimawandelanpassung, darunter auch Forschungsprojekte, werden im vorliegenden Konzept nicht betrachtet.

3.1 Überblick internationale, europäische und deutsche Rahmenbedingungen

Auf **internationaler Ebene** sind im Kyoto-Protokoll aus dem Jahr 1997 erstmalig konkrete Ziele zur Reduktion der Treibhausgase festgelegt worden. In Kraft trat das Kyoto-Protokoll erst 2005, da dann erst die nötige Anzahl an unterzeichnenden Staaten vorhanden war. Deutschland hat sich im Rahmen des Kyoto-Protokolls dazu verpflichtet, 21 Prozent seiner CO_2-Emissionen im Vergleich zum Basisjahr 1990 zu reduzieren (BMU 2012a). Das Unterzeichnen eines Nachfolgeabkommens des 2012 ablaufenden Kyoto-Protokolls ist Gegenstand der jährlich stattfindenden Klimaschutzkonferenzen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC).
Das Ergebnis der im Dezember 2009 in Kopenhagen stattgefundenen Klimaschutzkonferenz war der sogenannte „Copenhagen Accord", welchen die Staats- und Regierungschefs lediglich zur Kenntnis genommen haben (UNFCCC 2010). Im Dezember 2011 einigte man sich auf der Klimaschutzkonferenz in Durban darauf, ab 2020 einen Nachfolge-Vertrag für das Kyoto-Protokoll zu etablieren. Dieser soll auch die Schwellenländer mit einbeziehen. Ferner wurde vereinbart, dass Kyoto Protokoll um eine zweite Verpflichtungsperiode zu verlängern, die ab dem 1. März 2013 in Kraft tritt. Bis 2020 sollten die Mitgliedsstaaten des Kyoto-Protokolls 25 bis 40 Prozent ihrer Emissionen reduzieren. Konkrete Verpflichtungsziele und -perioden sollen auf Klimagipfel 2012 in Katar festgelegt werden.

Auf **europäischer Ebene** sind in der Mitteilung der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2007 zur „Begrenzung des globalen Klimawandels auf zwei Grad Celsius – der Weg in die Zukunft bis 2020 und darüber hinaus" sehr ambitionierte Ziele verankert. Darin empfiehlt die Kommission unter anderem eine Verbesserung der Energieeffizienz, eine Verminderung der Treibhausgasemissionen und eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung um jeweils 20 Prozent bis zum Jahre 2020. Zur Realisierung dieser Ziele wurde 2008 das Klima- und Energiepaket der EU verabschiedet, das die Mitgliedsländer zu verbindlichen nationalen Zielvorgaben verpflichtet.
In der 2010 von der EU-Kommission veröffentlichten Mitteilung „Energie 2020 – Eine Strategie für wettbewerbsfähige, nachhaltige und sichere Energie" sind die Leitlinien der künftigen EU-Energiepolitik definiert. Zu den Prioritäten zählen:

(1) den Energieverbrauch in Europa begrenzen
(2) einen europaweit integrierten Energiemarkt schaffen
(3) die Verbraucherautonomie stärken und das höchste Niveau an Sicherheit und Gefahrenabwehr erreichen
(4) die Führungsrolle Europas im Bereich der Energietechnologien und -innovation ausbauen
(5) die externe Dimension des EU-Energiemarkts stärken

Im zweiten Halbjahr 2011 wurde von der Europäischen Kommission der Energiefahrplan 2050 veröffentlicht. Dieser bildet den langfristigen Rahmen für die europäische Energiepolitik. Er wird von der 2010 veröffentlichten Mitteilung zur Energiestrategie 2020 unterstützt. Wesentliches Ziel des Energiefahrplans ist die Senkung der CO_2-Emissionen um mehr als 80 Prozent bis zum Jahr 2050. Im Energiefahrplan 2050 werden für die Umsetzung dieses Zieles Lösungswege aufgezeigt.

Übergeordnetes Ziel ist die Dekarbonisierung des Energiesystems, wofür verschiedene Szenarien entwickelt wurden.

Die **deutschen Klimaschutzziele** sehen eine Reduktion der Treibhausgase um 40 Prozent bis 2020 und um mindestens 80 Prozent bis 2050 gegenüber dem Basisjahr 1990 vor. Gleichzeitig strebt die Bundesregierung einen Anteil der erneuerbaren Energien in Höhe von 18 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch an (Bundesregierung 2011). Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch soll ebenfalls erhöht werden: 50 Prozent bis 2030 und 80 Prozent bis 2050 (Bundesregierung 2011:5). Die konkreten Maßnahmen, wie die formulierten Klimaschutzziele auf bundesdeutscher Ebene erreicht werden sollen, sind im „Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP)" formuliert. Das Programm wurde im August 2007 verabschiedet und bildet die Grundlage für die Ziele bis 2020. Hervorzuheben ist, dass – trotz des beschlossenen Atom-Ausstiegs im Jahr 2000 – für die Zeit des Übergangs von Atomkraft zu erneuerbaren Energien die Laufzeiten von Kernkraftwerken im Durchschnitt um zwölf Jahre verlängert wurden. Eine Wende erfuhr diese Politikrichtung im Frühjahr 2011, als es im japanischen Fukushima zu einer Kernschmelze kam. Im Anschluss wurde die Rolle der Kernenergie von Seiten der Bundesregierung neu bewertet und Ergänzungen im Energiekonzept vorgenommen. Unter anderem wurde eine schnellere Stilllegung der Kernkraftwerke in Deutschland bis 2022 vereinbart, wobei einige Kraftwerke unmittelbar vom Netz genommen wurden.

Zur Erreichung ihrer klimapolitischen Ziele ist die Bundesregierung auf die Zusammenarbeit mit den Bundesländern und Kommunen angewiesen. Städte und Kommunen haben das größte Potenzial tatsächlich Emissionen einzusparen. Ohne die Beteiligung der kommunalen Ebene kann die Bundesregierung ihre nationalen und die EU ihre supranationalen Klimaschutzziele nicht erreichen. Um Anreize für die Umsetzung von klimaschonenden Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen zu setzen, fördert der Staat eine Reihe von Aktivitäten in den Kommunen durch verschiedene Förderprogrammen. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) oder das Marktanreizprogramm (MAP) sind hierbei wesentliche Mechanismen, um den Ausbau von erneuerbaren Energien anzustoßen und zur Umstellung des deutschen Energiesystems beizutragen. Darüber hinaus initiierte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2008 die „Nationale Klimaschutzinitiative", um die vorhandenen Potenziale zur Treibhausgasreduzierung kostengünstig zu erschließen (BMU 2011a). In diesem Rahmen wurden sechs Teilprogramme aufgelegt, von denen der Projektträger Jülich neben anderen Programmen das „Förderprogramm für Kommunen, soziale und kulturelle Einrichtungen" umsetzt.

3.2 Freistaat Sachsen

Die Ausgestaltung der sächsischen Energie- und Klimapolitik orientiert sich an den internationalen, europäischen und nationalen Vorgaben und konkretisiert sie auf Landesebene durch eigene Klima- und Energieprogramme und Gesetze, die die landesspezifischen Ressourcen und energetischen Möglichkeiten berücksichtigen, wie etwa die weitere Förderung der Braunkohleverstromung oder den Mix erneuerbarer Energien in Sachsen.

Im Folgenden werden die Prioritäten der sächsischen Energiepolitik in Hinblick auf die Erstellung eines integrierten Klima- und Energiekonzepts für die Landeshauptstadt Dresden dargestellt. Damit ist sichergestellt, dass für das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Dresden Vorschläge erarbeitet werden, die mit den Vorgaben des Freistaates korrespondieren.[10]

3.2.1 Strategien und Ziele

Das Energie- und Klimaprogramm des Freistaates Sachsen (Entwurf vom 12.10.2011) definiert die angestrebten Energie- und Klimaziele für den Freistaat Sachsen. Die qualitativen Aussagen des zukünftigen Energie- und Klimaprogramms Sachsens werden, soweit vorhanden, um quanti-

[10] Welche Dokumente zur Analyse der Rahmenbedingungen auf Landeebene verwendet wurden, kann Anlage 1 entnommen werden.

tative Zielsetzungen ergänzt. Dabei werden auch die verfügbaren Aussagen aus dem Hintergrundpapier des Umweltministeriums (SMUL 2009) hinzugezogen. Die Energiepolitik der Sächsischen Staatsregierung konzentriert sich auf vier Ziele: Steigerung der Energieeffizienz, Gestaltung eines zukunftsfähigen Energiesystems, Bereitstellung von Energietechnologien und Stärkung der Energiebranche. Für die Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes der Landeshauptstadt Dresden sind besonders die beiden erstgenannten Ziele wichtig, da sich die zu entwickelnden Klimaschutzmaßnahmen an diesen politischen Zielvorgaben orientieren werden. Der Fokus liegt daher auf der Steigerung der Energieeffizienz und der Gestaltung eines zukunftsfähigen Energiesystems.

3.2.1.1 Steigerung der Energieeffizienz

Die Sächsische Staatsregierung sieht für den Bereich der Energieerzeugung durch Braunkohlekraftwerke, die in Sachsen die Primärenergiequelle darstellen, keine weiteren Energieeffizienzpotenziale. Die sächsischen Braunkohlekraftwerke wurden nach 1990 neu errichtet oder saniert. Stattdessen wird eine Erhöhung der Energieeffizienz im Erzeugungsbereich durch den weiteren Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung angestrebt. Der Ausbau soll nach den Bedarfen des Industrie- und Gewerbesektors sowie der öffentlichen Dienstleistungen erfolgen. Der Freistaat Sachsen favorisiert den Ausbau von Biomasse-Anlagen (SMWA/SMUL 2011:28).

Weitere Energieeffizienzpotenziale bestehen für den Verkehrssektor, da dieser den zweitgrößten Anteil am Endenergieverbrauch hat. Im Straßenverkehr könnten folgende Maßnahmen zu einer Steigerung der Energieeffizienz führen: Nutzung energieeffizienter Verkehrsmittel im Güterverkehr, Optimierung der Transportprozesse im Güterverkehr, Bereitstellung eines verbesserten ÖPNV-Angebots, Stärkung des Fahrrad- und Fußgängerverkehrs sowie Verwendung alternativer Kraftstoffe. Zudem unterstützt die Sächsische Staatsregierung den Ausbau der Elektromobilität (SMWA 2011: 30ff).

3.2.1.2 Zukunftsfähiges Energiesystem

Im aktuellen Entwurf des Energie- und Klimaprogramms ist vorgesehen, den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch auf ein Drittel in den nächsten zehn Jahren zu erhöhen. Die angestrebten Maßnahmen umfassen einen Erneuerbare-Energien-Mix aus Windenergie, Photovoltaik und Bioenergie. Zudem spricht sich die Sächsische Staatsregierung dafür aus, erneuerbare Energien zur wirtschaftlichen Wärmeerzeugung, zur Gebäudeheizung, Prozesswärmebereitstellung sowie zur Kälteerzeugung einzusetzen (SMWA 2011:36f).[11]

Die Energiepolitik des Freistaat Sachsens wird um eine konkrete klimapolitische Strategie ergänzt. Zu den vier strategischen Klimazielen des Freistaates zählen die Klimaentwicklung beobachten und Klimawissen bereitstellen, Betroffenheit ermitteln, Klimafolgen abschätzen und Anpassungsstrategien entwickeln, Treibhausgasemissionen mindern und Forschung fördern, Bildung erweitern und Kooperationen ausbauen. Damit legt der Freistaat Sachsen einen deutlichen Schwerpunkt auf Maßnahmen, die eine Anpassung an den Klimawandel fördern (Adaptionsstrategie). Gleichzeitig sind aber auch die Vorgaben zur Minderung der Treibhausgasemissionen relevant, weil sich die zu entwickelnden Klimaschutzmaßnahmen in Dresden daran orientieren werden.

Ziel der Sächsischen Staatsregierung ist eine Reduzierung der jährlichen CO_2-äq-Emissionen des Nicht-Emissionshandelssektors bis zum Jahr 2020 um 25 Prozent gegenüber 2009. Hierdurch könnten 5,8 Mio. Tonnen CO_2 eingespart werden. Die höchsten CO_2-äq-Emissionen im Nicht-Emissionshandels-Sektor werden durch Haushalte und Verkehr verursacht. Deshalb plant die Staatsregierung eine Verringerung des fossilen Heizenergiebedarfs bis 2020 um 25 Prozent und Einsparmaßnahmen im Verkehr von 22 Prozent (SMWA 2011: 69). Konkrete Maßnahmen, um den fossilen Heizenergiebedarf zu reduzieren, sind in einem Hintergrundpapier des Sächsischen Umweltministeriums aus dem Jahr 2009 formuliert:

[11] Siehe im Detail Anhang 2.

- Steigerung der energetischen Sanierungsrate[12] von ein auf zwei Prozent
- Erhöhung des Passivhausstandards an Neubauten auf 50 Prozent bis 2020
- Anwendung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (Neubau)
- Finanzielle Verstärkung der KfW-Programme (SMUL 2009: 3)
- Umsetzung der Energieeinsparverordnung EnEV 2009

Als Maßnahmen zur Reduzierung der Verkehrsemissionen kommen sowohl Verringerungen des CO_2-Ausstoßes von PKW auf 120 g CO_2 pro Kilometer bis 2015 in Betracht als auch eine bessere Fahrzeugauslastung. Darüber hinaus wird die Stärkung des ÖPNV und/oder Schienenverkehrs empfohlen, um einen Rückgang der PKW-Fahrleistungen und damit eine bessere CO_2-Bilanz zu erreichen (SMUL 2009: 4).

3.2.2 Rechtsakte

Folgende Gesetze und Verordnungen sowie Richtlinien des Freistaates Sachsen sind für die Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes zu berücksichtigen:

Tabelle 3-1: Landesgesetzgebung zu den Themenbereichen Energieeffizienz, Energieeinsparung, Förderung erneuerbarer Energien und Klimaschutz, Freistaat Sachsen

Gesetze/Verordnungen des Freistaates Sachsen
Gesetz über Zuständigkeiten auf dem Gebiet der Energieeinsparung vom 24.04.1996, Fassung gültig ab: 01.08.2008
Gesetz zur Übertragung der Aufgaben nach dem Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz vom 05.05.2004, rechtsbereinigt mit Stand vom 01.08.2008
Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit über energierechtliche Zuständigkeiten vom 03.04.2006, Fassung gültig ab: 06.05.2006
Förderrichtlinie Energieeffizienz und Klimaschutz RL EuK/2007
EnEV-Durchführungsverordnung SächsEnEVDVO

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011b, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Darüber hinaus sind im Landesentwicklungsplan wesentliche Rahmenbedingungen hinsichtlich der Energieversorgung und der Nutzung der erneuerbaren Energien festgelegt.

Tabelle 3-2: Aspekte der Energieversorgung und Nutzung erneuerbarer Energien im Landesentwicklungsplan, Freistaat Sachsen 2003

Landesentwicklungsplan 2003
Kapitel 11 Energieversorgung und Erneuerbare Energien
Energieversorgung soll sicher, kostengünstig sowie umwelt- und sozialverträglich sein. Sie soll sich auf ein breites Angebot an Energieträgern stützen. In allen Bereichen ist es erforderlich, Energie zu sparen und die Effizienz der Energienutzung zu erhöhen. Die Verstromung der sächsischen Braunkohle mit modernen Technologien soll langfristig gesichert werden. Der Anteil erneuerbarer Energien am Energieaufkommen soll weiter erhöht werden.
Die Träger der Regionalplanung sollen im Rahmen ihrer Moderations- und Koordinierungsaufgaben darauf hinwirken, dass unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten der Anteil der energetischen Nutzung insbesondere von Biomasse, Biogas, Solarenergie, Geothermie, Windenergie sowie von Wasserkraft am Endenergieverbrauch entsprechend dem Klimaschutzprogramm und dem Energieprogramm des Freistaates Sachsen ausgebaut wird. Sofern dazu konzeptionelle Grundlagen vorliegen, sollen die Regionalpläne Festlegungen zur räumlichen Nutzung erneuerbarer Energien beinhalten.
In den Regionalplänen sind die räumlichen Voraussetzungen für die Nutzung von Windenergie zu sichern. Dabei ist zur räumlichen Konzentration eine abschließende flächendeckende Planung vorzunehmen.
Neu zu errichtende Nahwärmeversorgungssysteme in verdichteten Gebieten sollen unter gegebenen ökonomischen und ökologischen Voraussetzungen vorzugsweise auf dem Einsatz erneuerbarer Energien (insbesondere der Nutzung der Biomasse) und der Kraft-Wärme-Kopplung beruhen.
Das Tankstellennetz für gasbetriebene Kraftfahrzeuge soll flächendeckend ausgebaut werden.

Quelle: SMI 2003, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

[12] Es wird eine einheitliche Sanierungsrate für Dresden angenommen. Das heißt, es wurde nicht getrennt nach von Fernwärme versorgten und nicht von Fernwärme versorgten Gebieten.

Weitere klima- und energiepolitische Vorgaben enthält der Regionalplan Oberes Elbtal/ Osterzgebirge, in dem die folgenden Grundsätze bzw. Ziele für das zu entwickelnde Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept relevant sind. Insbesondere die Aspekte Luftreinhaltung und Klimaschutz sowie erneuerbare Energien sind Kernthemen, die auch im Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept betrachtet werden. Zudem finden sich im Landesentwicklungsplan (G 11.3) und Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge (G12.02) wesentliche Angaben zu der Nutzung von **Biomasse.** Das größte Potenzial erneuerbarer Energien in Sachsen wird nach der Biomasse der **Windenergie** zugeschrieben (Regionalplan 2009: A17). Jedoch sind aufgrund der hohen Siedlungsdichte und der besonderen Landschaft die Möglichkeiten für einen weiteren Ausbau der Windenergieanlagen begrenzt. Dies gilt sowohl für die Landeshauptstadt Dresden als auch für Teile des Regionalen Planungsverbandes Oberes Elbtal/Osterzgebirge (Klimaschutzbüro 2011).

Tabelle 3-3: Energie- und klimaschutzpolitische Aspekte im Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge, Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2009

Regionalplan 2009/Fortschreibung	
Relevante Grundsätze	
Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft sowie Jagdwesen	Die in der Land- und Forstwirtschaft vorhandenen großen Potenziale für die Energiegewinnung aus Biomasse und Biogas sollen verstärkt und naturschutz-, landschafts- und raumverträglich genutzt werden. [G12.02]
Energieversorgung und Nutzung erneuerbarer Energien	Bündelung neuer regionaler Leitungssysteme mit bestehenden lienerare Infrastrukurelementen auf den Achsen. [G14.1.1]
Relevante Ziele	
Energieversorgung und Nutzung erneuerbarer Energien	Bei Wasserkraftnutzungen ist eine ökologisch notwendige und dem Abflussregime angepasste Wasserführung sowie die Durchgängigkeit des Gewässers für die jeweils dort lebensraumtypisch vorkommenden Organismen zu gewährleisten. [Z 14.2.7]
	Die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen innerhalb nachfolgender Gebiete ist unzulässig: - Überschwemmungsgebiete, - Waldbestände, - Vorranggebiet (VRG) Natur und Landschaft, Landwirtscha Weinbau, Wasserressourcen (Zonen I und II), Waldmehrung, Hochwasserschutz, Hochwasserrückhaltebecken, oberflächennahe Rohstoffe, Straßenbau, - Regionale Grünzüge oder Grünzäsuren, - siedlungsklimatisch bedeutsame Bereiche, - Gebiete mit hohem landschaftsästhetischen Wert, - landschaftsprägende Höhenrücken, - Kuppen und Hanglagen, - sichtexponierter Elbtalbereich - Kleinkuppenlandschaften, - siedlungstypische historische Ortsrandlagen. [Z 14.2.8]

Quelle: Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2009, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

3.2.3 Institutionen und Instrumente

Für die Initiierung, Umsetzung und Erforschung von klimapolitischen Strategien verfügt der Freistaat Sachsen über verschiedene Institutionen und Instrumente.

Im Bereich der **Institutionen** zählt die Sächsische Energieagentur GmbH (SAENA) zu einem der wesentlichen Akteure im Bereich Klimaschutz. Sie informiert zu den Themen erneuerbare Energien und zukunftsfähige Energieversorgung sowie zu den Möglichkeiten einer effizienten Energienutzung. Sie ist ein Unternehmen der Sächsischen Staatsregierung und der Sächsischen Aufbaubank - Förderbank. Die SAENA bietet Informationen zu alternativen Energien und Energieeffizienz mit Hilfe von Modellprojekten, Fach- und Weiterbildungsveranstaltungen, Informationsmaterialen, Kampagnen, Aktionstagen oder Symposien. Vorgänger der SAENA, die 2007 gegründet wurde, war das Sächsische Energieeffizienzzentrum (EEZ), das von 2002 an für die Umsetzung von energiebezogenen Maßnahmen des sächsischen Klimaschutzprogramms zuständig war (Klimaschutzbericht 2005: 38).

Bei den **Instrumenten** ist zwischen formellen und informellen Instrumenten zu unterscheiden. Formelle Instrumente haben eine rechtliche Verankerung, wie beispielsweise in der Bauleitpla-

nung. Diese sind in der Regel top-down organisiert. Informelle Instrumente hingegen zeichnen sich durch eine kooperative oder andere zum Teil nur sehr lose Vereinbarungen aus. Sie sind in der Regel bottom-up organisiert. Ein solches Instrument ist beispielsweise das Programm der SAENA zum „Sächsischen Gewerbeenergiepass" aus dem Jahr 2008. Dahinter steht eine Energieberatung für Unternehmen, die sowohl eine Analyse des Ist-Zustandes als auch Maßnahmenvorschläge zur Energieeffizienz beinhaltet (Energie- und Klimaprogramm 2011: 29). Die Auswahl informeller Instrumente zur Förderung des Klimaschutzes ist recht unterschiedlich und reicht von dem genannten „Sächsischen Gewerbeenergiepass" bis hin zur Unterstützung europäischer Initiativen wie beispielsweise dem „European Energy Award" durch die Sächsische Landesregierung.

3.3 Landeshauptstadt Dresden

Die Umsetzung der nationalen und landespolitischen Vorgaben auf kommunaler Ebene beschließt – sofern nicht bereits eine rechtliche Ermächtigung vorhanden ist – der Dresdner Stadtrat. In Kapitel 3.3.1 werden konzeptrelevante Stadtratsbeschlüsse dargestellt und nach den Bereichen Stadtentwicklung, erneuerbare Energien und Energieeffizienz sowie Verkehr differenziert ausgewertet. Im Anschluss wird auf die bislang formulierten Ziele und bisher bestehende Verpflichtungen (Klimabündnis) eingegangen. Abschließend erfolgt ein Überblick über die energie- und klimapolitischen Beschlüsse des Stadtrats und deren qualitative Aussagen.[13]

3.3.1 Strategien, Ziele und Bündnisse

Als langfristige bzw. strategische Zielstellung der Landeshauptstadt Dresden wird die Reduzierung der Treibhausgasemissionen auf einen Wert von 2,5 Tonnen CO_2-äq je Einwohner und Jahr im Zeitraum 2050 bis 2080 angestrebt. Diese Zielstellung stimmt mit den Zielen des Energiekonzepts der Bundesregierung überein, die eine CO_2-äq-Reduktion von 80 bis 95 Prozent bis 2050 vorsieht (Bundesregierung 2011: 5).

Mittelfristige Zielstellungen, die an das integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept geknüpft sind, leiten sich aus den wesentlichen Meilensteinen zur Erreichung des langfristigen Ziels ab. Diese Meilensteine entsprechen einer jeweils zehnprozentigen Reduktion der Pro-Kopf-Treibhausgasemission der Einwohner Dresdens alle fünf Jahre bis 2030. Ausgangswert ist der CO_2-äq-Emissionswert pro Kopf aus dem Jahre 2005 (siehe Abschnitt 2.5.1). Daraus folgt ein Reduktionserfordernis von 41 Prozent bis 2030 ab dem Jahr 2005. Dresdens „Weg zu höchster Energieeffizienz" entspricht damit in etwa dem Entwicklungspfad, den das Energiekonzept der deutschen Bundesregierung vorsieht. Um die langfristige Zielstellung zu erreichen, sind jedoch mindestens weitere 40 Prozent CO_2-äq-Reduktion pro Kopf zwischen 2030 und 2050 notwendig.

Als kurzfristige Zielstellung der Landeshauptstadt Dresden bis 2020 ist die Reduktion der CO_2-äq-Emissionen um 25 Prozent gegenüber 2010 bzw. 27 Prozent Reduktion gegenüber 2005 zu erreichen. Die hier genannten Zielstellungen ergeben sich aus den Verpflichtungen des Klima-Bündnisses der europäischen Städte, dem die Landeshauptstadt Dresden bereits 1994 beigetreten ist.[14]

3.3.2 Stadtratsbeschlüsse

Für die Landeshauptstadt Dresden sind verschiedene Beschlüsse des Stadtrates, die z. T. bereits vor mehreren Jahren gefasst wurden, für die Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts (IEuKK) relevant.

[13] Welche Dokumente im Wesentlichen zur Analyse berücksichtigt wurden, kann Anhang 3 entnommen werden.
[14] Eine Liste der Partnerschaften, Bündnisse und Netzwerke, denen die Landeshauptstadt im Bereich des Klimaschutzes angehört, und weitere Beschlüsse, die den kommunalen Klimaschutz in Dresden tangieren, finden sich in Anhang 4.

Neben der Verpflichtung, die CO_2-Reduktionsziele zu erfüllen, ist Dresden als Mitglied im Klima-Bündnis dazu verpflichtet, regelmäßig Bericht zu erstatten. Diesem Anliegen dienen die bisherigen drei Klimaschutzberichte aus den Jahren 1998, 2004 und 2008.

- 1998: Erster Bericht zur CO_2-Reduktion und kommunales Rahmenprogramm zur Verminderung der Emissionen von Kohlendioxid und Methan
- 2004: Zweiter Bericht der Landeshauptstadt Dresden zur Verminderung der Emission von Kohlendioxid (CO_2) und zur Erfüllung und Fortschreibung des CO_2-Rahmenprogramms
- 2008: Dritter kommunaler Klimaschutzbericht und künftige Handlungserfordernisse in der Kohlendioxid-Reduktion

Der Bericht von 2008 gibt eine Übersicht zu den Erfolgen und Versäumnissen sowie den zukünftigen Aussichten bei den Bemühungen, Treibhausgase dauerhaft zu reduzieren. Der dritte Klimaschutzbericht übersetzt dabei nationale Minderungsszenarien und -strategien in einen lokalen Kontext. Unter anderem werden aktuelle Ergebnisse der Klimaforschung und Temperaturveränderungen (Extremwerte) dargestellt, sofern ein Bezug zum Klimawandel erkennbar ist. Neben den Möglichkeiten zur Verminderung von Treibhausgasemissionen wird zudem erstmalig auf lokale Anpassungsstrategien gegen die Folgen des Klimawandels eingegangen. Der Bericht verfolgt somit eine Doppelstrategie: Einerseits sieht er die Minderung der Treibhausgasemissionen durch die Umsetzung im Bericht benannter Maßnahmen und weiterführender Beschlüsse vor, andererseits formuliert er die Notwendigkeit der Anpassung an die Folgen des sich vollziehenden Klimawandels, beispielsweise durch die Umsetzung spezieller Projekte wie REGKLAM[15] (2008 - 2013). Der Bericht enthält eine Prioritätenliste für die zukünftigen klimapolitischen Handlungserfordernisse in Dresden. Auf Grundlage der Prioritätenlisten sind Umsetzungsmaßnahmen für die Landeshauptstadt Dresden zu entwickeln.
Im Folgenden werden die oben genannten städtischen Dokumente sowie die für den Klimaschutz wesentlichen Stadtratsbeschlüsse vorgestellt. Tangierende Beschlüsse sind im Anhang 34 aufgeführt.

Tabelle 3-4: Ausgewählte Beschlüsse des Stadtrates zur Klima- und Energiepolitik, Landeshauptstadt Dresden, Stand 2011

Beschlüsse	Jahr
Beschluss für den Beitritt zum Klima-Bündnis europäischer Städte (V2803-87-94)	1994
Kenntnisnahme: Erster Bericht zur CO_2-Reduktion und Kommunales Rahmenprogramm zur Verminderung der Emissionen von Kohlendioxid und Methan (V2760-69-98)	1998
Kenntnisnahme: Zweiter Bericht der Landeshauptstadt Dresden zur Verminderung der Emission von Kohlendioxid (CO_2) und zur Erfüllung und Fortschreibung des CO_2-Rahmenprogramms (V3781-71-04)	2004
Umsetzung des CO_2 -Rahmenprogramms und Konkretisierung der Ziele im Klimaschutz und zur Klimafolgenvorsorge (A0413-56-07)	2007
Kenntnisnahme: Dritter Kommunaler Klimaschutzbericht und Beschluss künftiger Handlungserfordernisse in der Kohlendioxid-Reduktion (V2572-76-08)	2008
Unterzeichnung der "Erklärung der Hamburg City Climate Conference"	2009
Unterzeichnung der „Erklärung der EUROCITIES zum Klimawandel"	2010
Beschluss zur Erarbeitung eines Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes für die Landeshauptstadt Dresden (V0837/10, UK/024/2011 vom 31.01.2011)	2011

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011b, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

[15] REGKLAM steht für Regionales Klimaanpassungsprogramm der Modellregion Dresden.

3.3.2.1 Stadtentwicklung

Im Bereich der Stadtentwicklung sind der Flächennutzungsplan, der in der Entwurfsfassung vorliegende Flächennutzungsplan 2011, das Planungsleitbild Innenstadt 2008, der Landschaftsplan, das integrierte Stadtentwicklungskonzept (INSEK) und sowie der Stadtratsbeschluss zum Modellprojekt Hafencity zu berücksichtigen.

Das seit 2002 bestehende **Integrierte Stadtentwicklungskonzept Dresden (INSEK)** geht auf Aspekte und Möglichkeiten des Klimaschutzes der Stadtentwicklung innerhalb Dresdens ein. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei der Vorrang der Innen- vor der Außenentwicklung, der auch schon im Planungsleitbild Innenstadt aufgegriffen wurde. Im Interesse des Klimaschutzes und der Effizienz der vorhandenen Energieversorgungs- (Fernwärme) und öffentlicher Nahverkehrssysteme sollte die Einwohnerdichte innerstädtisch nach Möglichkeit gesteigert werden.
Prioritäre Ziele gemäß des INSEK sind daher Ausbau der „kompakte[n], energieeffiziente[n] und damit emissionsarme[n] Stadtstruktur" (Landeshauptstadt Dresden 2002: 63), die Steigerung der Fahrleistungen im öffentlichen Nahverkehr gegenüber weiteren Verkehrsträgern, insbesondere zu Ungunsten des motorisierten Individualverkehrs per PKW oder Kraftrad, die Steigerung der energetischen Sanierungen im Gebäudebereich und das Ausschöpfen der Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung. (Landeshauptstadt Dresden 2002: 63) Um die Effizienz der KWK zu erhöhen und damit die Potenziale auszuschöpfen, empfiehlt das INSEK eine Sanierung des Erdgasnetzes, vor allem im innenstädtischen Bereich. Weiterhin empfiehlt das INSEK, den Einsatz alternativer Energieträger im Stadtgebiet zu fördern, insbesondere den Ausbau der Photovoltaik. Ein integriertes Stadtentwicklungskonzept „Zukunft Dresden 2025" wird momentan erarbeitet.

Das **Planungsleitbild Innenstadt Dresden 2008** stellt insbesondere auf Aspekte zur Verbesserung der Stadtstruktur, des Stadtklimas und zur Klimaanpassung ab. So sieht das Leitbild vor, dass der städtischen Innen- vor der Außenentwicklung Vorrang einzuräumen ist, die an eine Funktionsmischung zwischen Wohnen und gewerblicher bzw. öffentlicher Nutzung der Gebäude im Innenstadtbereiche gekoppelt ist und damit zu einer kompakteren Stadtstruktur führt. Dies ist sowohl für den – in diesem Konzept nicht berücksichtigten – Aspekt des Stadtklimas sowie für den kommunalen Klimaschutz vorteilhaft (Landeshauptstadt Dresden 2008: 9, 46ff).
Werden Wohnen und weitere Funktionen innenstädtisch gebündelt, wie es im Planungsleitbild vorgeschlagen wird, führt dies zu einer Erhöhung der Kompaktheit der Stadtstruktur, zur Schaffung kurzer Wege für die Bürger und ist dem Klimaschutzanliegen Dresdens damit zuträglich. So kann zum einen die Energieeffizienz gesteigert und zum anderen der Energieverbrauch durch den Verkehr reduziert werden. Im ersten Fall ist durch eine stärkere Gebäudeflächennutzung in der Innenstadt mit wachsender Tendenz gesichert, dass in den fernwärmeversorgten Gebieten auch weiterhin hinreichende Wärmemengen abgenommen werden. Darüber hinaus ermöglicht eine Zunahme der Gebäudenutzung und -errichtung (sowohl Wohngebäude als auch gewerblich genutzte und öffentliche Gebäude) innerhalb der Innenstadt den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung. In einer Stadt kurzer Wege lassen sich darüber hinaus auch die Energieverbräuche insbesondere im Verkehrssektor sehr deutlich senken, wenn es dank der besseren Vernetzung zu einer attraktiveren Ausgestaltung des öffentlichen Nahverkehrssysteme, zu einer Verbesserung der Nutzungsmöglichkeiten für Fahrradfahrer oder letztlich zur attraktiveren Bewältigung der Wege per Fuß kommen kann. Im Ergebnis können die vorgehaltenen Infrastrukturen hinreichend genutzt und insofern rentabel betrieben werden (Landeshauptstadt Dresden 2008: 47).
Darüber hinaus sind die explizit im Planungsleitbild definierten Hinweise zur Verbesserung des Stadtklimas in Dresden insgesamt den Bemühungen der Stadt zur Bekämpfung des Klimawandels zuträglich – und ergänzen die Anstrengungen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Klimaschutz (Landeshauptstadt Dresden 2008: 31).

Die Grundsätze des „Planungsleitbilds Innenstadt 2008" und darüber hinaus der Flächennutzungsplanung für das gesamte Stadtgebiet werden durch die fachthematischen Aspekte des **Landschaftsplans** (Entwurf vom Mai 2011) unterstützt. Danach sind Bereiche innerhalb der Stadt, die bereits dicht besiedelt sind – Zellen des kompakten Stadtraumes – „grundsätzlich für den städtebaulichen Konzentrationsprozess als Bausteine des polyzentralen Stadtorganismus" (Landeshauptstadt Dresden 2011g: 175) zu betrachten und weiter auszubauen, insbesondere im Elbtal und im Siedlungsgebiet um den Flughafen.

Folgende Grundsätze sind gemäß des Landschaftsplans hinsichtlich der Anpassung an den Klimawandel zu beachten:

- Verhinderung der Verschmelzung der beiden Schwerpunktgebiete des kompakten Stadtraumes
- Optimierung der Stadtzellen des kompakten Stadtraums bezüglich der Durchlüftungsfunktionen sowohl strukturell als auch hinsichtlich der Minderung von Überwärmungseffekten/Aufheizung der Baukörper und versiegelten Flächen
- Besondere Berücksichtigung der thermisch vorbelasteten Zonen mit einer hohen Bevölkerungsdichte, der Innenstadt und der Stadtteilzentren als vorrangige Bedarfsflächen für den thermischen Ausgleich
- Signifikante Minderung der spezifischen Aufheizung der Bau- und Verkehrsflächen gegenüber heutigen Verhältnissen bis zum Jahr 2030: Im kompakten Stadtraum durch Erhöhung des Anteils aktiver Klimaelemente um zehn Prozent der Grundfläche der Stadtzellen sowie Einsatz passiver Klimaelemente an ca. 30 Prozent der Oberflächen der Stadtzellen. In den Transferbereichen der Kalt- und Frischluftströme innerhalb der Stadtzellen und in den vorrangigen Bedarfsflächen für den thermischen Ausgleich durch Erhöhung aktiver Klimaelemente um ca. 20 Prozent der Grundflächen sowie Einsatz passiver Klimaelemente an 30 bis 50 Prozent der Oberflächen

Für die Ableitung von Maßnahmen zum Klimaschutz sind, besonders mit Blick auf die örtlichen Biomassepotenziale, verschiedene qualitative Kriterien zu berücksichtigen, die im Landschaftsplan (Entwurf 2011) definiert sind: Beachtung der naturräumlichen Gliederung (vgl. Kap. 2.1) im Rahmen der Ermittlung der Flächen zur Erzeugung von Energie aus Biomasse, der Vorgaben für landwirtschaftlich/gärtnerisch genutzte Flächen (vgl. Kap. 7.2 und 7.3), die den Anbau bestimmter Kulturen oder Bewirtschaftungsweisen limitieren bzw. die landwirtschaftliche Nutzfläche insgesamt einschränken, der Ergebnisse der strategischen Umweltprüfungen des Landschaftsplanes vor Umsetzung von Maßnahmen und der für den Freistaat Sachsen ausgewiesenen Schutz- und Sorgfaltsbereiche in der Landeshauptstadt (vgl. Kap. 7.4 und 7.5). Zu beachten ist zudem im Bereich der Umsetzung der „lokalen Maßnahmen" des Landschaftsplanes die städtebauliche und stadtgestalterische Entwicklung (vgl. Kap. 2.2).

Im Mai 2011 beschloss der Dresdner Stadtrat den **Luftreinhalteplan für die Landeshauptstadt Dresden**. Die im Luftreinhalteplan enthaltenen Informationen und Vorgaben zur Verbesserung der Luftqualität in Dresden stellen auf eine Reduzierung der Luftverschmutzung durch die Emission von Stickstoffdioxid und Feinstaub ab, nicht jedoch auf die von Treibhausgasen. Dahingehend ist er inhaltlich eher für die Betrachtung des Verkehrsaufkommens und der damit einhergehenden Luftverschmutzung in der Stadt relevant (Landeshauptstadt Dresden 2011h).
Die vorgeschlagenen Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete zum Verbrauchssektor Verkehr, die durch die TU Dresden im Rahmen des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts erarbeitet wurden, reflektieren daher auch die Anforderungen des Luftreinhalteplanes, obgleich für Luftschadstoffe und die CO_2-Bilanzierung unterschiedliche Bilanzierungskreise zur Anwendung kommen.

Der Entwurf des **Verkehrsentwicklungsplans Dresden 2025+** (VEP) hat ebenso eine ausschließliche Relevanz für die Maßnahmenvorschläge, die für den Verbrauchssektor Verkehr entwickelt wurden. Obwohl die Verkehrsleistungen im MIV in den letzten Jahren ein konstantes Niveau aufzeigen und pro Kopf gerechnet sogar eine leicht absinkende Tendenz aufweisen, sind Maßnahmen zu weiteren Reduzierung der CO_2-Emissionen notwendig. Die technischen Maßnahmen, die im Rahmen des Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept empfohlen werden, sind so anzulegen, dass sie durch planerische bzw. verkehrsbezogene Maßnahmen unterstützt werden bzw. diese wiederum unterstützen. Es kann erwartet werden, dass der VEP definiert, welche planerischen Eingriffe möglich sind, um die Verkehrsleistung in Dresden zu Gunsten des Klimaschutzes zu beeinflussen.

Der Stadtrat hat im Juni 2011 das **Projekt „Hafencity – Modellprojekt CO_2-neutraler Stadtteil"** beschlossen. Das Quartiersentwicklungskonzept folgt dem Konzept der Hamburger Hafencity und soll vor allem Wohnraum bereitstellen. Die Planungsschwerpunkte betreffen: Energieeffizienz der Gebäude (z. B. Niedrigenergiehäuser, Passivhausstandard), Städtebau (z. B. Kleinteiligkeit

der Parzellierung, geringe Flächenversiegelung), Umwelt (z. B. starke Durchgrünung, Biodiversität, Biotopverbund, Schutz des Uferbiotopes, Hochwasserschutz), Partizipation (z. B. Bauherrengemeinschaften, Einbeziehung vorhandener Nutzer und Strukturen sowie der neuen Nutzer in den Planungsprozess) und soziale Ausgewogenheit.

3.3.2.2 Erneuerbare Energien

Im Bereich der erneuerbaren Energien sind Stadtratsbeschlüsse zur Nutzung von **Solarenergie** zu berücksichtigen. Sie umfassen unter anderem die Initiative „500 Solardächer"-Programm (SR/011/2010), die mit dem Anreizinstrument „SolarPaket Dresden"[16] Privatpersonen bei der Errichtung einer eigenen Photovoltaik-Anlage unterstützt. Darüber hinaus wurden aufgrund des Mustervertrags „Solarnutzung auf städtischen Gebäuden" vom 20.04.2004 (BS VV 3800) bis 2010 insgesamt 28 öffentliche Gebäude mit Solaranlagen ausgestattet (Landeshauptstadt Dresden 2011c). Der Mustervertrag lief 2010 aus, eine Neuregelung wurde bereits durch die Oberbürgermeisterin festgelegt. In der Folge des Beschlusses „Solarstadt Dresden" (SR/018/2010) wurde zudem ein Solarpotenzial-Dachkataster aufgebaut. Projekte im Bereich der Solarenergie wurden durch den Innovationsfonds der Landeshauptstadt und der DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH sowie durch das „Sonderprogramm Photovoltaik" der Sparkasse Dresden gefördert.

Im Bereich **Biomasse** werden aktuell Grundlagen im Rahmen eines MORO-Forschungsprojektes im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden erarbeitet. Ziel ist es, die Potenziale der energetischen Nutzung von Biomasse in der Region Dresden zu ermitteln (DREBERIS 2012). Diese wurden zur Ableitung von Maßnahmen zur Potenzialausschöpfung im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept berücksichtigt.

Die Möglichkeiten der **Windenergienutzung** im Stadtgebiet der Landeshauptstadt Dresden sind gemäß des Vorentwurfs der Teilfortschreibung Wind des Regionalplanes Oberes Elbtal/Osterzgebirge mit Stand vom September 2010 (Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2010) sehr eingeschränkt. So wurde in diesem Dokument mit Eschdorf nur ein Vorrang-/Eignungsgebiet (VREG) innerhalb Dresdens definiert (Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2010: 3)[17]. Der Regionalplan erwartet, dass es zu Beeinträchtigungen im Landschaftsbild in diesem Gebiet kommt, wenn Windkraftanlagen in einer Gesamthöhe von 100 Meter und mehr errichtet werden. Durch solche Anlagen könnte die landschaftsbildprägende Dominanz der Triebenbergkuppe und des Elbtals negativ beeinflusst werden.

3.4 Zwischenergebnis

Städte und Gemeinden verursachen einen hohen Anteil an Treibhausgasemissionen, gleichzeitig liegen hier aber auch die größten Potenziale zu ihrer Minderung. Durch geeignete Maßnahmen können große Einspareffekte erzielt und somit ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen geleistet werden. Bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Emissionsreduzierung sind jedoch die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen zu beachten. Für die Landeshauptstadt Dresden gelten internationale und europäische Vorgaben und deren Umsetzungen auf Bundesebene. Zusätzlich sind die Rahmenbedingungen des Freistaates Sachsen und des Regionalen Planungsverbandes Oberes Elbtal/Osterzgebirge sowie relevante städtische Beschlüsse und Konzepte zu beachten.

In der Landeshauptstadt Dresden werden die Vorgaben auf Ebene des Freistaates und des Regionalen Planungsverbandes Oberes Elbtal/Osterzgebirge ortsspezifisch durch eine Reihe von Stadtratsbeschlüssen, Leitzielen und Konzepten unterstützt. Diese gilt es, für die Erarbeitung der Maßnahmen im integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept zu berücksichtigen. Relevant sind hier-

[16] Das Solarpaket Dresden stellt Informationen für Privateigentümer zur Finanzierung und Umsetzung einer privaten Photovoltaikanlage bereit. Hierfür haben sich Fachkräfte und Unternehmen der Region zusammengeschlossen, um die Realisierung von Photovoltaikanlagen für Privateigentümer zu realisieren (Klimaschutzbüro 2011).

[17] Im Entwurf der Teilfortschreibung Wind des Regionalplanes mit Stand vom März 2012 ist kein Vorrang- oder Eignungsgebiet Wind auf dem Territorium des Landeshauptstadt Dresden mehr enthalten. Für diesen Entwurf wurde aufgrund massiver Bürgerproteste bislang nicht das Verfahren der öffentlichen Anhörung eröffnet.

bei insbesondere die Konzepte zur Stadtentwicklung (INSEK, Planungsleitbild Innenstadt) sowie der Flächennutzungsplan, der Landschaftsplan, der Luftreinhalteplan und der Verkehrsentwicklungsplan.

4. BESTANDSAUFNAHME

In der Bestandsaufnahme werden die strukturellen Einflussfaktoren für Dresden aufgezeigt. Dabei nimmt die Untersuchung zunächst einen retrospektiven Blick ein, der dem Ausblick auf zu erwartende Entwicklungen vorausgeht und ihn erlaubt. Dieses Vorgehen dient der Unterstützung der Konzeptentwicklung durch die Analyse siedlungs- und versorgungsstruktureller (Kapitel 4.1) sowie sozio-ökonomischer und demographischer Rahmenbedingungen (Kapitel 4.2). Die Bilanzierung der Energieverbräuche und der CO_2-Emissionen zum Basisjahr 2005 (Kapitel 4.3) erfolgt anschließend, bevor die Darstellung der Energiekosten nach Verbrauchssektoren (Kapitel 4.4) die Bestandsaufnahme abschließt.
Die Bestandsaufnahme legt damit die Basis für die Ableitung von Maßnahmen, die im Rahmen der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts für Dresden erarbeitet werden.

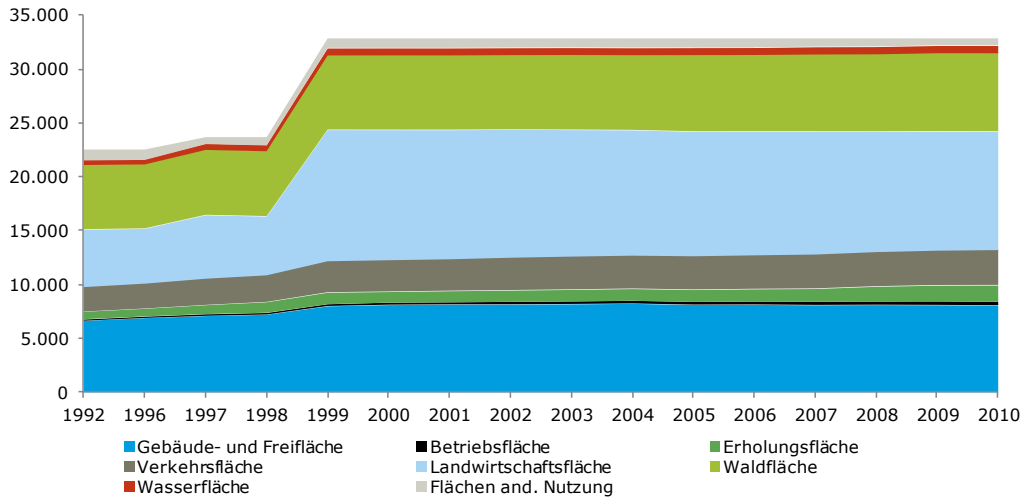
4.1 Siedlungs- und Versorgungsstruktur Dresdens

Die Darstellung der Siedlungs- und Versorgungsstruktur umfasst die Entwicklung der Flächennutzung in Dresden zwischen 1992 und 2010 (Kapitel 4.1.1), der Wohnbaustruktur (Kapitel 4.1.2), Aspekte der Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 4.1.3) sowie eine Darstellung des Ist-Standes der Energieversorgungsstruktur (Kapitel 4.1.4). Damit wird ein Überblick über die relevanten Bedingungen gegeben, die maßgeblich für die Ableitung möglicher Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Dresden sind.

4.1.1 Flächennutzung

In den 90er Jahren wuchs die Stadt Dresden durch Eingemeindungen um 10.256 Hektar. Dresdens **Flächennutzung** wird in den Randgebieten durch Landwirtschafts- und Waldfläche dominiert. Der Anteil der Landwirtschaftsflächen nahm aufgrund von Eingemeindungen zwischen 1998 und 1999 sprunghaft zu.[18] Dieser Prozess führte auch zu einem generellen Zuwachs der Stadtgebietsfläche. Der relativ hohe Anteil an Waldflächen ist vor allem durch die im Stadtgebiet liegende Dresdner Heide bedingt. Mit der Flächenzunahme der Stadt kam es sukzessive zur Abnahme des Anteils der Siedlungs- und Verkehrsfläche, die typischerweise ein wesentlicher Indikator für die flächenspezifische Urbanisierung einer Stadt ist. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Flächennutzung zwischen 1992 und 2010.

Abbildung 4—1: Entwicklung Flächennutzung, Landeshauptstadt Dresden 1992 - 2010 (in Hektar)



Erläuterung: Eingemeindungen von Altfranken und Cossebaude (1998) und Eingemeindungen Gompitz, Langebrück, Mobschatz, Schönfeld-Weißig, Weixdorf (1999). Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

[18] Eingemeindungen von Altfranken und Cossebaude (1998) und Eingemeindungen Gompitz, Langebrück, Mobschatz, Schönfeld-Weißig, Weixdorf (1999).

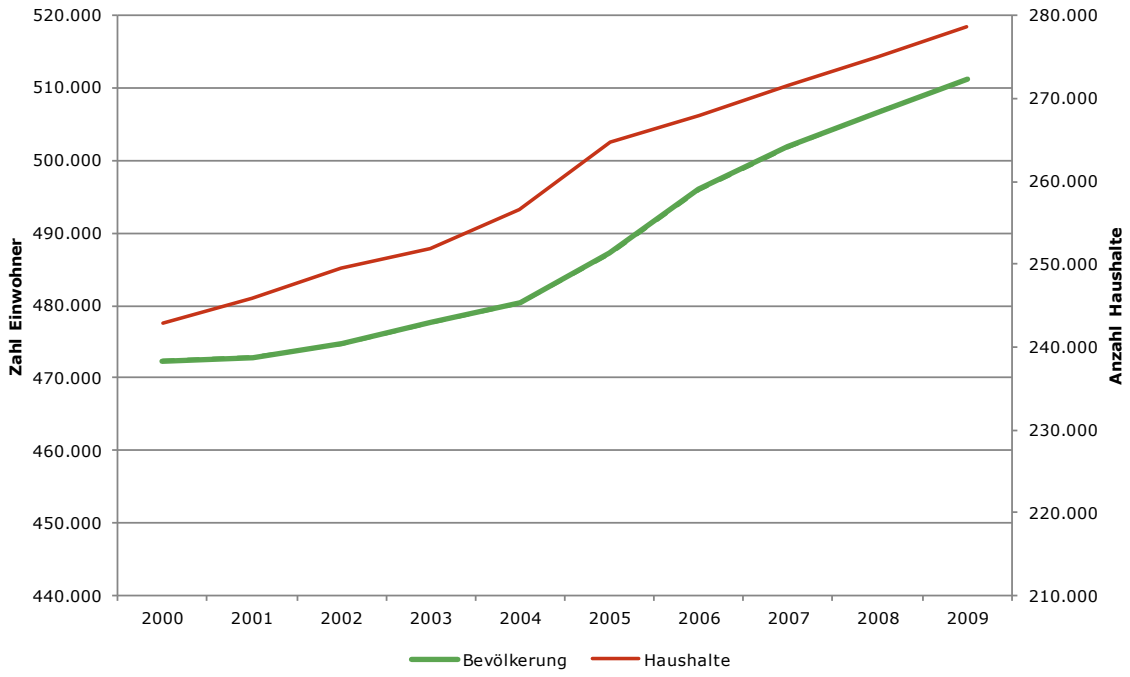
Zwischen 1998 und 2010 belief sich die durchschnittliche jährliche **Flächeninanspruchnahme** für Siedlung und Verkehr auf 0,5 Prozent. Während die Inanspruchnahme für Gebäude- und Freiflächen bis 2004 noch jährlich zunahm, reduzierte sich dieser Flächenanteil sukzessive seit 2005. Noch deutlich dynamischer verlief die Entwicklung für landwirtschaftliche Flächen – zu Gunsten von Betriebs- und Verkehrsflächen, jedoch auch zu Gunsten von Erholungs-, Wald- und Wasserflächen.

Dresdens Gesamtfläche belief sich zum 31.12.2010 auf 32.831 Hektar – damit ist Sachsens Landeshauptstadt flächenmäßig nach Berlin, Hamburg und Köln die viertgrößte Stadt Deutschlands. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich 2010 eine **Bevölkerungsdichte** von 1.575 Einwohnern je km².

4.1.2 Wohnbebauung

Mit der Bevölkerungszunahme Dresdens wuchs auch die Anzahl der Haushalte von 242.857 im Jahr 2000 auf 278.573 im Jahr 2009, damit lag die Steigerungsrate der Zunahme gut sechs Prozentpunkte über der Wachstumsrate der Bevölkerung im gleichen Zeitraum, womit eine Abnahme der durchschnittliche Haushaltsgröße von 1,98 Personen im Jahr 2000 auf 1,82 Personen im Jahr 2009 verbunden war.

Abbildung 4—2: Entwicklung Anzahl Haushalte und Bevölkerung, Landeshauptstadt Dresden 2000 - 2009 (in absoluten Zahlen)



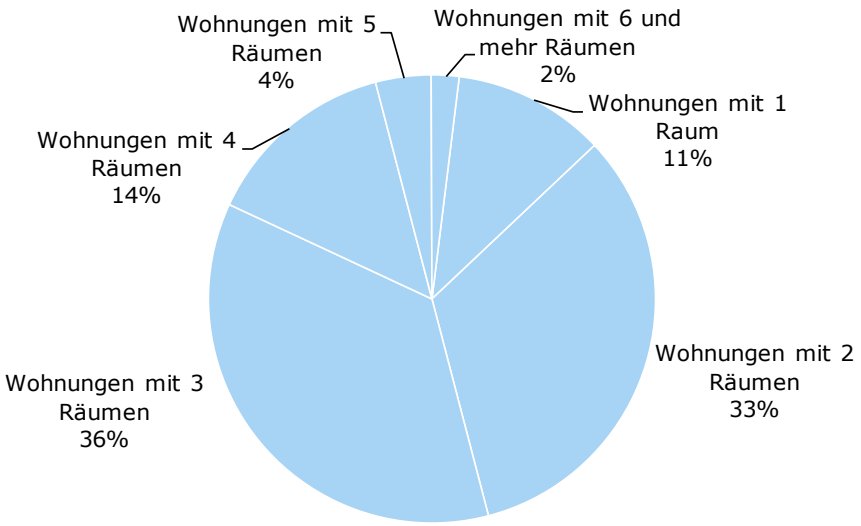
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Entsprechend der oben dargestellten Entwicklung wuchs auch der Bestand an Wohnungen. 2010 verfügte Dresden über einen **Gebäudebestand mit Wohnungen** von 58.069 mit einer Wohnfläche von 19.011.675 m². 82 Prozent dieser Wohnfläche sind in Mehrfamilienhäusern und 18 Prozent in Ein- und Zweifamilienhäusern lokalisiert. Der bisherige Trend einer zunehmenden Besiedlung in den städtischen Randlagen hat sich in den letzten Jahren etwas abgeschwächt. Eine weitere Zunahme der Ein- und Zweifamilienhäuser würde eine flächenmäßige Zersiedelung zur Folge haben. Dies wird seitens der Landeshauptstadt Dresden nicht angestrebt. Entsprechend ist der Flächennutzungsplan aufgestellt, der der Innen- gegenüber der Außenentwicklung den Vorrang einräumt, um weiterhin eine kompakte Stadtstruktur zu erhalten. Vor allem kompakte Stadtstrukturen schaffen die Voraussetzung zur Weiterentwicklung einer leistungsfähigen Infrastruktur - nicht nur im Energiebereich, die den sich verändernden künftigen Anforderungen in einem vertretbaren wirtschaftlichen Rahmen angepasst werden kann.

Der Wohnungsbestand beläuft sich Ende 2010 auf 288.768 **Wohnungen in Wohngebäuden**, zu denen noch 3.974 Wohnungen in Nichtwohngebäuden hinzukommen (Stand 31.12.2010). Mit der Zunahme der Ein- und Zweifamilienhäuser wuchs seit 1992 auch gleichzeitig die durchschnittliche Wohnfläche um 24 Prozent. Bei Mehrfamilienhäusern vergrößerte sich die Wohnfläche lediglich um 10,6 Prozent. Die gesamte Wohnfläche Dresdens betrug 2010 rund 19,0 Millionen m² und steigerte sich gegenüber 1992 um 33,4 Prozent. Zum Teil wurde dies auch durch die Eingemeindungsprozesse in den 90er Jahren verursacht. Bezogen auf die Bevölkerungsentwicklung bedeutet der Anstieg eine Zunahme der **Pro-Kopf-Wohnfläche** von 28,8 m² im Jahr 1995 auf 38,1 m² im Jahr 2010, was einer Steigerung von 21 Prozent entspricht. Mit dieser Zunahme der beheizten Wohnfläche pro Einwohner ist ein Teil des Mehrverbrauchs an Wärmeenergie verbunden, der den Einsparungen durch die energetische Gebäudesanierung entgegenwirkt.

Daneben existierten Ende 2010 1.659 **Nicht-Wohngebäude** mit insgesamt 3.974 Wohnungen. 1994 waren es noch 489 Gebäude mit einer Wohnfläche von insgesamt 70.625 m². 2010 verteilten sich 294.535 m² auf die 1.659 Nicht-Wohngebäude. Die Wohnungen in Wohngebäuden und die in Nicht-Wohngebäuden aufsummiert, ergibt sich 2010 für Dresden ein **Wohnungsbestand** von 292.742.

Abbildung 4—3: Verteilung Wohnungen nach Wohnungsgrößen, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Der **Wohnungsleerstand** Dresdens beläuft sich 2011 auf 9,7 Prozent. Damit reduzierte sich der Leerstand innerhalb der vergangenen elf Jahre deutlich (2000: 22,1 Prozent). Zurückzuführen ist diese Entwicklung einerseits auf die Bevölkerungszunahme, andererseits auf umfangreiche Abrissmaßnahmen[19] von Wohneinheiten in Plattenbaugebieten.

4.1.3 Verkehrsinfrastruktur, Fahrleistungen und CO2-Emissionen

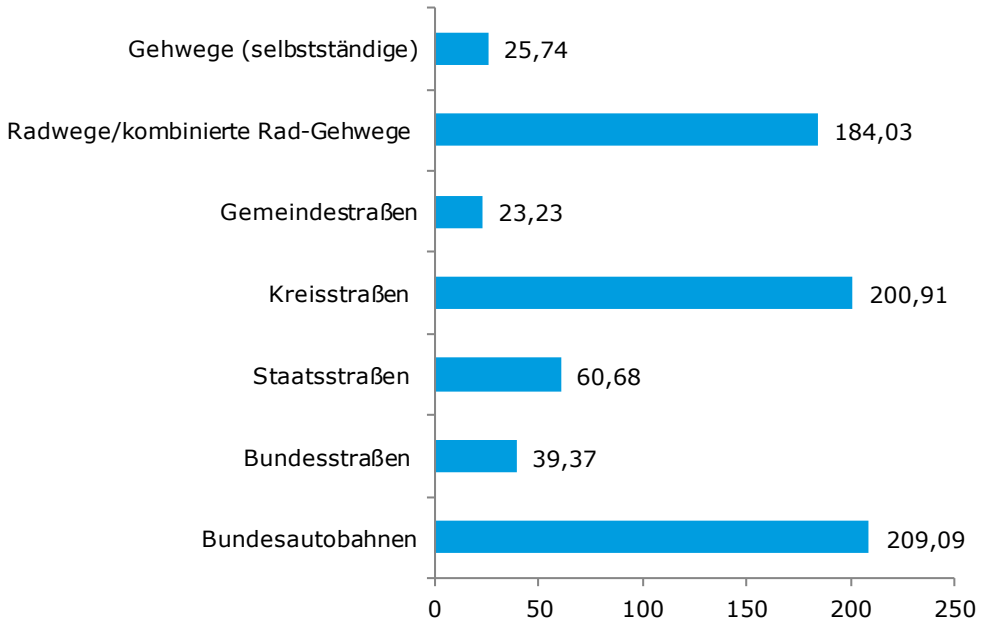
Die Fahr- bzw. Verkehrsleistung einer Stadt ist neben der Wärmeenergieversorgung die wesentlichste Ursache für CO_2-Emissionen. Insofern ist auch die Entwicklung des Fahr- bzw. Verkehrsleistung und der dafür zur Verfügung stehenden Verkehrsinfrastruktur ein gewichtiger Hebel, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Im folgenden Kapitel wird die Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur der Landeshauptstadt Dresden erfasst. Eingegangen wird im Besonderen auf die Entwicklung der Erreichbarkeit der Stadt. Anschließend erfolgt die Darstellung der Fahrleistung der Dresdner Bevölkerung.

[19] Anhang 6 stellt die Entwicklung des Abriss von Wohneinheiten von 2000 bis 2009 in Dresden dar.

4.1.3.1 Verkehrsinfrastruktur

Dresdens Verkehrsinfrastruktur wurde seit der Wiedervereinigung 1990 massiv ausgebaut. Besonderen Zuwachs erfuhren die **Bundesautobahnen**. Auf diese Weise wurde die Stadt mit höherwertiger Verkehrsinfrastruktur versorgt und auch die Agglomerationsräume konnten dadurch besser erreicht werden. Darüber hinaus gewann das Streckennetz der **Kreisstraßen**, die sich vorwiegend in Baulast der Stadt befinden, an Länge hinzu. Im Interesse des Klimaschutzes und zur Steigerung der Attraktivität der Stadt ist auch der umfangreiche Ausbau des **Radwegesystems**, dessen Streckennetz nunmehr 338 km umfasst und seit 1990 um 184 km ausgebaut wurde.

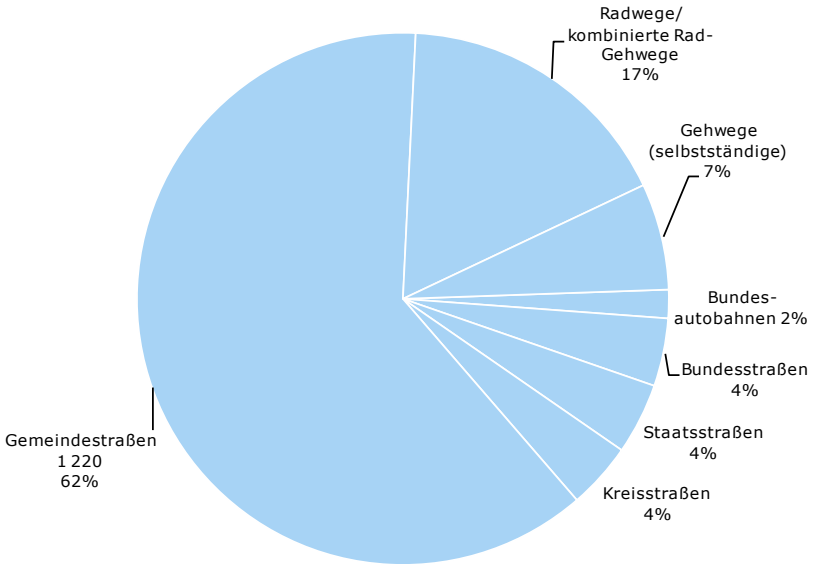
Abbildung 4—4: Entwicklung Straßenverkehrsnetz, Landeshauptstadt Dresden 1990-2010 (in km)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Vor dem Hintergrund der oben dargestellten Entwicklungen setzt sich das Straßenverkehrsnetz wie folgt zusammen:

Abbildung 4—5: Verteilung im Straßenverkehrsnetz, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Prozent)



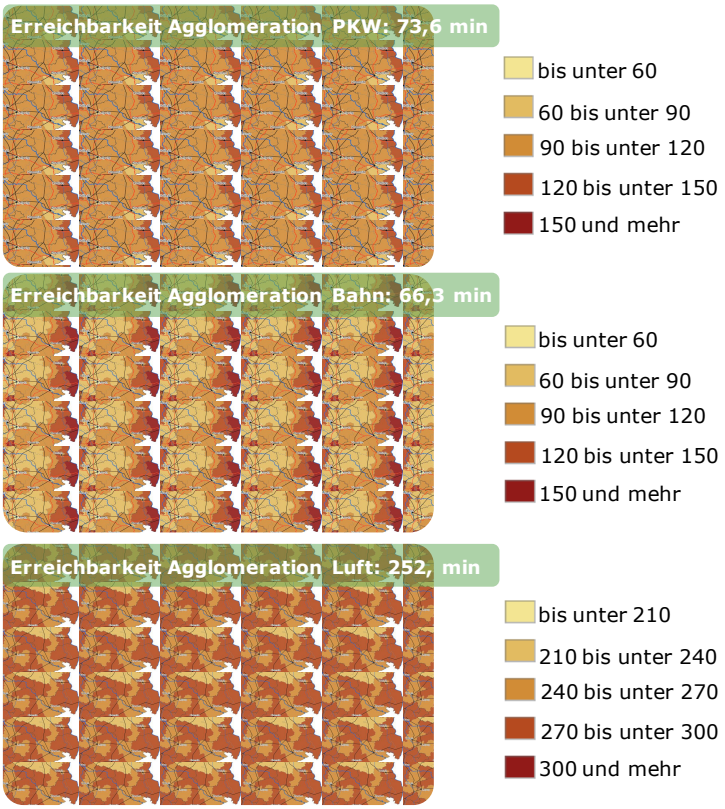
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Durch den umfassenden Ausbau der überregionalen Verkehrsinfrastruktur konnte Dresdens **Erreichbarkeit**[20] schrittweise verbessert werden. Angesichts der geografischen Lage der Stadt wird diese Entwicklung zu einer Notwendigkeit für das weitere wirtschaftliche Wachstum. Dies ist vor allem in ökonomischer Hinsicht für ansässige Privathaushalte und Unternehmen interessant, da sich daraus ableiten lässt, wie gut eine Stadt an höherwertige Infrastrukturen angebunden ist, wie schnell dadurch andere bedeutende Standorte zu erreichen sind und welche Transportzeiten, und letztlich auch Transportkosten, sich daraus ergeben.

Von Interesse für die Entwicklung eines integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts für Dresden ist der Indikator Erreichbarkeit vor allem mit Blick auf die ökonomischen und demografischen Entwicklungen und den damit einhergehenden Einflüssen auf den Energieverbrauch der Stadt sowie auf die CO_2-äq-Emissionen. Die Erreichbarkeit einer Stadt ist dann hoch, wenn die Transport- und Fortbewegungsmöglichkeiten strukturell gut ausgebaut und in ausreichendem Maße vorhanden sind. Entsprechend hoch muss dann folglich die Dichte an höherwertiger Verkehrsinfrastruktur, wie etwa Bundesautobahnanschlüssen, Fernbahnhöfen und Flughäfen, sein. Einer gut ausgebauten Infrastruktur folgt ein entsprechendes Verkehrsaufkommen, das wiederum mit einer Zunahme des Energieverbrauchs und der CO_2-äq-Emissionen einhergeht.

Für Dresden errechnete das BBSR 2010 eine Erreichbarkeit der 41 europäischen Agglomerationsräume von 252 Minuten. Dies entspricht dem Wert für 2007 und einer deutlichen Verbesserung gegenüber 2004, als die Reisezeit im kombinierten Pkw-Luft-Verkehr für Dresden noch 271 Minuten betrug. Damit liegt Dresden im sächsischen Vergleich hinter Leipzig, das mit einer Anbindung an die BAB A9 sowie einem deutlich internationaler ausgerichteten Flughafen die beste Erreichbarkeit in Sachsen aufweist. Dresden liegt allerdings, was die errechnete Erreichbarkeit anbelangt, vor Chemnitz, für das im HWWI/Berenberg-Ranking aller 30 deutschen Großstädte die höchste Reisezeit (288 Minuten) aufgewendet werden muss, um eine der 41 europäischen Agglomerationen zu erreichen.

Abbildung 4—6: Erreichbarkeit europäischer Agglomerationen per PKW, Bahn und Luft, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Minuten)



Quelle: BBSR 2011, Erreichbarkeitsmodell des BBSR, eigene Darstellung

[20] Definiert ist Erreichbarkeit als durchschnittliche Reisezeit, die je nach Verkehrsmittel zurückgelegt werden muss, um eine der nächsten europäischen Agglomerationszentren zu erreichen.

Die im Vergleich zu anderen deutschen Großstädten schlechte **Erreichbarkeit** Dresdens – aber auch Leipzigs und Chemnitz‘ – ist vordergründig auf die geografische Lage der Städte zurückzuführen. Zwar ist Dresden urbanes Zentrum in einem Dreiländereck, jenseits der Grenzen jedoch liegen keine bedeutenden Agglomerationen. Die nächstgelegene Metropole europäischer Bedeutung ist Prag, 153 km Entfernung zu Dresden, gefolgt von Berlin mit 193 km, Warschau ist weit über 600 km entfernt. Die Erreichbarkeit verbesserte sich in den letzten Jahren, aber angesichts der ökonomischen Bedeutung Dresdens wird dieses Ziel auch in den nächsten Jahren weiter verfolgt werden müssen, um ein ausgewogenes Maß zwischen wirtschaftlichen Interessen und den Klimazielen zu finden. Die reine Pkw-Fahrzeit zu den nächstgelegenen drei von 36 Agglomerationszentren beträgt 73,6 Minuten und per Bahn sind es 66,3 Minuten.
Im Vergleich zu weiteren deutschen Städten bestehen Defizite bei der Bahnanbindung der Landeshauptstadt Dresden. Laut einer Hauptkomponentenanalyse der Schienenverkehrsanbindung im Personenverkehr nimmt Dresden den 75. von insgesamt 80 Plätzen ein und liegt damit deutlich hinter Leipzig (58.), aber noch vor Chemnitz (78.) (ifo Institut Dresden 2011a: 25). Dresdens relativ schlechtes Abschneiden hat seinen Ursprung in einer nur geringen relativen Netzwerkeffizienz, die sich aufgrund langer Fahrtzeiten zu relevanten deutschen Agglomerationszentren ergibt. Darüber hinaus ist die tägliche Erreichbarkeit Dresdens (Platz 80) zu gering. Das heißt, dass Dresden im Vergleich zu anderen deutschen Städten innerhalb von vier Stunden durch die geringste Personenzahl per Bahn erreicht werden kann. Ausschlaggebend ist die ungünstige Bahn-, besonders ICE-Anbindung der Landeshauptstadt Dresden. Im Ausbau der Erreichbarkeit Dresdens per Bahn steckt ein Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion der CO_2-Emissionen. Durch den Ausbau der überregionalen Schienenverkehrsanbindung Dresdens würde die Attraktivität der Bahn als Transportmittel steigern und zu deutlichen CO_2-Emissionseinsparungen im Verkehr führen, da weniger Pkw genutzt würden.

4.1.3.2 Fahrleistungen und CO_2-Emissionen

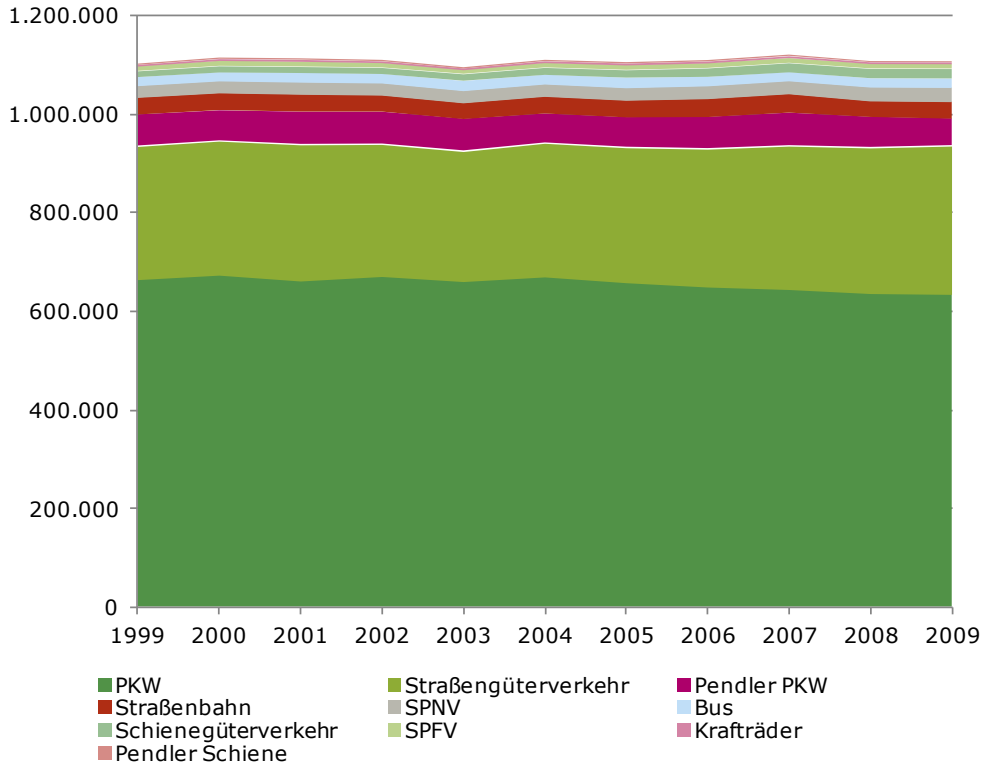
Für die Bestandsaufnahme der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen wird auf die Studie „Zwischenbericht zur Aktualisierung der CO_2-Bilanzierung des Verkehrs“ der TU Dresden (2011) zurückgriffen, die als Teil des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts für die Landeshauptstadt Dresden erstellt wurde.
Die Untersuchung unterscheidet zwischen Verkehr durch die Nutzung von Personenkraftwagen, Krafträdern, Bussen und Straßenbahnen sowie Schienenpersonennahverkehr, Schienenpersonenfernverkehr, Schienengüterverkehr und Straßengüterverkehr. Der Personen- und Güterluftverkehr wird nicht betrachtet. Dieser Unterteilung folgt auch die Erfassung des Verkehrs in der Energie- und CO_2-Bilanz (Kapitel 4.3.1.4). Alle erhobenen Zahlen wurden nach der Methode des Inländerprinzips berechnet, das heißt, dass alle von Dresdnern Bürgern weltweit zurückgelegten Kilometer berücksichtigt werden, wobei dies bei manchen Transportmitteln nur schwer oder gar nicht zu erheben ist und daher abgeschätzt wird.

Die Bestandsaufnahme der Verkehrs- bzw. Fahrleistungen stellt die Grundlage für die Berechnung der CO_2-Emissionen dar, die jeweils durch die Multiplikation der Verkehrs- bzw. Fahrleistungen mit den entsprechenden CO_2-Faktoren und unter Addition von Vorketten-Emissionen berechnet werden.

4.1.3.2.1 Personenverkehr

Die Motorisierung der Dresdner mit Pkw hat sich seit den 90er Jahren sukzessive erhöht (TU Dresden 2011: 11). Aus der Multiplikation der Anzahl der PKW in Dresden mit der jeweiligen mittleren Jahresfahrleistung ergibt sich die Fahrleistung in Fahrzeugkilometern. Hier kann man von 1999 bis 2009 einen leichten Aufwärtstrend um rund 375 Millionen Fahrzeugkilometer feststellen (TU Dresden 2011: 12). Im Vergleich zu den Fahrleistungen der anderen Fortbewegungsmittel des Personenverkehrs nimmt der Personenkraftwagen eine übergeordnete Rolle ein.
Die Fahrleistungen der Busse, Straßenbahnen und des Schienenpersonennahverkehrs sind im betrachteten Zeitraum nahezu konstant geblieben (TU Dresden 2011:17). Sie machen im Vergleich zu den Fahrleistungen der Motorräder und Pkw nur einen relativ geringen Anteil an der gesamten Fahrleistung des Personenverkehrs der Dresdner aus.

Abbildung 4—8: CO_2-Emissionen des Personenverkehrs der Dresdner (ohne Luftverkehr) (in Tonnen CO_2)



Quelle: Eigene Darstellung Rambøll-KEEA nach TU Dresden 2011: 43

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Emissionen der hier betrachteten Verkehrsformen seit 1999 relativ konstant geblieben sind. Im Personenverkehr gibt es einen leichten Rückgang, welcher durch einen Zuwachs im Güterverkehr kompensiert wird.
Berücksichtigt man auch den Luftverkehr, verändert sich das Bild. Die Emissionen des Luftverkehrs allein betrachtet, zeigen einen Zuwachs von 69 Prozent seit 1999. In den Gesamtemissionen im Verkehrsbereich spiegelt sich dies in einem Anstieg von 16 Prozent seit 1999 wider. Im Integriertem Energie- und Klimaschutzkonzept wird der Luftverkehr allerdings nicht berücksichtigt, da der politische Handlungsspielraum der Landeshauptstadt Dresden in diesem Bereich sehr begrenzt ist.

4.1.3.2.2 Güterverkehr

Für den Güterverkehr liegen keine Daten über die Fahrleistung vor, da sich eine Berechnung über die Zulassungszahlen nicht anbietet. Beispielsweise werden LKW meistens an ihrem Firmensitz angemeldet. Daher wird die Berechnung der CO_2-Emissionen über die bundesdeutsche Gesamtemission und den Anteil der Dresdner Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung hergeleitet (siehe Kapitel 4.3.1.4).

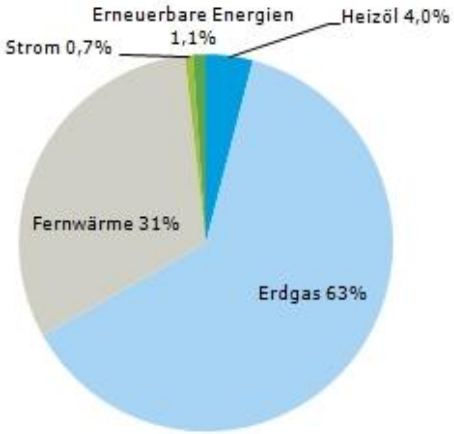
4.1.4 Energieversorgungsstruktur

In Dresden sind im Basisjahr 2005 ca. 11.350 GWh Energie verbraucht worden. Dies bezieht sich auf die Endenergie – die Energie, die direkt vom Verbraucher bezogen wird. Unterteilt werden kann die Endenergie zu 49 Prozent auf den Wärmeverbrauch, zu 22 Prozent auf den Stromverbrauch und zu 29 Prozent auf den Verbrauch im Verkehrssektor. Im Folgenden wird die Energieversorgung dieser drei Bereiche erläutert.

4.1.4.1 Wärme

Der hauptsächlich genutzte Energieträger zur Wärmeerzeugung ist Erdgas mit 63 Prozent, gefolgt von Fern- und Nahwärme mit 31 Prozent. Weitere Energieträger sind Heizöl bzw. Kohle und Flüssiggas (4 Prozent), erneuerbare Energien (1,1 Prozent) sowie Strom zur Wärmeerzeugung (0,7 Prozent). Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Unterscheidung sich auf eine endenergetische Betrachtung bezieht und nicht das absolute Anschlussverhältnis zwischen Gas- und Fernwärmekunden widerspiegelt.

Abbildung 4—9: Wärmeverbrauch nach Energieträgern, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Diese Verteilung untergliedert sich in drei Verbrauchsgruppen: Der Wärmebedarf bei Wohngebäuden wird zu 57 Prozent mit Erdgas und zu 38 Prozent durch Fernwärme gedeckt. Bei Unternehmen wird der Wärmebedarf zu 73 Prozent durch Erdgas und bei Öffentlichen Einrichtungen zu ca. 70 Prozent aus Fernwärme gedeckt. Dabei sind Wohngebäude mit 51 Prozent die größten Wärmebezieher, gefolgt von Unternehmen mit 43 Prozent. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung setzt sich zusammen aus einem mittels Wärmepumpen gewonnenen Wärmeanteil (63 Prozent), aus solarthermischen Dachanlagen (18 Prozent), aus Festbrennstoffkesseln, die mit Pellets, Holzhackschnitzel oder Stückholz bestückt werden (13 Prozent), aus Holzkaminen (5 Prozent) und aus Biogas (1 Prozent).

Für die Ermittlung der Verbesserungspotenziale der Energieversorgungsstruktur ist eine möglichst genaue Erhebung der Wärmeerzeuger von Bedeutung.

4.1.4.2 Strom

Die Stromerzeugung in Dresden erfolgt zu 58 Prozent innerhalb des Stadtgebietes, das heißt, durch die örtlichen Energieversorger DREWAG und ENSO. Dabei ist die Kraft-Wärme-Kopplung die Haupterzeugungstechnologie mit den in der untenstehenden Tabelle dargestellten Heizkraftwerken.

Tabelle 4-1: Kraftwerkspark DREWAG Stromerzeugung (elektrische Leistung, in Megawatt (MW))

	Elektrische Leistung [MW]
GuD-HKW Nossener Brücke	270
Heizkraftwerk Nord	10
Heizkraftwerk Reick	2
Heizkraftwerk Trachau	2,1
Heizkraftwerk Kaditz	2,1
Heizkraftwerk Klotzsche	2,2
SUMME	**288,4**

Quelle: DREWAG 2012. Eigene Darstellung Rambøll

Die elektrische Leistung wird hauptsächlich vom Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk Nossener Brücke mit 270 MW_{el} erbracht. Hinzu kommen fünf kleinere Heizkraftwerke im Stadtgebiet, die zusammen 18,4 MW erbringen. Mit dieser elektrischen Leistung wurde 2005 1.607 GWh elektrische Energie durch die Kraft-Wärme-Kopplung (Kraftwerkspark der Energieversorger in Dresden) erzeugt und ins Netz eingespeist. Ein geringer Anteil wurde lokal über erneuerbare Energien erzeugt. 2010 belief sich der Anteil auf 74 GWh. Biomasse und Biogas sind mit 44 GWh bzw. 15 GWh dabei die größten Stromquellen. Weitere Einspeisungen erfolgen durch Deponiegas (9 GWh), PV-Anlagen (5 GWh) sowie Wasser- (1 GWh) und Windkraft (0,01 GWh). Nicht lokal erzeugbarer Strom wird importiert und betrug 2005 ca. 940 GWh.

4.1.4.3 Verkehr

Die Energieversorgung für den Verkehr betrifft in Dresden hauptsächlich den motorisierten Individualverkehr, das heißt die Benzin- und Dieselversorgung über das Tankstellensystem. Der schienengebundene öffentliche Nahverkehr wird elektrisch betrieben und über das Stromnetz versorgt. Im Personenverkehr entfallen auf den Pkw-Verkehr 86 Prozent und auf den ÖPNV 11 Prozent des Energieverbrauchs. Der Güterverkehr verbraucht ca. 600 GWh und somit ca. 20 % bezogen auf den Personenverkehr. Der Flugverkehr wird hier nicht betrachtet. Eine detaillierte Darstellung des Verkehrsbereiches erfolgt in Kapitel 4.3.1.4 bzw. in den Einzeluntersuchungen der Teilstudie „Klimafreundlicher Verkehr" der TU Dresden.

4.2 Demographie und Sozio-Ökonomie

In ostdeutschen Städten, so auch in Dresden, ist mit den Ereignissen des Herbstes 1989 ein grundlegender, alle gesellschaftlichen Bereiche erfassender Transformationsprozess in Gang gesetzt worden. Dieser verstärkte gegen Ende des 20. Jahrhunderts den weiteren Strukturwandel, der in den nächsten Jahren an Intensität hinzugewinnen wird. Dies betrifft zum einen die Änderung der ökonomischen Strukturen mit einer Stärkung wissensintensiver Dienstleistungsbereiche, einer damit einhergehenden Zunahme von forschungsstarken Industrien in den städtischen Bereichen und einem Verschwinden konventioneller Industrien aus den Städten. Durch die Verdichtung von Unternehmen sowie wissenschaftlichen Einrichtungen verbessert sich mehr und mehr der Technologie- und Wissensaustausch (Gehrke/Legler 2009). Sukzessive werden Städte – und zukünftig stärker denn je – ihre Rolle als regionale Wachstumsmotoren ausbauen und parallel durch eine steigende Arbeitsplatzdichte wachsende Anziehungskräfte auf die umliegenden, aber auch weiter entfernte Bevölkerungen entfalten – insbesondere auf Bevölkerungsteile, die über ein hohes Maß an beruflicher Qualifikation verfügen bzw. dieses erlangen wollen (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2010). Am Beispiel Dresden zeichnet sich dieser Strukturwandel sehr deutlich ab. Die Stadt ist wissen- und wirtschaftliches Zentrum in Ostsachsen mit weitreichender Bedeutung auch für den internationalen Austausch. Sie ist bedeutender Impulsgeber und Wachstumsmotor und übt in dieser Funktion eine sehr große Anziehungskraft auf die Bevölkerung in der Region sowie auf Bevölkerungsteile in anderen Regionen Deutschlands und Europas aus.

Diese Bedeutung und die sich daraus ergebenden ökonomischen und demografischen, aber auch ökologischen und sozialen Entwicklungen setzen einerseits voraus, dass eine Stadt wie Dresden über eine intelligente, dem Klimawandel entgegenwirkende Energieversorgung verfügt und über ein sehr hohes Maß an Energieeinsparung und Energieeffizienz weitere Wachstumspotenziale schöpft. Andererseits sind es aber auch diese Entwicklungen, die sich als Herausforderungen für eine zukünftige Energieversorgung der Stadt darstellen und Lösungswege umfassend determinieren.

4.2.1 Demographische Situation und Entwicklung

Der Strukturwandel einer Stadt und die Möglichkeit, Impulse in ökonomischer und ökologischer Hinsicht zu setzen, werden im entscheidenden Maße durch die Struktur der Bevölkerung und der bisherigen sowie zu erwartenden Entwicklungen beeinflusst. Davon abhängig ist, wie sehr eine Stadt in die Lage versetzt ist oder versetzt werden kann eine nachhaltige, klimafreundliche Energieversorgung aufzubauen. Insofern steht gerade die Analyse der demografischen Entwicklung –

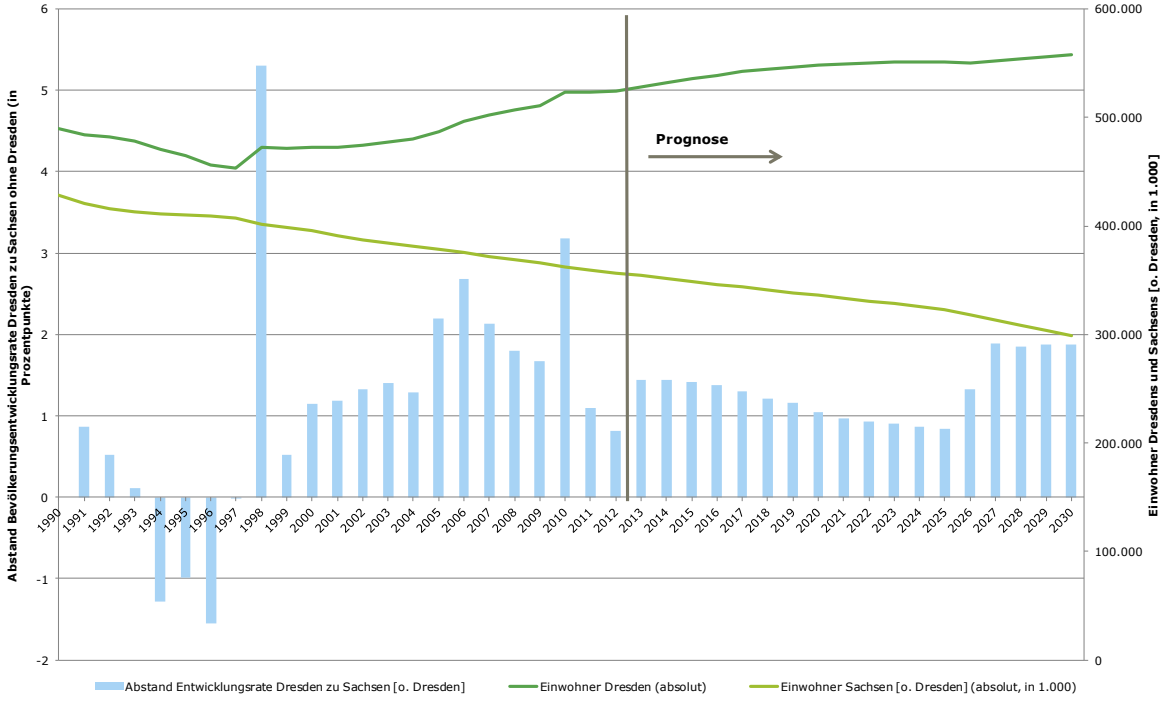
neben der ökonomischen Entwicklung – im Zentrum der Aufmerksamkeit eines Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts.

4.2.1.1 Bevölkerungsentwicklung

Positive Wanderungssaldi, positive natürliche Bevölkerungsentwicklungen und unterdurchschnittliche Alterungstendenzen sind bei einer Vielzahl deutscher Großstädte in den letzten Jahren zu beobachten gewesen. Insofern liegt das seit der Jahrtausendwende ununterbrochene Wachstum der Bevölkerung Dresdens durchaus im Trend. Nicht im Trend liegt indes die Dynamik, mit der die Bevölkerung wächst. Die Ursachen dafür sind vielschichtig und werden Dresdens Entwicklung auch zukünftig prägen. So besitzt die Stadt zum einen eine hohe überregionale Bedeutung, die in den letzten Jahren zu einem verstärkten Zuzug auch aus den westdeutschen Bundesländern führte. Zum anderen übt sie auch eine sehr große regionale Anziehungskraft aufgrund ihrer oberzentralen Funktion aus mit einer für die Region überdurchschnittlichen Arbeits-, Studien- und Ausbildungsplatzdichte sowie Ausstattung mit Infrastrukturen der Daseinsvorsorge, die das zurückliegende Wachstum begründete.

Sowohl im Vergleich zum Freistaat Sachsen als auch im Vergleich zu weiteren deutschen Großstädten hat Dresden hinsichtlich seiner Bevölkerungsentwicklung einen Leuchtturmcharakter inne (HWWI/Berenberg 2010: 9). Zwar waren die Bevölkerungsentwicklungen in den 1990er Jahren auch in Dresden rückläufig, zur Jahrtausendwende entstand jedoch eine Trendumkehr mit einem deutlichen Zuwachs besonders innerhalb der Gruppe der 18- bis-65-Jährigen (Siedentop 2008). Diese Entwicklung führte zum aktuellen Entwicklungsstatus Dresdens, das – neben Leipzig – eine Bevölkerungszunahme aufweisen kann, während für den Freistaat Sachsen Bevölkerungsrückgänge zu verzeichnen sind (Berlin-Institut 2011: 12f.). Im Vergleich der 30 größten Städte Deutschlands, den das HWWI Hamburg zusammen mit der Berenberg Bank Hamburg erstellt hat, weist Dresden die dynamischste Bevölkerungsentwicklung auf – deutlich vor Hamburg, München und dem ebenfalls seit der Jahrtausendwende sehr stark gewachsenen Berlin (Berlin-Institut 2011: 56).

Abbildung 4—10: Bevölkerungsentwicklung Dresdens im Vergleich zu Sachsen (ohne Dresden) 1990-2010 (in Prozent)



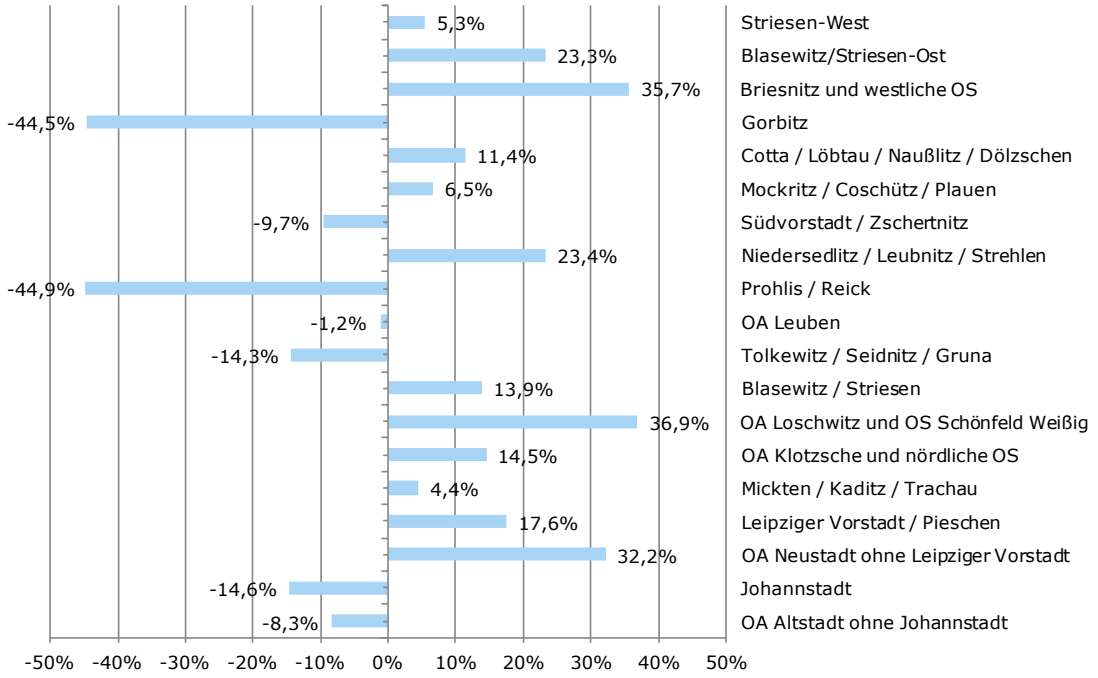
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, Statistisches Landesamt Sachsen 2011, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA [Mit Eingemeindungen 01.01.1998: Altfranken, 01.07.1998: Cossebaude, 01.01.1999: Gompitz, Langebrück, Mobschatz, Schönfeld-Weißig, Weixdorf

Die **Gesamtbevölkerung** Dresdens wuchs zwischen 1991 und 2010, unter Berücksichtigung der Eingemeindungen 1998/99 von circa 33.000 Einwohnern in den neu hinzugekommenen Ortschaften, auf 517.168 Personen bzw. um gut acht Prozent. Damit verläuft die Entwicklung Dresdens entgegen dem Landestrend. So nahm die Bevölkerung des Freistaates Sachsen zwischen 1991 und 2010 um 529.400 Einwohner ab, was einer Reduzierung von 11,3 Prozent entspricht. Aktuell beläuft sich die Bevölkerungszahl Sachsens auf 4,15 Millionen Einwohner (Statistisches Landesamt 2011). Die vorangegangene Abbildung stellt die Entwicklung Dresdens gegenüber der Entwicklung Sachsens (ohne Dresden) für den Betrachtungszeitraum 1991 - 2010 dar.

Zwischen 2003 und 2009 sind 38.856 Menschen, vor allem aus den umliegenden Regionen, nach Dresden zugewandert, woran sich die steigende Bedeutung Dresdens als regionales Wachstumszentrum ablesen lässt (HWWI 2010:11).

Innerhalb Dresdens differenziert sich diese Entwicklung zwischen den **Stadtteilen**. Ein dynamisches Bevölkerungswachstum ist im innenstädtischen Bereich Dresdens, besonders in der Neustadt zu verzeichnen. Ebenfalls sehr dynamisch verlief die Bevölkerungsentwicklung in Blasewitz und Striesen-Ost, sowie in Niedersedlitz, Leubnitz und Strehlen. Ausschlaggebend für die Bevölkerungsentwicklungen waren die Sanierungen der Neustädter Bereiche, wodurch nach 1990 das Wohnungspotenzial drastisch anstieg und für Zuzüge sorgte. Hier nahm die Bevölkerung sowohl aufgrund innerstädtischer Wanderungen als auch durch Zuzüge aus der Region Dresden und weiteren Regionen in Deutschland zu.

Abbildung 4—11: Bevölkerungsentwicklung innerhalb Dresdens nach Stadtteilen (Abweichung vom durchschnittlichen Bevölkerungswachstum Dresdens) 1990-2010



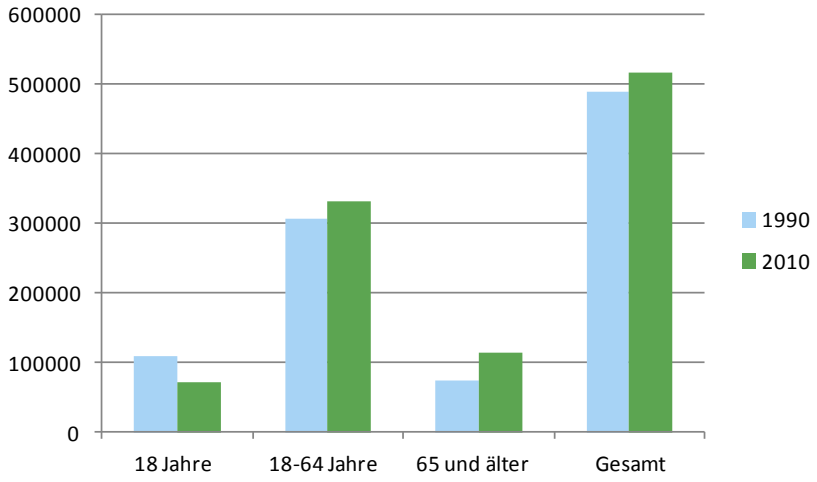
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA
[Mit Eingemeindungen 01.01.2998: Altfranken, 01.07.1998: Cossebaude, 01.01.1999: Gompitz, Langebrück, Mobschatz, Schönfeld-Weißig, Weixdorf]

Im Gegensatz dazu verzeichneten die Stadtteile mit einer hohen Dichte an Wohngebäuden in Plattenbauweise sehr deutliche Bevölkerungsverluste. Entsprechend waren Gorbitz und Prohlis/Reick mit sehr deutlichen Abwanderungstendenzen zwischen 1990 und 2010 konfrontiert. Dies ist zum einen auf den ostdeutschlandweit beobachtbaren Trend zurückzuführen, dass es nach Wiedervereinigung 1990 zu Suburbanisierungsprozessen und zunehmendem Wohnungsleerstand kam, aber auch eine Revitalisierung der Innenstädte begann und umfangreiche Zuzüge im innerstädtischen Bereich erfolgten. Darüber hinaus trugen besonders in diesen Bereichen Fortzüge aus Dresden dazu bei, dass die Bevölkerung sich zahlenmäßig verringerte und alterte.

Zugleich gewann die Bevölkerungsentwicklungen in den suburbanen Wohnlagen Dresdens, wie beispielsweise in Briesnitz und in den westlichen Ortschaften sowie in Loschwitz und der Ortschaft Schönfeld-Weißig, seit den 1990er an Dynamik. Dies zum einen sprunghaft durch Eingemeindungen zwischen 1997 und 1999. Zum anderen kam es in diesen Lagen zu einer starken Besiedlung mit Ein- und Mehrfamilienhäuser, wodurch sich insbesondere junge Familien im suburbanen Raum niederließen und die Bevölkerungsentwicklung in diesen Bereichen dynamisierten.

Der positive Wachstumstrend wird durch einen günstigen Saldo zwischen Geburten und Sterbefällen weiter verstärkt. Seit 1998 steigt die Zahl der Geburten deutlich stärker als die der Sterbefälle, sodass sich das Bevölkerungswachstum Dresdens 2010 auf 916 Personen summierte.[21] Zurückzuführen ist die gute natürliche Bevölkerungsentwicklung auf eine für die allgemeine deutsche Situation überproportionale Zunahme der jüngeren **Alterskohorten**. So sank zwar die Zahl der Unter-18-Jährigen bis 2010 gegenüber 1990, gleichzeitig nahm jedoch die Alterskohorte der 18- bis-65-Jährigen deutlich zu. Am deutlichsten legte im Betrachtungszeitraum jedoch die Zahl der Über-65-Jährigen zu. Die folgende Abbildung stellt die Bevölkerungszahlen für die drei betrachteten Alterskohorten der Unter-18-Jährigen, der 18- bis-65-Jährigen sowie die der Über-65-Jährigen dar.

Abbildung 4—12: Bevölkerung nach Alterskohorten in Dresden 1990 und 2010

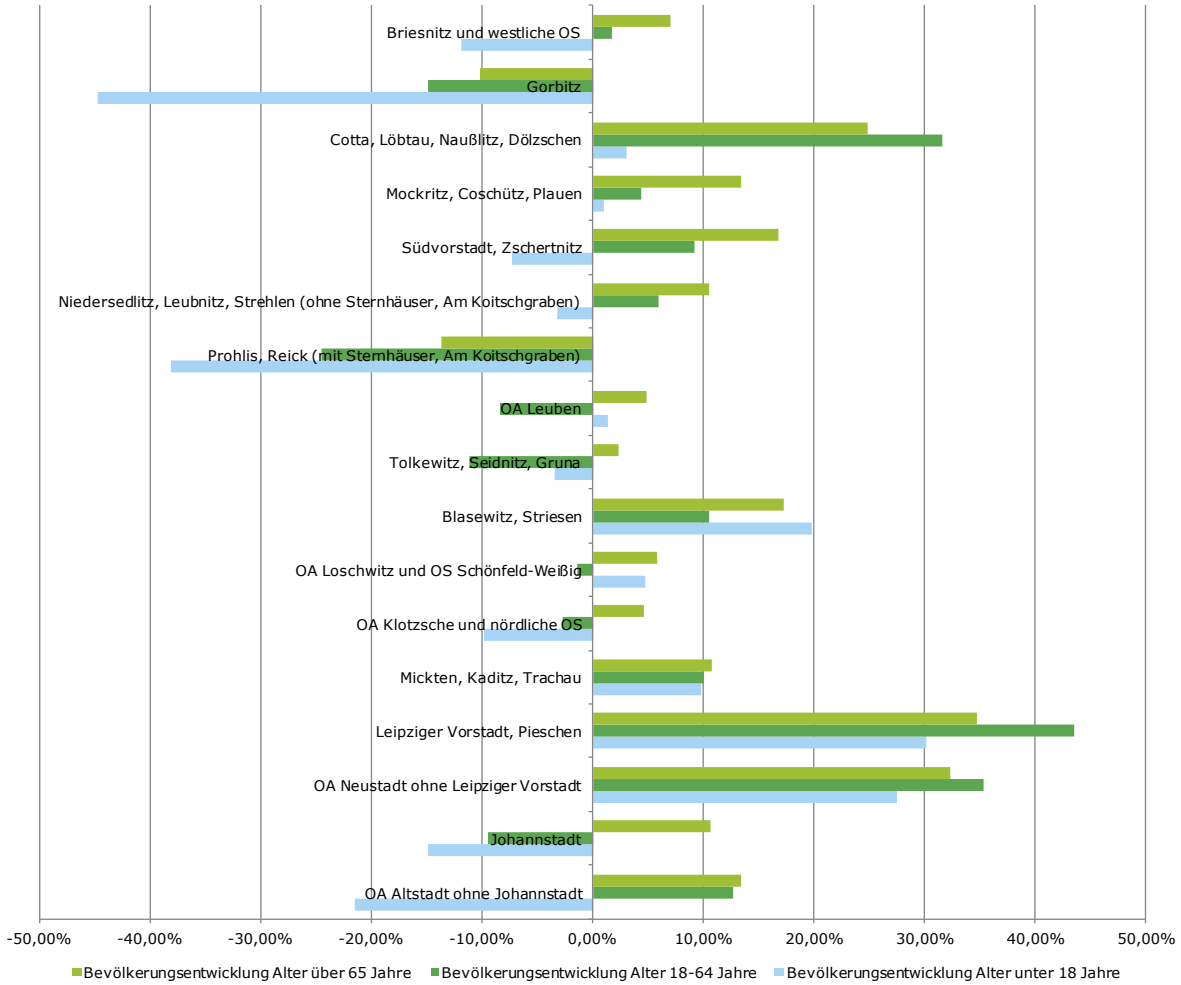


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Werden die Alterungskohorten **räumlich differenziert nach Stadtteilen** Dresdens dargestellt, zeigen sich wiederum große Unterschiede innerhalb der Stadt. Die folgende Abbildung zeigt, nach Stadtteilen getrennt, wie sich die drei betrachteten Alterskohorten in den jeweiligen Stadteilen zwischen 2000 und 2010 entwickelten.

[21] Statistik Sachsen: www.statistik.sachsen.de/download/010_GB-Bev/02_03_20_tab.pdf

Abbildung 4—13: Bevölkerungsentwicklung 2000-2010 nach Stadtteilen und Alterskohorten (in Prozent)

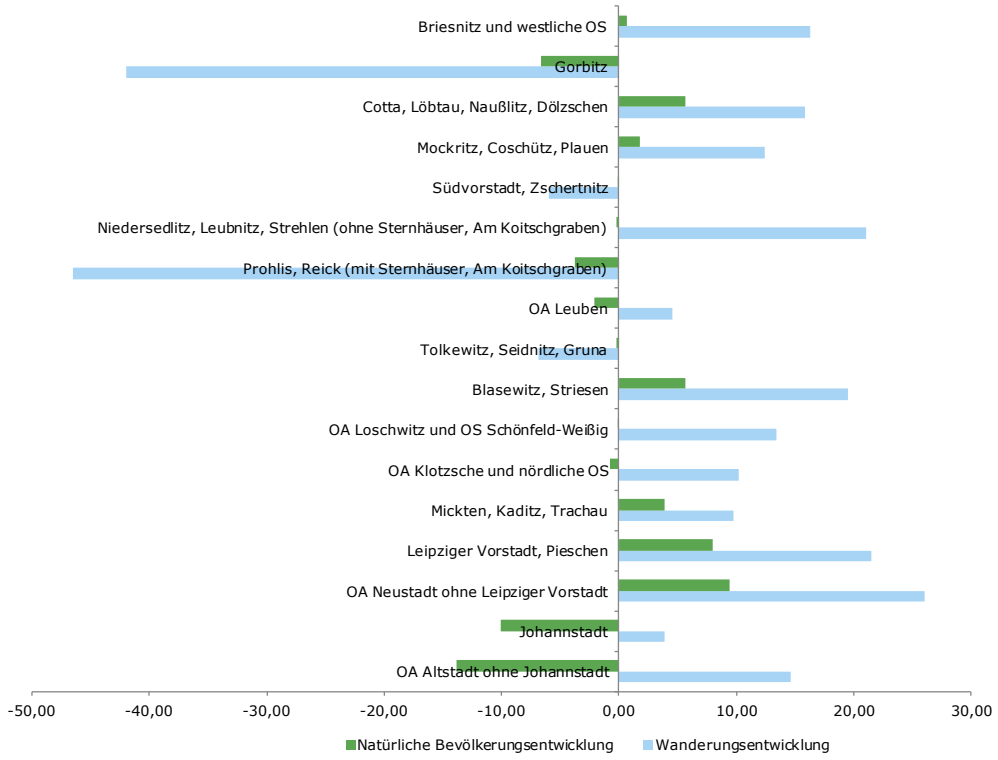


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

- Der altstädtische Bereich weist eine Zuwanderung älterer Bevölkerungsgruppen auf. Dagegen nahm die Zahl der Kinder und Jugendlichen (unter 18 Jahre) deutlich ab.
- Zuwächse sind vor allem für die Dresdner Neustadt festzustellen, wobei sich diese vor allem auf einen Zuwachs der Kohorte der 18- bis 65-Jährigen konzentrieren, was mit einem Anwachsen des Erwerbstätigenpotenzials in diesen Stadtteilen einhergeht.
- Ebenfalls starke Bevölkerungszuwächse zeigen sich in den suburbanen Räumen Dresdens: Loschwitz, Schönfeld/Schullwitz, Klotzsche sowie Briesnitz. Hier legte die Bevölkerungsentwicklung in allen Alterskohorten deutlich zu.
- Schrumpfungen und starke Alterungstendenzen zeigen sich dagegen im Bereich Gorbitz, Prohlis/Reick und in Tolkewitz/Seidnitz/Gruna. All diese Stadtteile sind – mit Ausnahme von Tolkewitz – durch Plattenbauweise im Wohnungsbau geprägt und litten in den 1990er Jahren unter sehr umfassenden Abwanderungen.

Die oben dargestellten Entwicklungen finden sich entsprechend in den Wanderungssaldi und in den natürlichen Bevölkerungsentwicklungen in den einzelnen Stadtteilen wieder. Im demografischen Sinne sehr „gesund" stellen sich die Entwicklungen in der Dresdner Neustadt dar. Zum einen ist für diese Stadtteile ein sehr großes positives Wanderungssaldo festzustellen, dem ein enormer Zuzug, insbesondere seit der Jahrtausendwende, zu Grunde liegt. Zum anderen überwog in diesen Stadtteilen die Anzahl der Geburten gegenüber den Sterbefällen. Ähnlich verliefen die Entwicklungen im östlich der Altstadt gelegenen Bereich Blasewitz/Striesen sowie im westlichen Pieschen und dem in der südlichen Randlage liegenden Plauen (Mockritz und Coschütz). Auch hier ging mit einem positiven Wanderungssaldo eine positive natürliche Bevölkerungsentwicklung einher. Durch einen negativen Wanderungssaldo und durch eine negative natürliche Bevölkerungsentwicklung sind die Dresdener Stadtteile Gorbitz und Prohlis/Reick geprägt.

Abbildung 4—14: Wanderungssaldo und natürliche Bevölkerungsentwicklung 1999-2009 nach Stadtteilen (in Prozent)



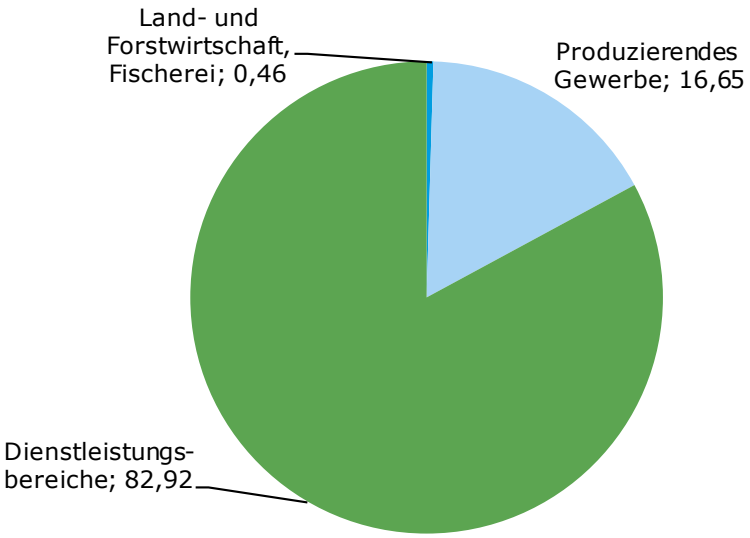
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Stellt man die Effekte der natürlichen Bevölkerungsentwicklung denen der Zuwanderung gegenüber, zeigt sich abermals Dresdens Abhängigkeit vom Zuzug aus umliegenden Regionen. Die Zuzüge nach Dresden haben einen wesentlichen Anteil daran, dass die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter steigt. In absoluten Zahlen ist die Anzahl der erwerbsfähigen Personen (15 - 64 Jahre) im Betrachtungszeitraum 1999 bis 2009 um 4.561 Personen gestiegen. Nach einem Rückgang der Bevölkerungszahlen durch Fortzüge und einem negativen natürlichen Bevölkerungssaldo in den 1990er Jahren hat sich somit der Trend in Dresden umgekehrt.

4.2.1.2 Entwicklung der Erwerbstätigkeit

Nach starken Einbrüchen zu Beginn der 1990er hat sich die die Anzahl der **Erwerbstätigen** in Dresden zwischen 1994 und 2004 durchgehend positiv entwickelt. 2005 kam es zu einem kleinen Rückgang, der 2006 mehr als kompensiert werden konnte. Weitere Abnahmen traten 2007 mit Beginn der Finanz- und Wirtschaftskrise auf sowie zwischen 2008 und 2009. Zum Stand 2009 waren rund 304.500 Personen in Dresden erwerbstätig. Einhergehend mit der Gesamtentwicklung der Beschäftigtenzahlen zeigt sich auch in den einzelnen Wirtschaftsbereichen in Dresden im Zeitraum von 1994 bis 2009 eine positive Entwicklung. Der Beschäftigungsrückgang von 2009 betraf vor allem das verarbeitende Gewerbe, das von der Wirtschafts- und Finanzkrise besonders betroffen war (IHK Dresden 2010). Insgesamt blieb die Verteilung der Beschäftigten auf die einzelnen Branchen im betrachteten Zeitraum aber weitestgehend stabil. Die gesamte Zunahme der Erwerbstätigkeit zwischen 1991 bis 2009 beläuft sich auf gut 4,4 Prozent. Entscheidend für Dresdens aktuelle wirtschaftliche Situation war die erste Dekade des neuen Jahrtausends. So nahm das BIP um knapp 35 Prozent zu (2010 gegenüber den Vor-Dekaden-Jahr 1999), zugleich wuchs die Zahl der Erwerbstätigen um fast elf Prozent. Der Großteil – zirka 83 Prozent – ist in einem Dienstleistungsbereich tätig. Demgegenüber sind nur 16,7 Prozent der Erwerbstätigen im Industriesektor beschäftigt. Der Erwerbstätigenanteil des primären Sektors liegt unter einem halben Prozent und ist in der weiteren Betrachtung weitgehend vernachlässigbar.

Abbildung 4—15: Erwerbstätigenanteil nach Wirtschaftssektoren Dresdens 2009



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Wird die **Entwicklung der Erwerbstätigkeit zwischen 1991 und 2009** betrachtet, lässt sich der Beschäftigungsbeitrag des Dienstleistungssektors auch in einer Retrospektive nachzeichnen. So war der Anteil der Beschäftigten im Dienstleistungsbereich stets prägend für die Erwerbsstruktur Dresdens. Besonders seit Ende der 1990er Jahre kam es zudem zu einer deutlichen Zunahme der Erwerbstätigenzahl im Dienstleistungsbereich, die letztlich im Einklang mit der Zunahme der Bruttowertschöpfung in diesem Bereich stand. Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate im gesamten Betrachtungszeitraum 1991 bis 2009 beträgt für den Dienstleistungssektor 1,2 Prozent. Werden die Jahre 1991 bis 1998 ausgeklammert, beläuft sich das durchschnittliche Wachstum der Erwerbstätigenzahl pro Jahr auf 1,5 Prozent. Diese Dynamik ist jedoch nur für den Dienstleistungsbereich und hierbei besonders für den Untersektor „Kredit-und Versicherungsgewerbe/Grundstücks- und Wohnungswesen/Vermietung beweglicher Sachen, Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen" (1991-2009: 3,32 Prozent, 1999-2009: 2,58 Prozent) festzustellen (Vgl. Anhang 7).

Deutlich anders sind die Entwicklungen im produzierenden Gewerbe. Die Erwerbstätigenzahlen sind seit 1991 überwiegend rückläufig, die durchschnittliche jährliche Abnahme der Erwerbstätigenzahl in diesem Sektor beläuft sich auf 3 Prozent. Seit 1999 sinkt die Zahl der Erwerbstätigen in der Industrie Dresdens im Durchschnitt um 1,2 Prozent pro Jahr. Dabei zeigt sich für die zwei Untersektoren „verarbeitendes Gewerbe" und „Baugewerbe" ein divergierendes Bild. Während zwischen 1991 und 2009 die Erwerbstätigenzahl im verarbeitenden Gewerbe jährlich um 3,3 Prozent abnahm, betrug die jährliche Abnahme im Baugewerbe durchschnittlich nur 2 Prozent. Mit Beginn des neuen Jahrtausends kehrten sich diese Entwicklungen um. Statt eines stetigen Rückgangs wies die Entwicklung der Erwerbstätigkeit im verarbeitenden Gewerbe seit 1999 positive Vorzeichen auf und wuchs zwischen 1999 und 2009 um durchschnittlich 1,1 Prozent pro Jahr. Demgegenüber verzeichnete das Baugewerbe Rückgänge von 4,4 Prozent pro Jahr.

Die **Ursachen für die Entwicklung der Erwerbstätigkeit**, die sich sektorenspezifisch stark unterscheidet, finden sich entlang des Strukturwandels der Dresdner Wirtschaft in den letzten Jahren. Mit der Wiedervereinigung 1990 begann eine umfassende Transformation der Wirtschaftsstruktur. Diese basierte zum einen auf einer hohen Zahl an Insolvenzen, die mit dem Rückgang der ehemaligen industriellen Leistungsfähigkeit einherging, und zum anderen auf einer zunehmenden technischen Modernisierung. Durch die Insolvenzen kam es zu einem rapiden Rückgang der Erwerbstätigkeit mit steigender Arbeitslosigkeit. Letztlich führte diese Entwicklung auch zu sehr starken Abwanderungstendenzen. Aufgrund der zunehmenden technischen Modernisierung folgte dann ein weiterer Rückgang der Erwerbstätigkeit mit einer jedoch weitgehend geringeren Dynamik. Die letztgenannte Entwicklung ist nach wie vor anhaltend und wird auch zukünftig zu

beobachten sein. Selbst die Entfaltung der Halbleiterindustrie seit den 90er Jahren führte nicht zu gravierenden Zuwächsen der Erwerbstätigkeit.

Zugleich verzeichnete der Dienstleistungssektor massive Zuwächse der Erwerbstätigenzahl – und dies gerade seit der sehr umfangreichen Ansiedlung der Halbleiterindustrie in Dresden und den dadurch ausgelösten Investitionen. Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung auch zukünftig anhalten wird. Städte werden sich in den nächsten Jahren noch stärker als zuvor zu Dienstleistungszentren entwickeln, während industrielle Bereiche, besonders jene der sogenannten „schmutzigen Industrie", immer weiter aus der Stadt als Wirtschaftsraum verdrängt werden.

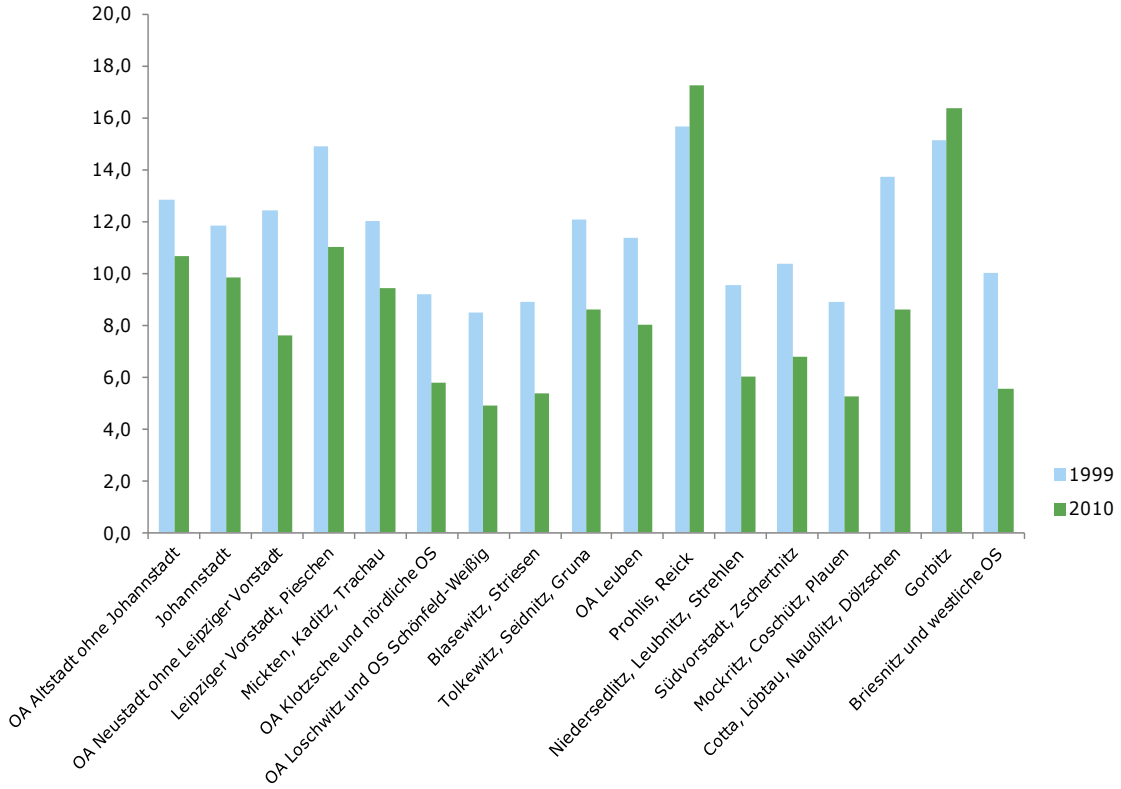
Die **Entwicklung der Erwerbslosigkeit** kann im zeitlichen Verlauf in zwei Phasen eingeteilt werden. Die erste Phase umfasst die Jahre 1992 bis 1999 und ist geprägt von einer starken anfänglichen Zunahme der Erwerbslosigkeit und anschließender Stagnation der Entwicklung auf einem sehr hohen Niveau. Ursächlich waren insbesondere die – schon mehrfach angesprochenen – negativen transformationsökonomischen Effekte im Zuge der Wiedervereinigung: Rückgang der Industrieproduktion, schwache Zuwächse im Dienstleistungssektor und unzureichend angepasste Qualifikation des Arbeitsangebotes, die es den Erwerbslosen nicht ermöglicht hat, wieder schnell eine Beschäftigung aufzunehmen. Die zweite Phase (1999 - 2010) kann als eine stagnierende Phase mit einem zunehmenden Trend zur Abnahme der Erwerbslosigkeit charakterisiert werden. Dass es zu diesen sehr dynamischen Entwicklungen seit 2000 kommen konnte, ist zurückzuführen auf

- Entlastungseffekte für den Arbeitsmarkt aufgrund der Abwanderungen weiblicher Erwerbspersonen
- verbesserte Erwerbsmöglichkeiten zwischen 1992 und 1997
- Entlastungseffekte für den Arbeitsmarkt aufgrund des Ausscheidens aus dem Erwerbsleben (Verrentung)

Diese Entwicklungen führten dazu, dass die Erwerbslosenquote 2010 bei einem Wert von 11,7 Prozent lag, was dem niedrigsten Wert seit 1996 entsprach. Bisheriger Höchstwert waren 16,1 Prozent im Jahr 1997. Die Erwerbslosenquote von Frauen sank seit 1999 von 11,4 Prozent auf 7,7 Prozent im Jahr 2010. Die Arbeitslosenquote von Männern nahm von 11,8 Prozent im Jahr 2008 auf 9,1 Prozent im Jahr 2010 ab.

In einer **räumlichen Differenzierung nach Stadtteilen** zeigen sich **in Dresden** Unterschiede hinsichtlich der Höhe der Erwerbslosigkeit. Die höchsten Werte sowohl für 1999 als auch 2010 weisen Prohlis/Reick (2010: 17,3 Prozent) und Gorbitz (2010: 16,4 Prozent) auf. In den übrigen Stadtteilen verringerte sich die Erwerbslosigkeit im Betrachtungszeitraum. So sank die Anzahl der Erwerbslosen in Cotta, Löbtau, Naußlitz, Dölzschen um 5,1 Prozentpunkte und lag 2010 bei 8,6 Prozent. Die niedrigste Erwerbslosigkeit mit 4,9 Prozent im Ortsamt Loschwitz und der Ortschaft Schönfeld-Weißig liegt deutlich unter dem Durchschnitt Dresdens (siehe folgende Abbildung).

Abbildung 4—16: Arbeitslosenquote (bezogen auf alle zivilen Erwerbspersonen) 1999 und 2010 nach statistischen Stadtteilen in Dresden (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

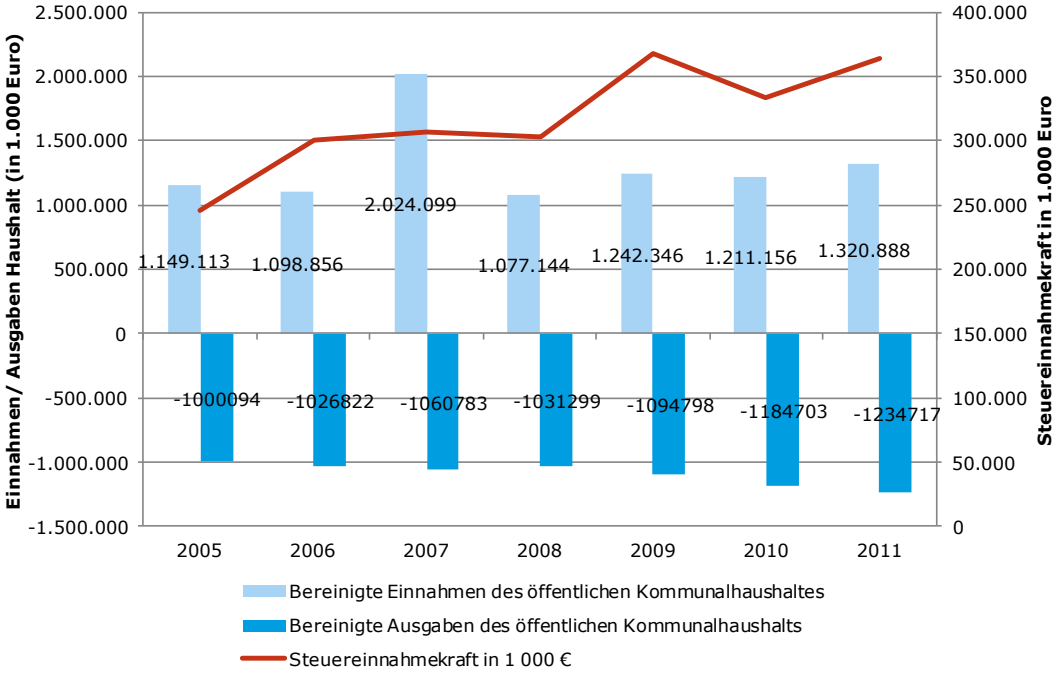
4.2.1.3 Entwicklung der Einkommensstruktur des öffentlichen Haushalts und der privaten Haushalte

Entsprechend der sehr positiven – wirtschaftlichen und demografischen – Entwicklungen Dresdens verändert sich auch die Einkommenssituation sowohl für den öffentlichen als auch für die privaten Haushalte seit 2005 positiv.

Wie die nachfolgende Abbildung darstellt, war der Saldo aus den **bereinigten öffentlichen Einnahmen und Ausgaben** in Dresden seit 2005 stets positiv. Besonders positiv wirkt sich hierbei die Tilgung der öffentlichen Schulden 2005 aus, wodurch in den Folgejahren keine Zinsen und Tilgungsraten bedient werden mussten. Für 2011 beträgt der Schuldenstand 18,25 Millionen Euro. Das heißt, auf jeden Dresdner entfallen aktuell 35 Euro Schulden. 2005 belief sich dieser Wert noch auf 1.547 Euro pro Kopf. Zudem steigerte sich die Steuereinnahmekraft Dresdens seit 2005 erheblich.

Ausgelöst ist dies vorrangig durch eine Steigerung der gemeindlichen Einkommenssteueranteile in Höhe von 83,3 Prozent im Jahr 2011 gegenüber 2005. Ebenso nahm der Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer Dresdens um rund 22 Prozent seit 2005 zu. Wird die Steuereinnahmekraft auf die Einwohnerzahl bezogen, ergibt sich von 2005 bis 2011 eine Steigerung von 38 Prozent. Während die sehr guten Entwicklungen der Umsatzsteueranteile und des Gewerbesteueraufkommens die zunehmende wirtschaftliche Vitalität Dresdens reflektieren, zeigt die Entwicklung der Einkommenssteueranteile die ebenso deutlichen Zuwächse der privaten Einkommenssituation der Bevölkerung Dresdens an.

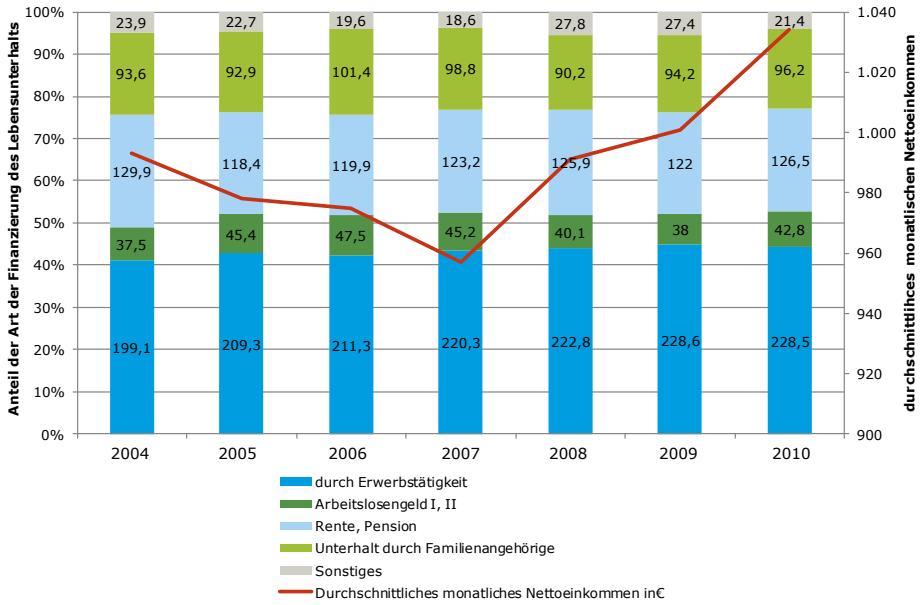
Abbildung 4—17: Entwicklung der bereinigten Einnahmen und Ausgaben des öffentlichen Kommunalhaushalts und der Steuereinnahmekraft, Landeshauptstadt Dresden 2005-2011 (in 1.000 Euro)



Quelle: Statistisches Landesamt 2011, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Der Blick auf die Entwicklung des **durchschnittlichen Nettoeinkommens** eines Dresdners zwischen 2004 und 2010 (+41 Euro) zeigt eine vor allem nach den krisenbedingten Einflüssen einsetzende Dynamik ab 2008 auf. Insgesamt steigerte sich das Nettoeinkommen eines Dresdners zwischen 2004 und 2010 um vier Prozent. Positiv beeinflusst war dies durch die zunehmende Erwerbstätigkeit. Der Anteil der Erwerbstätigen 2010 betrug 44 Prozent. Die Zahl der Bezieher einer Rente oder Pension reduzierte sich seit 2004 um 2,6 Prozent, was auf die dynamische Zuwanderung und auf den Geburtenüberschuss zurückzuführen ist. Durch die beschäftigungsinduzierte Zuwanderung erhöhte sich der Anteil der Erwerbstätigen, ebenso stieg der Anteil derjenigen, die durch Familienangehörige unterhalten werden.

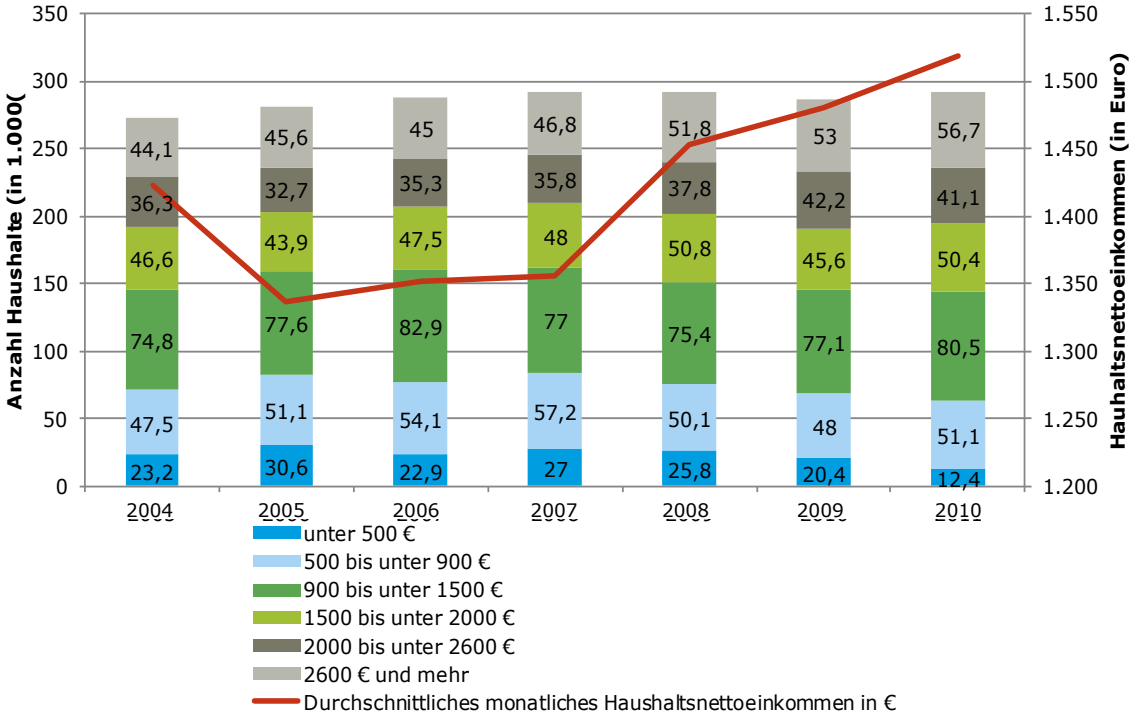
Abbildung 4—18: Entwicklung nach überwiegender Art der Finanzierung des Lebensunterhalts und durchschnittliches Nettoeinkommen pro Kopf, Landeshauptstadt Dresden 2005 - 2011 (in Prozent, in Euro)



Quelle: Statistisches Landesamt, Mikrozensus und KBU 2010, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Entsprechend der individuellen Einkommensentwicklungen steigerte sich auch das **durchschnittliche Haushaltsnettoeinkommen** in Dresden. Dargestellt ist dies in der folgenden Abbildung durch die rote Kurve. Seit 2004 erhöhte sich das durchschnittliche Einkommen eines Dresdner Haushaltes um 7,2 Prozent. Damit einhergehend ging die Zahl derjenigen Haushalte zurück, die ein geringes Einkommen (unter 500 Euro netto) erwirtschafteten. Demgegenüber sind in sämtlichen weiteren Einkommensgruppen deutliche Zuwächse zu beobachten, wobei besonders die Gruppe derjenigen, denen ein Einkommen ab 2.600 Euro zur Verfügung stand, um fast ein Drittel wuchs. Diesen Werten ist die durchschnittliche Belastung der Haushalte für Miete und Heizkosten in Dresden in Höhe von etwa 460 Euro pro Haushalt (Stand: 2010) gegenüberzustellen. (KBU 2011)

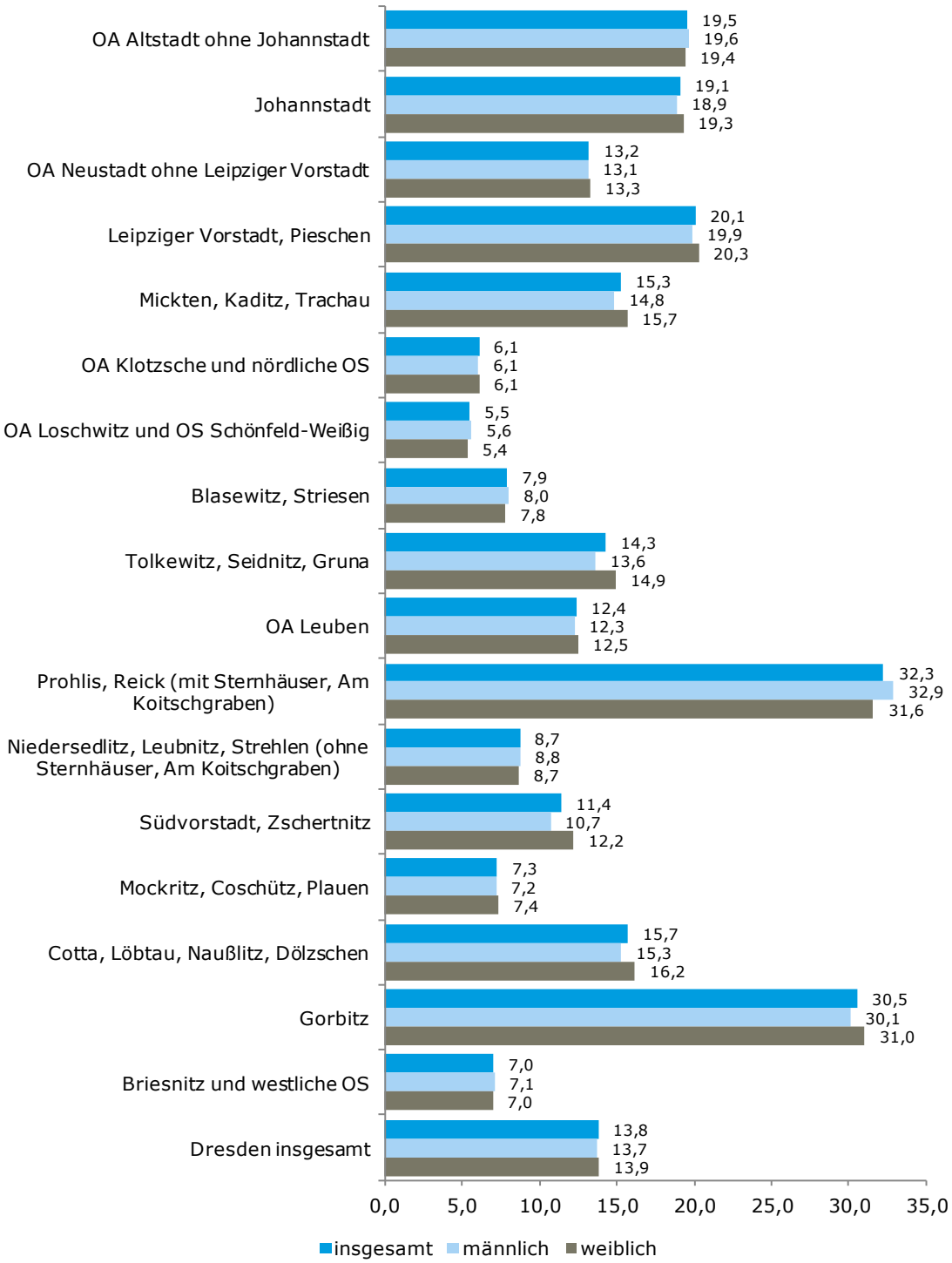
Abbildung 4—19: Entwicklung der Haushaltseinkommen nach Anzahl der Haushalte und Haushaltsnettoeinkommen, Landeshauptstadt Dresden 2005-2011 (in Prozent, in Euro)



Quelle: Statistisches Landesamt 2011, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Das aussagekräftigere **bedarfsgewichtete Nettoäquivalenzeinkommen**, das das Einkommen in Abhängigkeit von der Haushaltsgröße und -zusammensetzung je Person angibt, belief sich 2010 auf 1.356 Euro (2007: 1.275 Euro) je Dresdener. Das durchschnittliche Nettoäquivalenzeinkommen liegt damit deutlich unter dem deutschen Median von 1.564 Euro im Monat – und knapp über dem Wert für Ostdeutschland (1.335 Euro). Nach Stadtteilen differenziert, beträgt das durchschnittliche Nettoäquivalenzeinkommen zwischen 1.170 Euro in Prohlis/Reick (1.100 Euro in 2007) und 1.580 Euro in Loschwitz/Schönfeld-Weißig. Die Einkommensdifferenz zwischen den Stadtteilen mit höchstem bzw. niedrigstem Einkommen betrug 2007 noch 510 Euro, sank allerdings bis 2010 auf 410 Euro. Damit nähern sich die Einkommen über die Stadtteile hinweg zwar an, nichtsdestotrotz ist der Unterschied nach wie vor beachtlich. Immerhin beläuft sich das niedrigste Einkommen gerade einmal auf 74 Prozent des Höchstwertes. (KBU 2010) Hierin zeigen sich die nach Stadtteilen stark differenzierenden Quoten der **SGB-II-Leistungsempfänger**. Diese Quote lag für Dresden im Oktober 2010 bei 13,8 Prozent und damit nur geringfügig unter dem Wert für den Freistaat Sachsen (7,1 Prozent). Die Entwicklung der SGB-II-Leistungsbezugs in den Stadtteilen Dresdens zeigt jedoch, dass in Gorbitz und Prohlis/Reick die Quote der SGB-II-Leistungsempfänger am höchsten ist, während im Ortsamt Klotzsche und den nördlichen Ortschaften sowie in Loschwitz und der Ortschaft Schönfeld-Weißig die wenigsten SGB-II-Leistungsempfänger wohnen (siehe folgende Abbildung; geschlechtsspezifische Unterschiede liegen indes nicht vor: Männer: 13,9 Prozent, Frauen: 13,7 Prozent). (BA 2012)

Abbildung 4—20: SGB-II-Leistungsempfänger, Anteil Männer, Frauen und Gesamt, Landeshauptstadt Dresden 2010 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

4.2.2 Volkswirtschaftliche Situation und Entwicklung

Sachsens Entwicklung ist eine nicht erst seit 1990 nachzuzeichnende Erfolgsgeschichte. So gelang es dem Freistaat nicht nur besser als den vier weiteren neuen Bundesländern, die massiven transformationsökonomischen Herausforderungen in den 1990er Jahren zu bewältigen, sondern sich auch positiv im gesamtdeutschen Vergleich von anderen Regionen abzusetzen. Getragen wurde und wird Sachsens Entwicklung durch eine historisch gewachsene und nach 1990 schnell

wieder belebte Wirtschaftskraft, die sich in den drei Zentren Chemnitz, Leipzig und insbesondere in der Landeshauptstadt Dresden konzentriert.

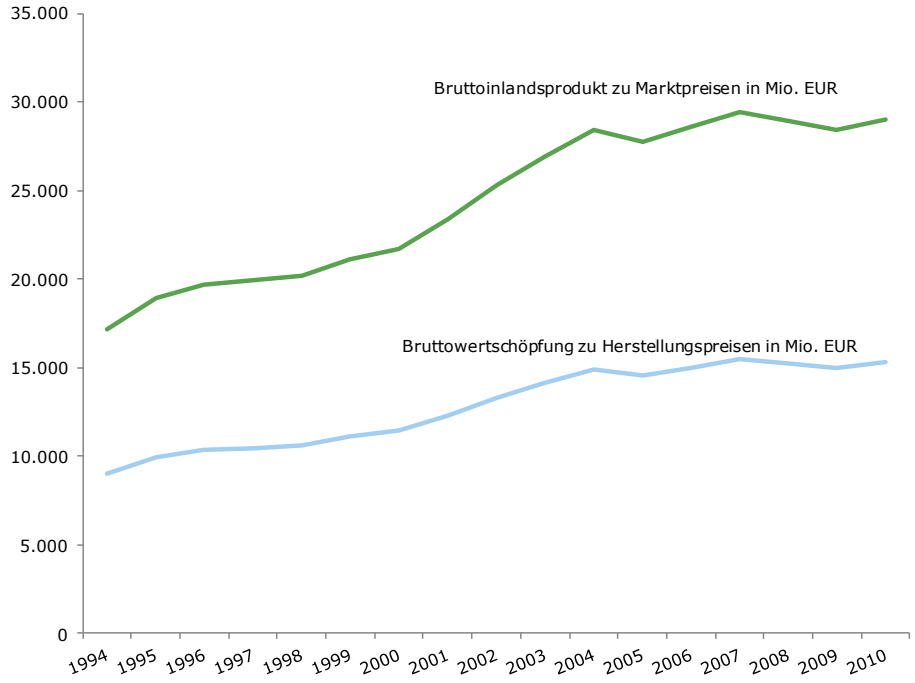
Als Landeshauptstadt ist Dresden nicht nur ein politisches, sondern – neben Leipzig – auch ökonomisches, wissenschaftliches und nicht zuletzt kulturelles Zentrum im Freistaat. Bedeutend für Dresdens ökonomischen Erfolg ist vor allem die hohe Innovationskraft der Dresdner Unternehmen, allem voran in der Mikroelektronik, aber auch zunehmend im Bereich der Bio- und Nanotechnologie. Wichtig für die wirtschaftliche Entwicklung ist auch die große Vielfalt in der Wirtschaftsstruktur der Stadt, wobei das verarbeitende Gewerbe einen traditionell großen Beitrag leistet, sukzessive aber vom Dienstleistungssektor – mit seit Jahren wachsenden Wertschöpfungsbeiträgen – eingeholt wird (Landeshauptstadt Dresden 2011a). Erfolgsfaktor für die Entwicklung der Stadt ist neben der ökonomischen Struktur vor allem auch die wissenschaftliche Struktur. Mit der Technischen Universität besitzt die Stadt eine national wie international anerkannte Spitzenuniversität. Hinzu kommen insgesamt zehn Fach-/Hochschulen sowie eine Vielzahl an außeruniversitären Forschungseinrichtungen, wie etwa die zwölf in Dresden ansässigen Fraunhofer-Forschungseinrichtungen, womit Dresden der größte Standort der Fraunhofer-Gemeinschaft in Deutschland ist. Daneben bestehen Leibniz-Institute (5), Max-Planck-Institute (3) und ein Helmholtz-Zentrum sowie ein DFG-Forschungszentrum (Landeshauptstadt Dresden 2011f).

Der folgende Abschnitt diskutiert die gesamtwirtschaftliche Entwicklung zwischen 1990 und 2010 und die aktuelle Situation der Stadt Dresden, reflektiert die Branchen- und Wirtschaftszweigstrukturen, analysiert den regionalen Arbeitsmarkt sowie das Erwerbstätigenpotenzial und gibt abschließend einen Überblick über die Situation des kommunalen Haushalts. All diese Punkte sind wesentliche Determinanten bei der Ableitung geeigneter Maßnahmen für die Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts.

4.2.2.1 Gesamtwirtschaftsleistung

Die Landeshauptstadt Dresden verzeichnete im Zeitraum von 1994 bis 2010 einen deutlichen Zuwachs ihrer **Gesamtwirtschaftsleistung**: Das Bruttoinlandsprodukt steigerte sich real von rund 9,0 Milliarden Euro im Jahr 1994 auf zuletzt 15,3 Milliarden Euro 2010 und die Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen konnte zwischen 1994 und 2010 von 8,1 Milliarden Euro auf 13,7 Milliarden Euro gesteigert werden.

Abbildung 4—21: Entwicklung Bruttoinlandsprodukt real und Bruttowertschöpfung real, Landeshauptstadt Dresden 1994-2010 (in Mio. Euro)

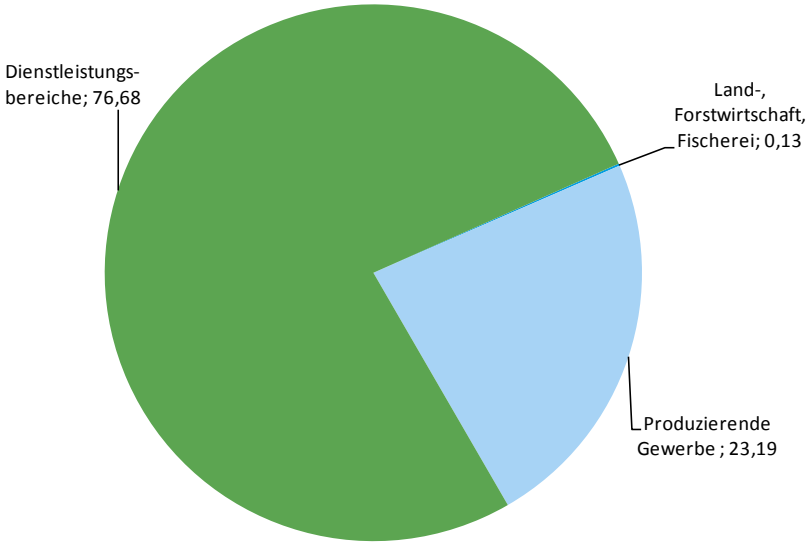


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des BIP beläuft sich damit auf 3,16 Prozent, die der Bruttowertschöpfung auf 3,11 Prozent. Diese relativ hohen Werte beruhen auf einem starken Wirtschaftswachstum zu Beginn des neuen Jahrtausends, das jedoch seit 2005 abflaut. Zuletzt wurde auch das Dresdner Wirtschaftswachstum krisenbedingt deutlich eingeschränkt: Während das BIP in 2007 noch um 3,3 Prozent wuchs, waren 2008 und 2009 negative Entwicklungen in Höhe von -1,7 und -1,5 Prozent zu verzeichnen. 2010 konnte wieder ein positives BIP-Wachstum von 1,9 Prozent generiert werden (vgl. obige Abbildung).

Die folgende Abbildung veranschaulicht die **Bruttowertschöpfungsbeiträge nach Wirtschaftssektoren** innerhalb Dresdens für das Jahr 2009. Sie zeigt, dass der Dienstleitungssektor wesentlichen Anteil an dieser Entwicklung hat, dessen Bruttowertschöpfung in allen Untersektoren deutlich anstieg und somit die zum Teil starken Rückgänge im industriellen Sektor wieder auffing. Die Bedeutung der Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei ist für die Dresdner Wertschöpfung marginal.[22]

Abbildung 4—22: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftssektoren, Landeshauptstadt Dresden, Stand 2009 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Die dargestellten Daten decken sich mit der allgemeinen Entwicklung Dresdens hin zu einer bedeutenden Dienstleistungsmetropole, in der inzwischen ungefähr 76,7 Prozent der Wertschöpfung im Dienstleistungssektor erbracht werden (HWWI 2010; Landeshauptstadt Dresden 2011a). Diese Entwicklung bedeutet im Umkehrschluss, dass der industrielle Sektor mit einem Wertschöpfungsbeitrag von nur 23,2 Prozent für die Dresdner Gesamtwirtschaft eine zunehmend untergeordnete Rolle spielen wird. Gleichwohl hat die sehr wissensintensive Branche der Halbleiterindustrie, aufgrund ihrer herausragenden Bedeutung in der Geschichte wie auch in der aktuellen Bedeutung Dresdens, eine Schlüsselrolle inne und wird auch zukünftig einen relevanten Anteil zur Wirtschaftsleistung der Stadt beitragen. Land-, Forstwirtschaft und Fischerei leisten hingegen nur marginale Beiträge zur Bruttowertschöpfung der sächsischen Landeshauptstadt.

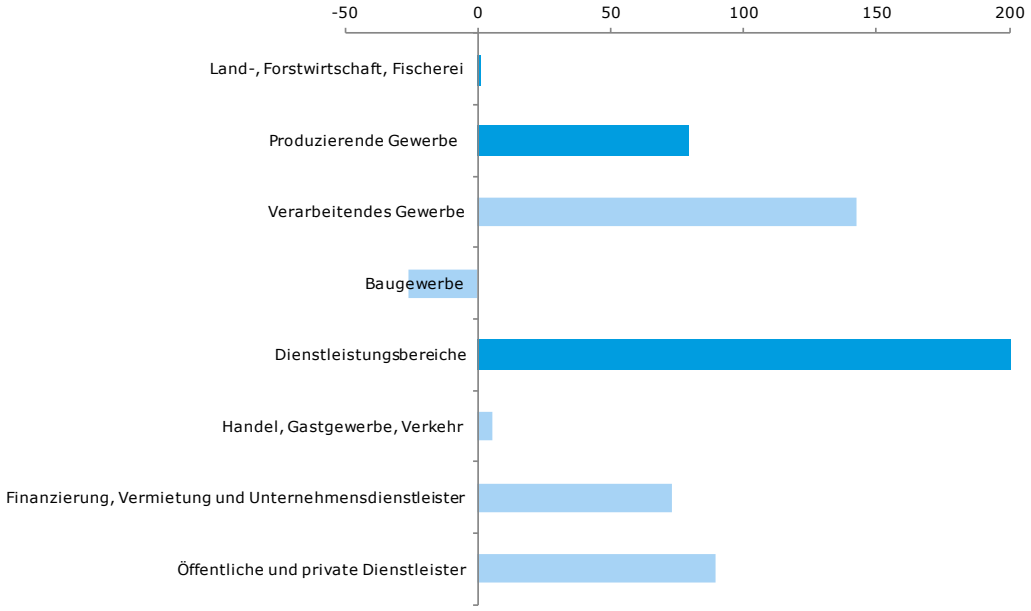
4.2.2.2 Wirtschaftsstruktur

Die Entwicklungen in der **Wirtschaftsstruktur Dresdens** werden in der folgenden Abbildung dargestellt (Gewichtung der jährlichen Entwicklungsraten der Bruttowertschöpfung mit den jährlichen Anteilen an der gesamten Bruttowertschöpfung je Sektor). Hierin wird deutlich, welche Dynamik die Wirtschaftsleistung Dresden zwischen 1995 und 2009 entfalten konnte. Die Entwicklungsraten des produzierenden Gewerbes gegenüber dem Dienstleistungssektor sind beinahe

[22] Siehe für die Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftssektoren Anhang 8.

gleichauf. Getrieben wurde die Entwicklung der Bruttowertschöpfung im produzierenden Gewerbe besonders durch das verarbeitende Gewerbe, wohingegen das Baugewerbe deutlich an Dynamik verlor. Im Dienstleistungssektor gewannen sämtliche Untersektoren/Bereiche an Leistungsfähigkeit hinzu. Hinsichtlich der Entwicklungen der industriellen Bereiche ist im Besonderen auf den Einfluss der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise zu verweisen. So traf diese im Besonderen den exportsensitiven industriellen Sektor, dessen Bruttowertschöpfung von 2008 auf 2009 um neun Prozentpunkte zurückging.

Abbildung 4—23: Anteilsgewichtete Veränderung der Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen nach Wirtschaftssektoren und -zweigen, Landeshauptstadt Dresden, 1995 - 2009 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Die Darstellung zeigt die Bedeutung des Dienstleistungssektors und insbesondere des Untersektors Öffentliche und private Dienstleister für die Stadt Dresden. Darüber hinaus ist das verarbeitende Gewerbe eine wesentliche Säule der Wirtschaftskraft Dresdens. Diese Entwicklung ist besonders auf den Beitrag der Halbleiterindustrie zurückzuführen, die prägend für die Kraft und Struktur der Dresdner Wirtschaft ist. Der Dienstleistungsbereich ist in weiten Teilen an die Halbleiterindustrie angekoppelt, indem sich viele Dienstleister stark auf die mikroelektronische Industrie spezifiziert haben und als Zulieferer agieren (WFS 2010; ifo Institut 2011a:13). Insofern folgt die Entwicklung im Dienstleistungsbereich den Entwicklungen im produzierenden Gewerbe, wie ein Korrelationskoeffizient in Höhe von 0,71 anzeigt, der sich aus der Analyse der Bruttowertschöpfungsbeiträge zwischen 1996 bis 2009 in diesen zwei Wirtschaftszweigen ergibt.

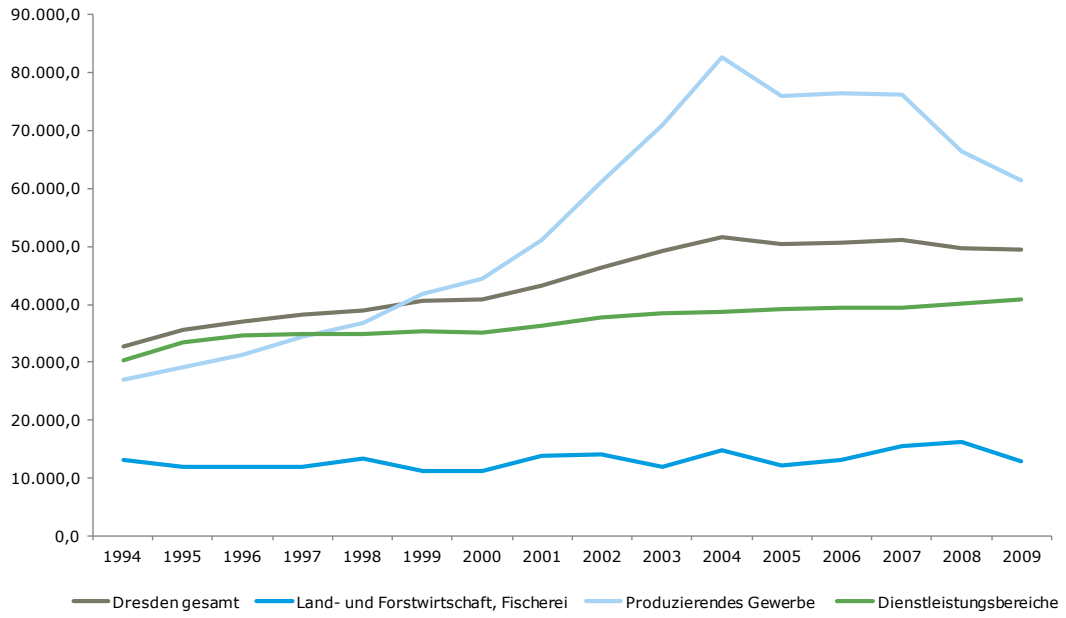
Aus der Verkopplung von relevanten Dienstleistungsbereichen und der Halbleiterindustrie und der sich daraus ergebenden Spezialisierung ergibt sich für die Wirtschaftsstruktur Dresden ein vergleichsweise geringer Diversifikationsgrad, der für die gesamte wirtschaftliche Entwicklung der Stadt nicht unproblematisch ist. Wie ein Blick auf die Halbleiterindustrie in Europa zwischen 1995 bis zum September 2011 zeigt, sind die Entwicklungen in dieser Branche hoch volatil (vgl. folgende Abbildung). Für Dresden, als dem wichtigsten europäischen Standort der Halbleiterindustrie, wirken sich diese Entwicklungen mit entsprechenden Zunahmen und eben auch Abnahmen der Wirtschaftsleistung aus. So zeichnet sich der Rückgang der Bruttowertschöpfung im produzierenden Gewerbe in der zurückgehenden Umsatzentwicklung der Halbleiterindustrie ab 2005 deutlich ab. Ausschlaggebend für diese Entwicklung war nicht zuletzt der Effekt der 2007 beginnenden Finanzkrise, der sich zwischen 2008 und 2009 zu einer gesamtwirtschaftlichen Krise auswirkte. Für sehr exportstarke Branchen, wie die Halbleiterindustrie, wirkten sich die globalen ökonomischen Verwerfungen zwischen 2007 und 2009 sehr umfassend aus und führten zu massiven Umsatzeinbrüchen. Hinzu kamen neue Wettbewerbssituation insbesondere mit ost- und süd-

ostasiatischen Volkswirtschaften, die den Bereich der Halbleiterindustrie in Europa, vor allem auch in Deutschland, vor große Herausforderungen stell(t)en.[23]

4.2.2.3 Produktivität

Infolgedessen sank nicht nur die Bruttowertschöpfung, sondern mit ihr auch die Beschäftigungsleistung der Dresdner Wirtschaft.[24] Eine Darstellung der Entwicklung der **Produktivität** (Bruttoinlandsprodukt in Marktpreisen bezogen auf die Erwerbstätigen) stellt den Zusammenhang zwischen beiden Aspekten dar. Die folgende Abbildung skizziert die Entwicklung der Produktivität nach Wirtschafssektoren und insgesamt in Dresden.

Abbildung 4—24: Entwicklung der Produktivität Wirtschaftssektoren, Landeshauptstadt Dresden 1994 - 2009 (in BIP-real je Erwerbstätigen)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Erwirtschaftete ein Dresdner Erwerbstätiger 1994 noch 32.625,10 Euro, waren es in den Jahren 2000 schon 40.777,70 Euro und 2009 49.336,6 Euro. Besonders relevant für die Produktivität in Dresden ist der Beitrag des produzierende Gewerbes, dessen Produktivität sich 2009 auf 61.360,90 Euro pro Erwerbstätigen belief und sich im Vergleich zu 1994 um 127 Prozent steigerte, wobei das verarbeitende Gewerbe allein einen Zuwachs von 171 Prozent in diesem Zeitraum verzeichnete. Im Dienstleistungssektor entfielen 1994 30.353,30 Euro auf jeden Erwerbstätigen in diesem Wirtschaftssektor. Bis 2009 steigerte sich die Produktivität um 34 Prozent auf 40.740,60 Euro. Produktivitätsabnahmen hatte in diesem Zeitraum der primäre Sektor (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei) zu verzeichnen.

Hierin zeigt sich, dass gerade das produzierende Gewerbe seit der deutschen Wiedervereinigung deutliche Zuwächse in der Produktivität generieren konnte. Zurückzuführen ist dies auf eine sehr umfassende technische Modernisierung mit einhergehenden Abnahmen der Beschäftigtenzahlen. Diese Entwicklung ist im Industriesektor nach wie vor anhaltend. Mit der Herausbildung von „Silicon Saxony" hin zu einem Spitzencluster der Halbleiterindustrie verstärkte sich diese Entwicklung zusehends am Standort Dresden. So kam es zwischen 2000 und 2003 zu einem geradezu sprunghaften Anstieg der Produktivität, der – mit Einschränkung – besonders auf den weiteren Ausbau der Produktionsstätten von AMD an Vitalität gewann und sich mit der Bildung der Advanced Mask Technology Center GmbH & Co. KG (AMTC) als Joint Venture von AMD mit Infineon und DuPont sowie weiteren Ausbauten des Standortes fortsetze (Silicon Saxony 2011). Die Produktivität im Dienstleistungssektor ist selten mit derartigen Sprüngen behaftet. Jedoch wuchs

[23] Zur Umsatzentwicklung der Halbleiter-Industrie siehe Anhang 9
[24] Erwerbstätigkeit ist neben der Bruttowertschöpfung ein zweiter wesentlicher Aspekt der Analyse sozio-ökonomischer Faktoren und wird im folgenden Abschnitt gesondert diskutiert.

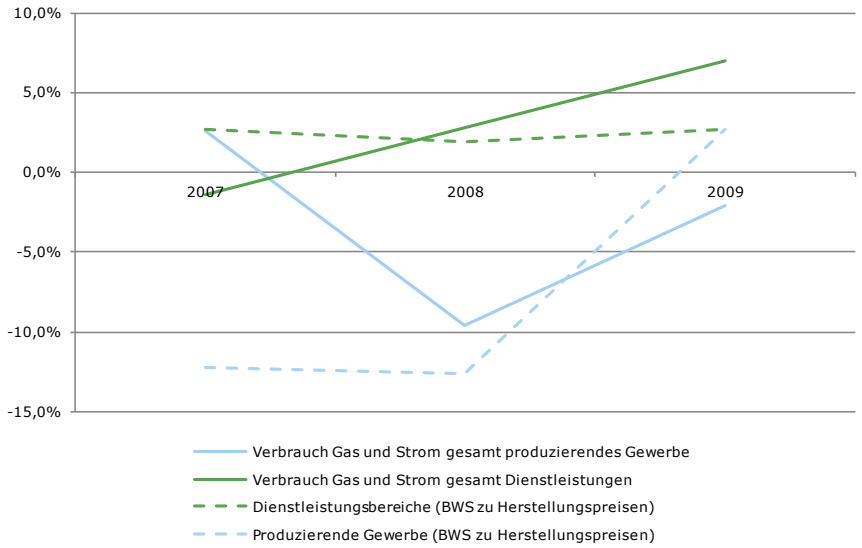
auch die Produktivität im Dienstleistungssektor seit 1991 bis 2004 kontinuierlich an. Diese Entwicklung verlief anfangs völlig, später nur leicht abgekoppelt von der Entwicklung im verarbeitenden Gewerbe. Diese Kopplung nahm aber mit der Herausbildung von „Silicon Saxony" umfassend zu.

Mit den drastischen Produktionsrückgängen der Halbleiterindustrie in Deutschland und Europa, insbesondere in den Jahren 2004/2005 und wiederum 2009 mit der Insolvenz von Qimonda sank wiederum die Produktivität im verarbeitenden Gewerbe erheblich. Die Relevanz der Produktivität im verarbeitenden Gewerbe widerspiegelnd, zeigte sich auch ein Rückgang der durchschnittlichen Produktivität aller Dresdener Erwerbstätigen. Demgegenüber verzeichnete der Dienstleistungssektor eine weiter wachsende Produktivität, jedoch mit geringen Entwicklungsraten.

4.2.2.4 Energieintensität

Hinsichtlich des **Energieverbrauchs** zeigen die Verbräuche zwischen 2007 und 2009 einen Anstieg im Dienstleistungssektor und einen Rückgang im produzierenden Gewerbe. So entwickelte sich der Verbrauch von Gas und Strom im Dienstleistungsbereich deutlich unterproportional gegenüber der Entwicklung der Bruttowertschöpfung im Dienstleistungssektor zwischen 2007 und 2008. Seit 2008 kam es zu einer deutlichen Zunahme der Verbräuche, die jedoch wiederum überproportional zur wirtschaftlichen Dynamik verlief. Im Vergleich der Gas- und Stromverbräuche im industriellen Bereich zeigte sich ein abnehmender Zusammenhang zur Bruttowertschöpfungsentwicklung.

Abbildung 4—25: Entwicklung Gas- und Stromverbrauch in Industrie und Gewerbe im Vergleich zur BWS-Entwicklung, Landeshauptstadt Dresden 2007-2009 (in GWh)

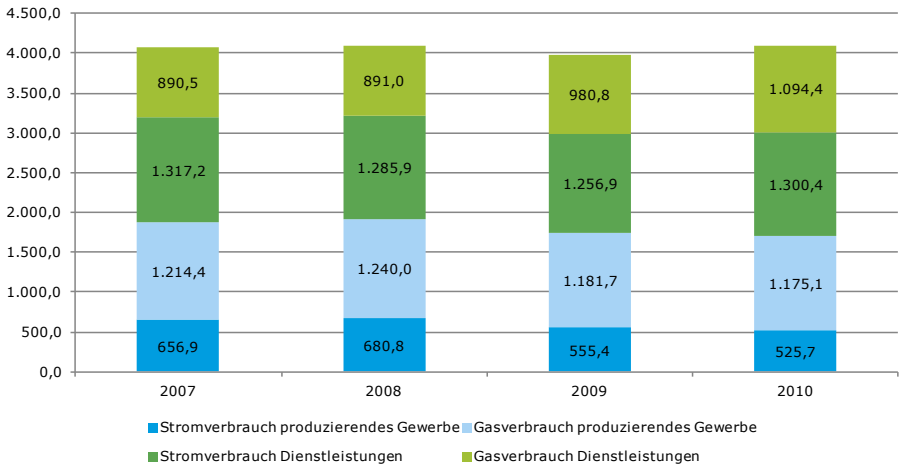


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, Basis: Verbrauchsdaten der Energieversorger ENSO und DREWAG, eigene Berechnung Rambøll-KEEA

Die **sektorendifferenzierte Aufteilung der Verbräuche nach Strom und Gas** zeigt besonders den zunehmenden Verbrauch von Erdgas im Dienstleistungssektor, der seit 2007 um rund 23 Prozent stieg. Verursacht wurde diese Entwicklung durch die deutlichem Wachstum des Dienstleistungssektors und dem damit einhergehenden überproportional steigenden Verbrauch von Wärmeenergie. Dies zeigt sich entsprechend auch im Unternehmensbestand, der 2010 gegenüber 2007 ein Mehr von 1.500 Unternehmen aufwies. Ebenso stieg die Beschäftigung im Dienstleistungssektor um gut 9.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Der Verbrauch von elektrischer Energie lag hingegen 2010 nach Abnahmen in den Jahren 2008 und 2009 wieder auf dem Niveau von 2007. Hier sind trotz der Zunahmen in der Unternehmens- und Beschäftigungszahl keine deutlichen Zunahmen im Endenergieverbrauch festzustellen, was sich letztlich auch auf den Einsatz zunehmend energieeffizienter Technik zurückführen lässt, insbesondere im Bereich der Bürotechnik. Im produzierenden Gewerbe sind dagegen deutliche Rückgänge in den Energieverbräuchen festzustellen. Diese spiegeln den Rückgang der Bruttowertschöpfung im pro-

duzierenden Gewerbe zwischen 2007 und 2010 wider, was sich insbesondere im Stromverbrauch niederschlug.

Abbildung 4—26: Entwicklung Gas- und Stromverbrauch in Industrie und Gewerbe (Basis: Verbrauchsdaten der Energieversorger ENSO und DREWAG), Landeshauptstadt Dresden 2007 - 2010 (in GWh)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, Basis: Verbrauchsdaten der Energieversorger ENSO und DREWAG, eigene Berechnung Rambøll-KEEA

Entsprechend den Entwicklungen der Strom- und Gasverbräuche, die der sektorenspezifischen Bruttowertschöpfung pro Jahr gegenüber gestellt wurden, leitet sich jeweils eine **Energieproduktivität** ab. Für den Zeitraum 2007 und 2010 wurden die Energieproduktivitäten je Sektor und getrennt nach Gas und Stromverbrauch untenstehend dargestellt.[25]

Tabelle 4-2: Entwicklung der Energieproduktivität (bezogen auf Bruttowertschöpfung in Herstellungspreisen zu Gas- und Stromverbrauch), Landeshauptstadt Dresden 2007 - 2010 (in Mio. Euro/GWh)

Energieproduktivität	2007	2008	2009	2010	Differenz 2007-2010
Produzierendes Gewerbe Strom	6,18	5,23	5,60	6,08	-1,68%
Produzierendes Gewerbe Gas	3,34	2,87	2,63	2,72	-18,68%
Dienstleistungen Strom	7,46	7,85	8,18	8,12	8,87%
Dienstleistungen Gas	11,04	11,33	10,49	9,65	-12,55%

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, Basis: Verbrauchsdaten der Energieversorger ENSO und DREWAG, eigene Berechnung Rambøll-KEEA

4.3 Energie- und CO_2-Bilanz

Die Bilanzierung des Energieverbrauchs sowie die sich daraus ergebenden CO_2-Emissionen erfolgt zum Basisjahr 2005 – sowie abschließend in einer getrennten Darstellung nach Fernwärme, Erdgas- und Stromverbrauch bis 2010. Einführend erfolgt eine Gesamtübersicht über alle Verbrauchsektoren, der sich die getrennten Darstellungen nach den Verbrauchssektoren Wohngebäude, Nicht-Wohngebäude/Unternehmen, öffentliche Einrichtungen/Gebäude sowie Verkehr anschließen. Für die Ist-Analyse wurden die Ergebnisse des KEEA-Bilanzierungsmodells genutzt. Der Dateninput basiert z.T. auf der Datenbank ecoRegion und hauptsächlich auf den erhobenen Primär- und Sekundärdaten der Energieversorger DREWAG und ENSO.

Die Darstellung erfolgt nach dem Endenergieverbrauch und dem kumulierten Energieverbrauch (KEV). Die Endenergie ist die direkt vom Verbraucher bezogene Energie und der kumulierte Energieverbrauch ist die Summe aller Primärenergien, die im Lebenszyklus eines Produktes oder einer Dienstleistung anfallen. Das heißt, er umfasst alle zur Herstellung und Nutzung benötigte

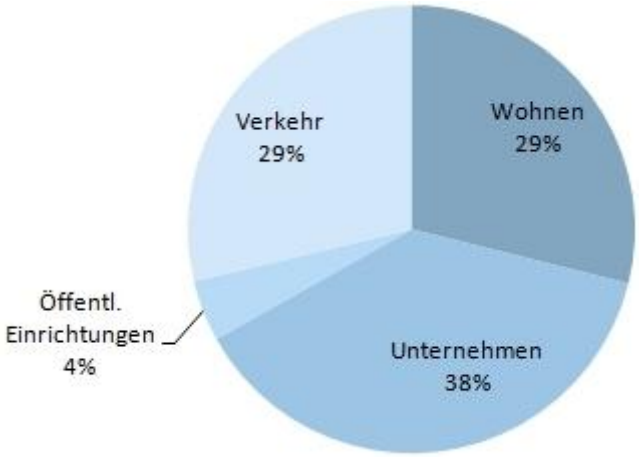
[25] Zu berücksichtigen ist in der Betrachtung der Energieproduktivität, dass es im Betrachtungszeitraum zu Rückgängen in der Energienachfrage kam, da die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise abnahm (Zeitraum 2007 bis 2009). Neben diesen allgemeinen Makroeffekt, der die Dresdner Wirtschaft betraf, führte die Insolvenz von Qimonda im Jahre 2009 zu einem deutlichen Rückgang der Energienachfrage.

Primärenergie, inklusive aller Vorketten. Zur Berechnung des KEV wird das Gesamtemissionsmodell integrierter Systeme (GEMIS) in der Version 4.6 verwendet.

4.3.1 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen nach Verbrauchssektoren 2005

Der **Endenergieverbrauch** Dresdens belief sich im Basisjahr 2005 auf 11.350 $GWh_{(End)}$. Davon hat der Verbrauchssektor Wohngebäude einen Anteil von 3.300 $GWh_{(End)}$. Der Verbrauchssektor Unternehmen benötigte 4.260 $GWh_{(End)}$, die öffentlichen Einrichtungen 500 $GWh_{(End)}$. Der Verkehr ohne Flugverkehr hat 3.280 $GWh_{(End)}$ verbraucht.[26]

Abbildung 4—27: Endenergieverbrauch verteilt nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent)

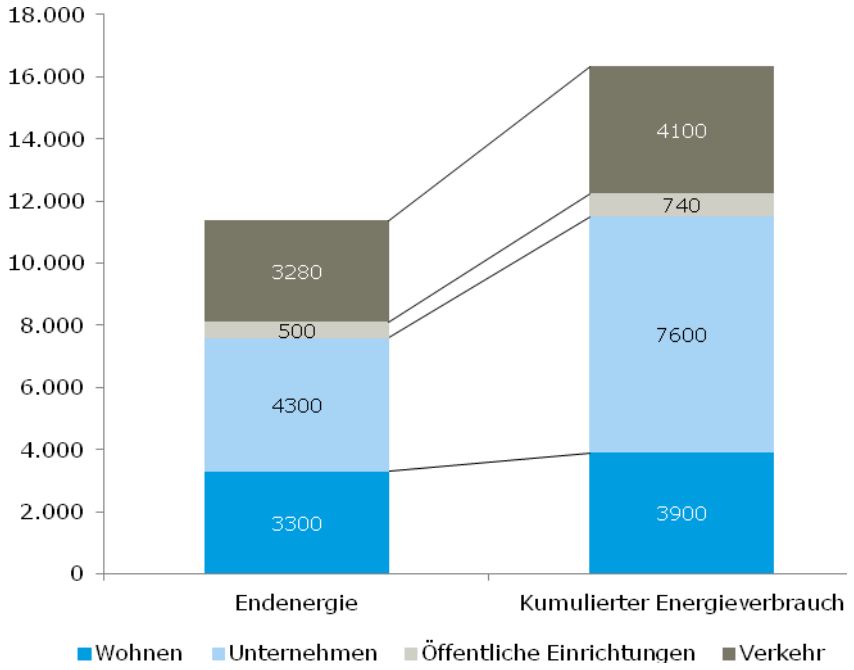


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Der **kumulierte Energieverbrauch** (KEV) der Landeshauptstadt Dresden belief sich 2005 auf ca. 16.000 $GWh_{(KEV)}$. Um die lokalen Gegebenheiten besser darzustellen, ist für den Wärmeanteil der Kraft-Wärme-Kopplung (DREWAG) der über die exergetische Methode berechnete Primärenergiefaktor von 0,7 verwendet worden. Mit 7.600 $GWh_{(KEV)}$ hatte der Verbrauchssektor Unternehmen die höchsten Energieverbräuche zu verzeichnen, gefolgt von den Verbrauchssektoren Verkehr mit 4.100 $GWh_{(KEV)}$ und Wohnen mit 3.900 $GWh_{(KEV)}$. Auf die öffentlichen Einrichtungen entfallen 740 $GWh_{(KEV)}$. Stellt man den Endenergieverbrauch und den kumulierten Energieverbrauch einander gegenüber, wird ersichtlich, dass der Verbrauchssektor Unternehmen in der primärenergetischen Betrachtung stark Gewicht gewinnt und der Verbrauchsektor Wohnen relativ dazu abnimmt hat. Die Darstellung folgt in der nächsten Abbildung. Die wesentliche Ursache dieser Verschiebung liegt im hohen Elektroenergieverbrauch der Unternehmen und dem im Vergleich dazu geringen Fernwärmeeinsatz.

[26] Die Analysen der Energieverbräuche in allen Handlungsfeldern wurden unter Nutzung des auf die Einwohner Dresdens bezogenen Verursacherprinzips erstellt.

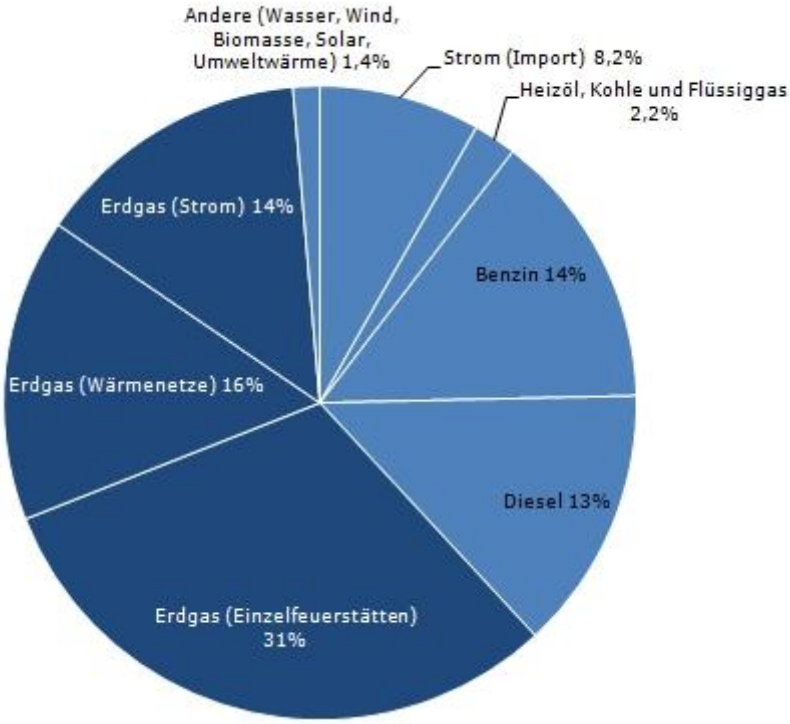
Abbildung 4—28: Gegenüberstellung Endenergieverbrauch (End) und kumulierter Energieverbrauch (KEV) nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh, gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Ein Großteil des **Endenergieverbrauchs** Dresdens wird über Erdgas abgedeckt. Elektrische Energie als Import oder Eigenproduktion (aus Erdgas) über die Dresdner Kraftwerke deckt circa 22 Prozent des Energieverbrauchs ab. Die Kraftstoffe Benzin und Diesel haben zusammen einen Anteil von 27 Prozent. Fernwärme und die Befeuerung von Einzelfeuerstätten mit Erdgas machen ca. 47 Prozent des Dresdner Energieverbrauches aus. Sonstige Energieträger wie Biomasse haben nur einen geringen Anteil von einem Prozent (vgl. folgende Abbildung).

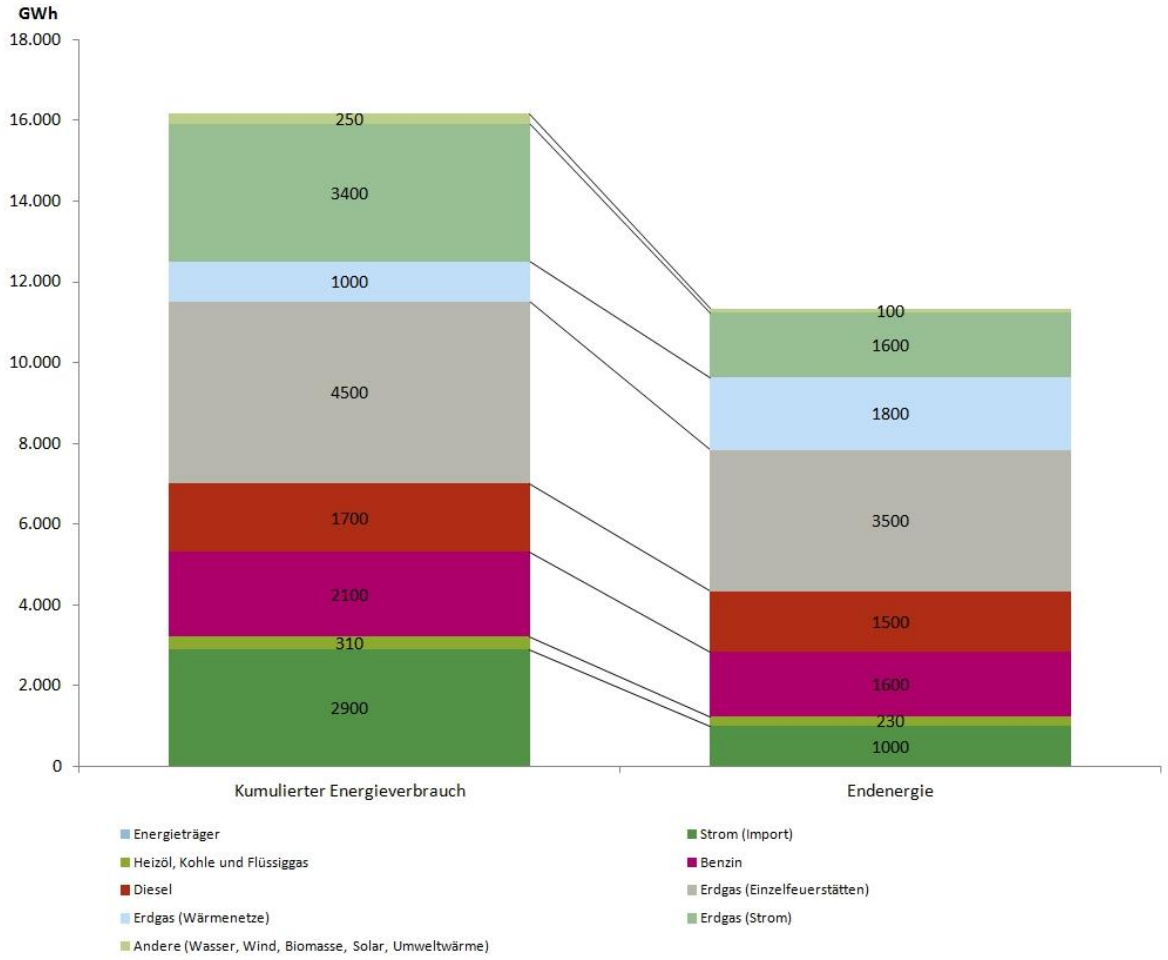
Abbildung 4—29: Verteilung Gesamtendenergieverbrauch (alle Verbrauchsektoren) nach Energiequellen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Ein Vergleich des Gesamtendenergieverbrauchs nach Energieträgern mit dem **kumulierten Energieverbrauch** zeigt, dass die Strom- und Kraftstoffanteile an Bedeutung zunehmen und die Wärmeversorgung an Bedeutung verliert. Dabei steigt relativ gesehen, der importierte Stromanteil stärker an als die lokale Stromerzeugung (GuD-Heizkraftwerk) und die Wärmeerzeugung mit Erdgas in Einzelfeuerstätten stärker als die Wärmebereitstellung per Fernwärme. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Verteilung der Energieverbräuche nach Energieträgern im Vergleich zwischen der Endenergie und dem kumulierten Energieverbrauch.

Abbildung 4—30: Gegenüberstellung Endenergieverbrauch (End) und Kumulierter Energieverbrauch (KEV) nach Energiequellen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh)

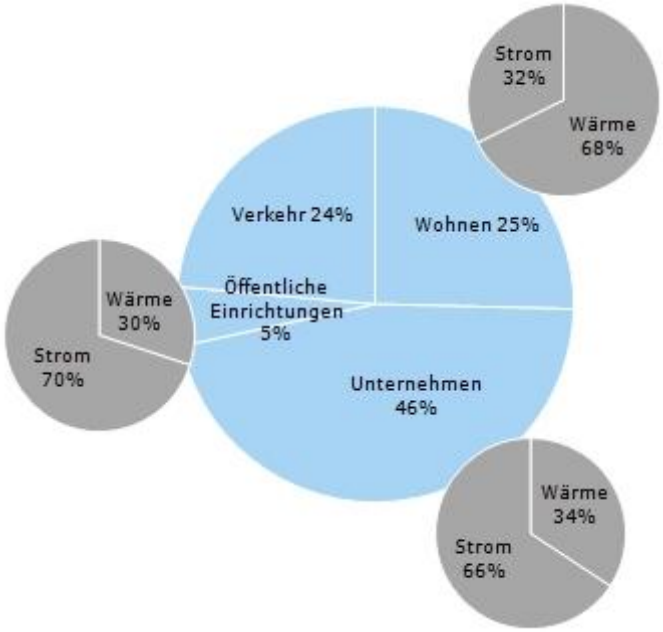


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Für den Beitrag zum Klimawandel der energiebedingten **Emissionen treibhausrelevanter Gase** ist als Berechnungsmethode ebenfalls das GEMIS-Modell (Version 4.6) verwendet worden. In der Wirkungsbilanz zum Treibhauseffekt werden die CO_2-Emissionen inklusive der Vorketten für Förderung und Herstellung, Transport, Umwandlung und Lagerung erfasst. Weitere treibhausrelevante Gase wie Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O) werden über Wirkfaktoren als sogenannte CO_2-Äquivalente einbezogen und in der Summe als CO_2-äq dargestellt. Die Berechnung des energiestrombedingten Treibhauseffekts erfolgt also als CO_2-äq. Weitere Treibhausgase wie FCKW oder SF_6-Gas werden wegen ihrer geringen Menge bei energiebedingten Prozessen nicht berücksichtigt.

Aus dem Gesamtendenergieverbrauch ergaben sich für 2005 Emissionen von ca. 3,5 Millionen Tonnen CO_2-äq, wobei die größten Anteilsträger die Unternehmen sowie der Verkehr sind, wie die folgende Abbildung zeigt. Der Unternehmenssektor und der Verkehr tragen zusammen zu 70 Prozent zu den CO_2-Emissionen bei. Der Bereich Wohnen emittiert 25 Prozent der Gesamtemissionen. Einen geringen Anteil von fünf Prozent haben die öffentlichen Einrichtungen. Da in dieser Emissionsmenge der Personen- und Güterluftverkehr sowie die Emissionen aus der Landwirtschaft nicht enthalten sind, kann ihr Wert nicht mit den kommunalen Bilanzen der Vorjahre verglichen werden.

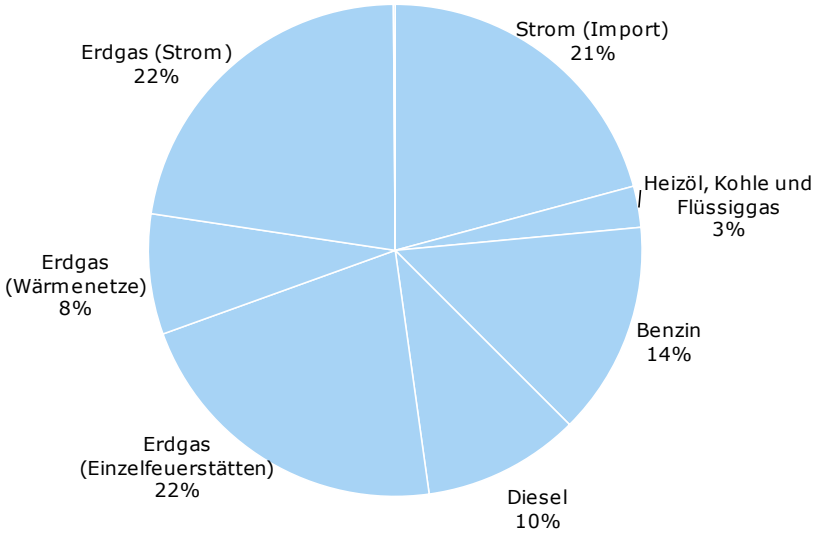
Abbildung 4—31: CO_2-Emissionen, verteilt nach Verbrauchssektoren, Dresden 2005 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Aufgeteilt auf die Energieträger ergibt sich ein ähnliches Bild wie beim kumulierten Energieverbrauch. Der Verbrauch elektrischer Energie führt zu gut 40 Prozent der Emissionen. Durch die Kraft-Wärme-Kopplung ist in Relation zum Endenergieverbrauch der Anteil der Wärmenetze deutlich geringer. Die CO_2-Emissionen der Fernwärme entsprechen nur 8 Prozent der Gesamtemissionen. Benzin und Diesel emittieren etwa ein Viertel.

Abbildung 4—32: Verteilung CO_2-Emissionen nach Energieträgern, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Prozent)

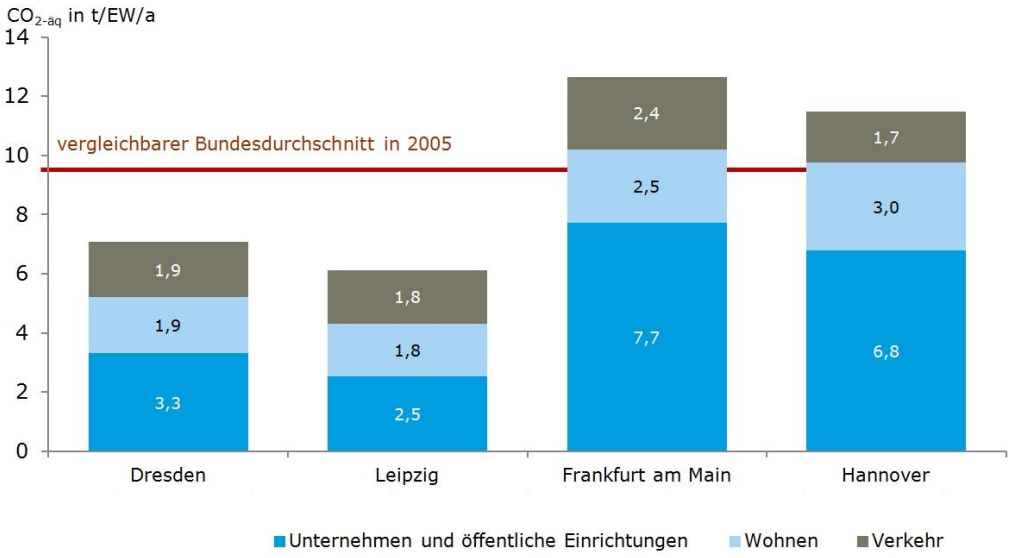


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Vergleicht man die Dresdner CO_2-Emissionen (ohne Flug- und Güterverkehr sowie nichtenergetische Emissionen) mit denen anderer Städten ähnlicher Größe, wie zum Beispiel Leipzig, Frankfurt am Main und Hannover, liegt Dresden im Mittelfeld. So emittieren die Dresdner im Jahr 2005 mit 7,1 Tonnen CO_2 pro Kopf mehr als die Leipziger mit 6,1 Tonnen, aber weniger als die Frankfurter mit 12,6 und die Hannoveraner mit 11,5 Tonnen. Der Flugverkehr ist bei allen vier Städten nicht berücksichtigt worden.
Im städtischen Vergleich wird ersichtlich, dass die Unternehmen in allen vier Städten den größten Anteil an den Emissionen ausmachen, wobei der Anteil in Frankfurt und Hannover mit 60 Prozent

erheblich größer ist als in Dresden mit etwa 45 Prozent und Leipzig mit circa 40 Prozent. Die hohen CO_2-Emissionen der Unternehmen sind dabei ausschlaggebend für die hohen Pro-Kopf-Emissionen der beiden westdeutschen Städte. Der kleinste Anteil liegt bei den öffentlichen Einrichtungen, wobei diese hier als Teil der Kleinverbraucher im Unternehmenssektor ausgewiesen werden. Die Emissionen der Haushalte fallen für Dresden und Leipzig geringer aus als für Frankfurt und Hannover. Eine mögliche Erklärung ist der hohe Sanierungsstand und die umfangreiche Fernwärmeversorgung sowie der geringere Haushaltsstromverbrauch in den ostdeutschen Städten. Die Verkehrsemissionen pro Kopf liegen in ähnlichen Dimensionen in allen vier Städten.

Abbildung 4—33: Vergleich der CO_2-Bilanzen pro Kopf zwischen Dresden, Leipzig, Frankfurt und Hannover (in Tonnen CO_2 pro Einwohner) 2005/2008



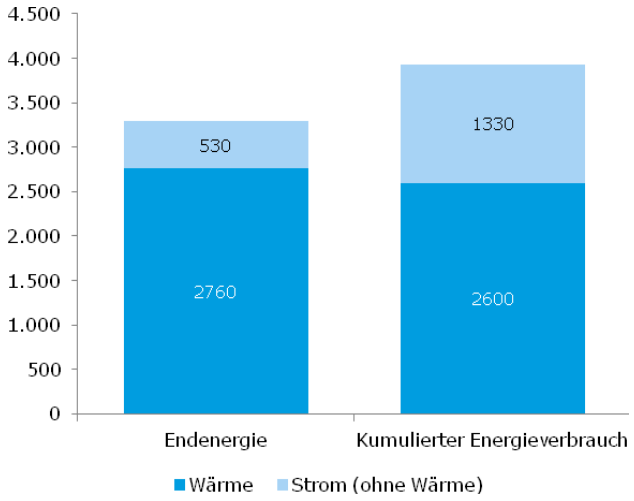
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, Landeshauptstadt Hannover 2007, Stadt Leipzig 2011, Stadt Frankfurt am Main 2008, eigene Darstellung Rambøll-KEEA, Umweltamt. Anmerkungen: Unternehmen (Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) inkl. öffentlicher Einrichtungen
Anmerkung: In der Darstellung des Wertes für Leipzig sind Emissionen aus vorgelagerten Prozessketten nicht berücksichtigt. Auch die Erfassung der Einwohnerzahlen unterscheidet sich zwischen den Städten, z. B. in der Einbeziehung der Einwohner mit Nebenwohnsitz. Insgesamt muss betont werden, dass die Vergleichbarkeit der Städte untereinander infolge eines fehlenden einheitlichen Bilanzierungsinstruments nur bedingt gegeben ist (siehe auch Untersuchung der Uni Stuttgart in Sippel 2011).
Die rote Linie markiert den bundesdeutschen Durchschnittswert 2005 von 9,5 t $CO_{2\text{-äq}}$/EW/a.

4.3.1.1 Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte

Der **Endenergieverbrauch im Verbrauchssektor Wohnen** umfasste rund 3.300 $GWh_{(End)}$. Wesentlich hierfür ist der hohe Bedarf der Wohngebäude an Wärmeenergie, der allein 2.760 $GWh_{(End)}$ auf sich vereint. Zudem wurden ca. 530 $GWh_{(End)}$ elektrische Energie verbraucht. Pro Kopf ergibt dies einen Stromverbrauch von 1.088 kWh, was im Vergleich zu anderen Städten gering ausfällt (Leipzig 2008: 1.138 kWh pro Kopf, Frankfurt a. M. 2005: 1.282 kWh pro Kopf, Hannover 2005: 1.366 kWh pro Kopf).

Der **kumulierte Energieverbrauch** belief sich auf ca. 3.900 $GWh_{(KEV)}$ und addiert sich aus 2.600 $GWh_{(KEV)}$ für den Wärmebedarf und 1.330 $GWh_{(KEV)}$ für den Strombedarf. Dabei wird ersichtlich, dass der Wärmeverbrauch in der Betrachtung des KEV sank und der Stromverbrauch stieg. Grund dafür ist der geringe KEV-Faktor der Fernwärme. Wie in Kapitel 4.3.1 erläutert, wird der Energieeinsatz in der Kraft-Wärme-Kopplung nach der exergetischen Methode auf die beiden Koppelprodukte Strom und Wärme aufgeteilt. Dabei wird der Wärme ein vergleichsweise geringer Anteil am Energieeinsatz zugeordnet.

Abbildung 4—34: Endenergie- und kumulierter Energieverbrauch im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in $GWh_{(End)}$ und $GWh_{(KEV)}$ gerundet)

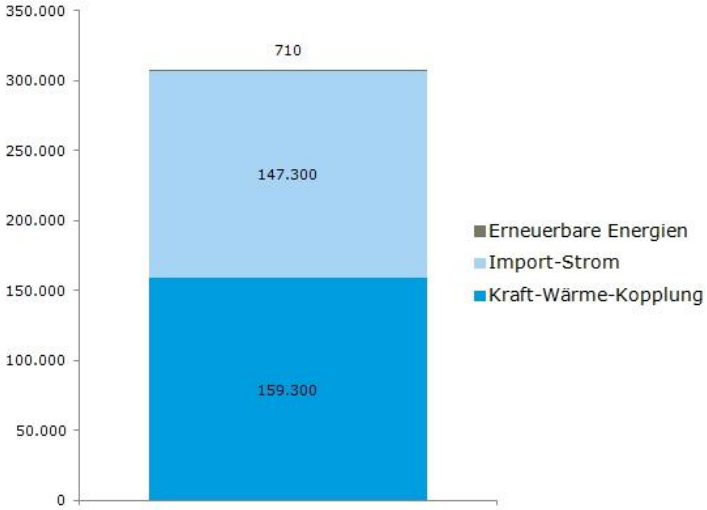


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Die folgenden Darstellungen, spezifiziert nach Strom- und Wärmeverbräuchen, spiegeln in der energetischen Betrachtung ausschließlich die Ergebnisse des kumulierten Energieverbrauchs wider. Die verbrauchte elektrische Energie von 1.330 $GWh_{(KEV)}$ im Jahr 2005 wurde zu 53 Prozent (705 $GWh_{(KEV)}$) durch die lokale Energieversorgung über die Kraft-Wärme-Kopplung bereitgestellt. Weitere 40 $GWh_{(KEV)}$ (3 Prozent) wurden durch erneuerbare Energien erzeugt und der restliche Bedarf von 585 $GWh_{(KEV)}$ (44 Prozent) wurde importiert.

Durch diese kumulierten Energieverbräuche für Strom entstanden entsprechende **CO_2-Emissionen** in Höhe von ca. 307.000 Tonnen. Durch die Verbräuche der elektrischen Energie, die über die Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wurde, wurden im Jahr 2005 159.300 Tonnen CO_2 emittiert. Aufgrund des Imports von Strom wurden weitere 147.300 Tonnen CO_2 emittiert. Etwa 710 Tonnen CO_2-Emissionen erwuchsen aus dem Stromverbrauch zur Erzeugung erneuerbarer Energie.

Abbildung 4—35: CO_2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen, gerundet)

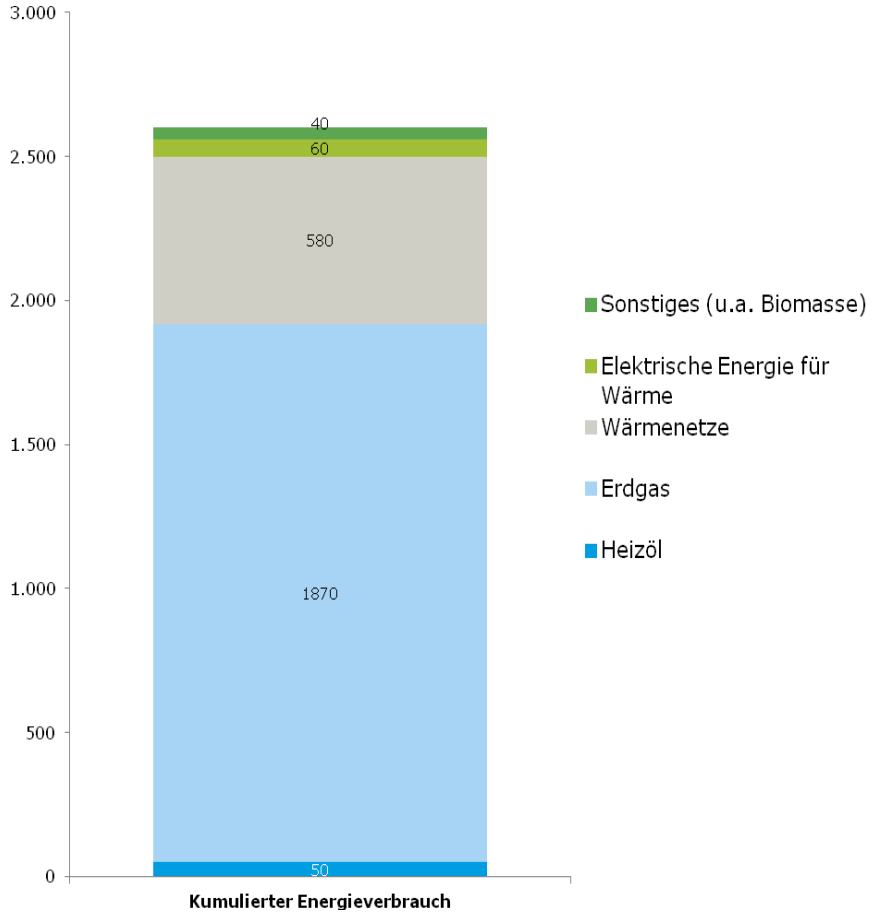


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Neben Strom wurden 2005 in den Dresdnern Wohngebäuden insgesamt 2.600 $GWh_{(KEV)}$ **Wärmeenergie** primärenergetische eingesetzt. Der Großteil der Primärenergiebereitstellung in Höhe von 1.870 $GWh_{(KEV)}$ im Wärmesektor wird über die direkte Verbrennung von Erdgas abgedeckt (72

Prozent). Auf die Wärmenetze entfiel ein Primärenergieeinsatz von lediglich 580 $GWh_{(KEV)}$. Vergleichsweise gering waren die Anteile aus Heizöl mit 50 $GWh_{(KEV)}$, aus erneuerbaren Energien (u. a. Biomasse) mit 40 $GWh_{(KEV)}$ und aus Strom zur Wärmeerzeugung mit 60 $GWh_{(KEV)}$.

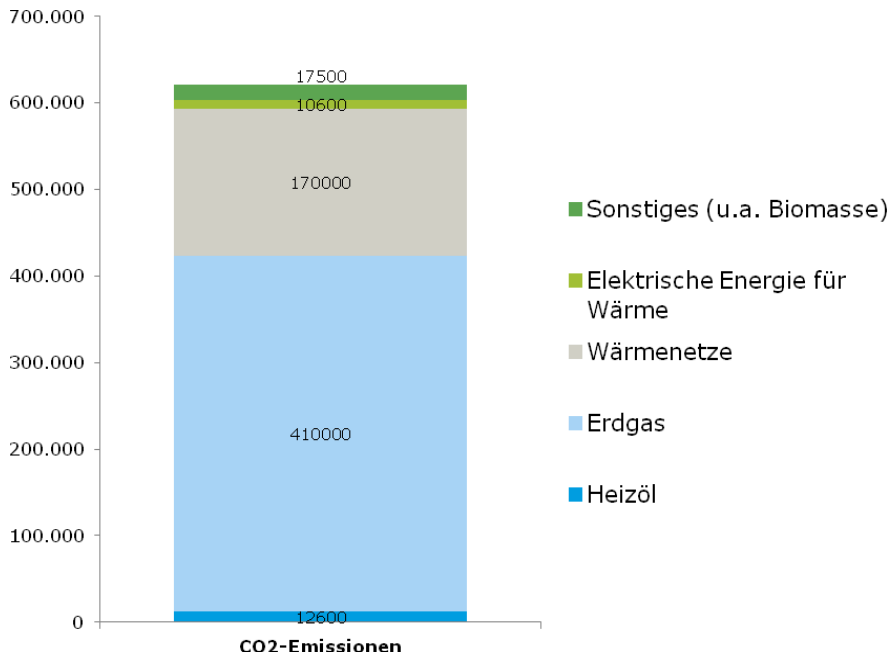
Abbildung 4—36: Kumulierter Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in $GWh_{(KEV)}$ gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Mit den Wärmeenergieverbräuchen von 2005 gingen rund 620.000 Tonnen **CO_2-Emissionen** einher. Ein Anteil von ca. 66 Prozent ist auf die erzeugte Wärmeenergie über die direkte Erdgasverbrennung zurückzuführen. Weitere 27 Prozent wurden durch die Fernwärme und 2 Prozent durch den Verbrauch von Heizöl emittiert. Die restlichen 5 Prozent der verursachten CO_2-Emissionen verteilen sich auf die Verbräuche von Strom zur Wärmebereitstellung und auf sonstige Energieträger (v. a. Biomasse, Flüssiggas und Kohle).

Abbildung 4—37: CO_2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Wohngebäude/Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen, gerundet)

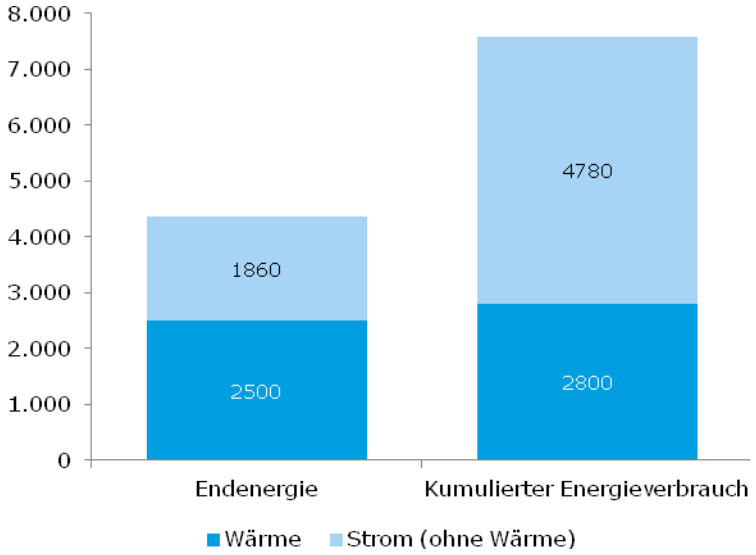


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

4.3.1.2 Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/Unternehmen

Insgesamt wurden 45 Prozent des **kumulierten Energieverbrauchs** Dresdens im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/Unternehmen für Erdgas und Fernwärme eingesetzt, dies entspricht 7.400 $GWh_{(KEV)}$. Wird eine endenergetische Betrachtung – also ohne Vorkettenbetrachtung – gewählt, ergibt sich ein **Gesamtendenergieverbrauch** in Höhe von ca. 4.300 $GWh_{(End)}$.

Abbildung 4—38: Endenergie- und kumulierter Energieverbrauch im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/Unternehmen für Erdgas und Fernwärme, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in $GWh_{(End)}$ und $GWh_{(KEV)}$ gerundet)

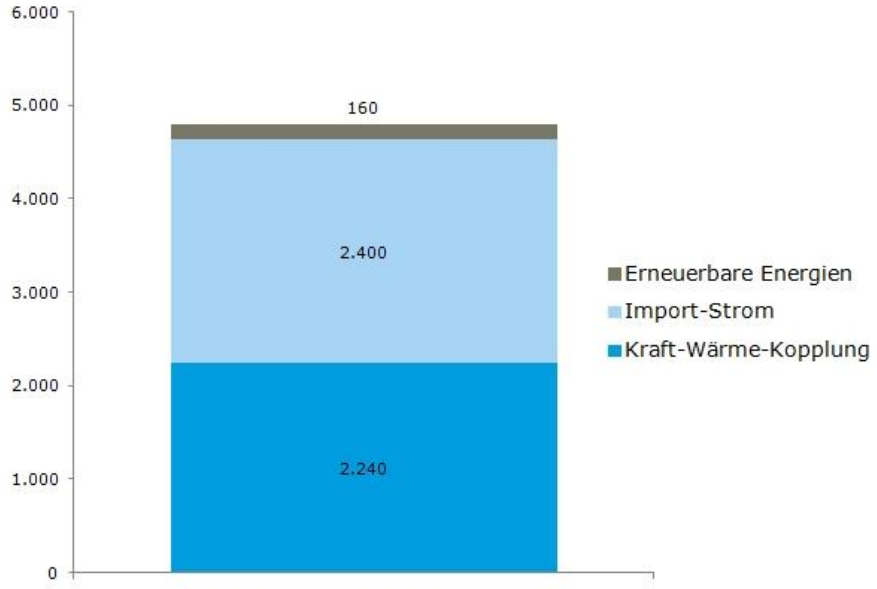


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Charakteristisch für diesen Verbrauchssektor ist ein hoher Einsatz an elektrischer Energie und ein dementsprechend hoher Primärenergieeinsatz (ca. 4.650 $GWh_{(KEV)}$). Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, ist ein Großteil der Bereitstellung der Erzeugung der Kraft-Wärme-Kopplung (2.240

GWh$_{(KEV)}$) und dem Stromimport (2.400 GWh$_{(KEV)}$) zuzuordnen. Lediglich 160 GWh$_{(KEV)}$ entstammen der Produktion aus erneuerbaren Energien.

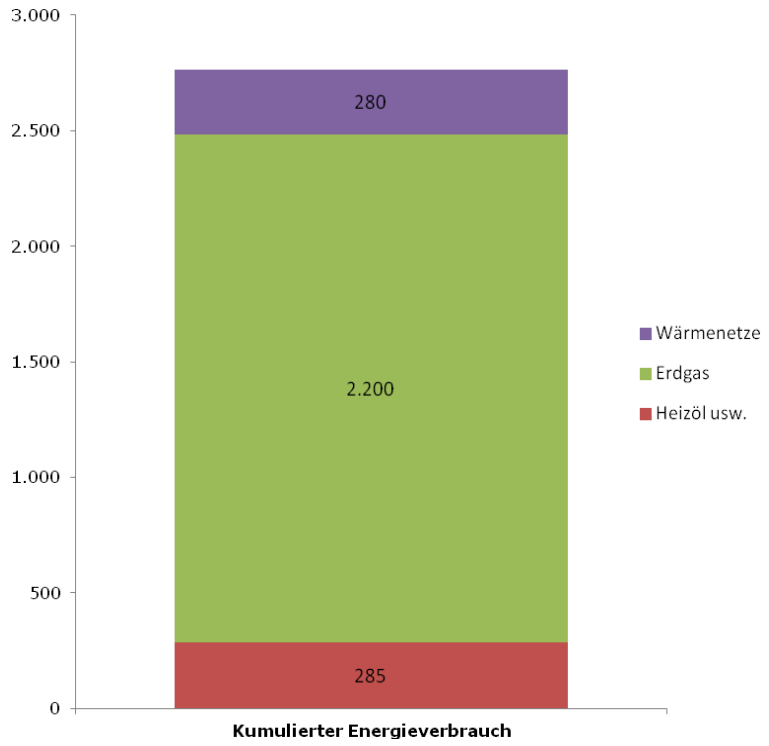
Abbildung 4—39: Kumulierter Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/ Unternehmen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh$_{(KEV)}$ gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Der kumulierte Verbrauch an Wärmeenergie belief sich 2005 auf ca. 2.800 GWh$_{(KEV)}$. Davon sind 2.200 GWh$_{(KEV)}$ dem Energieträger Erdgas zuzuordnen, 280 GWh$_{(KEV)}$ der Fernwärme (Wärmenetze) und 285 GWh$_{(KEV)}$ dem Heizöl.

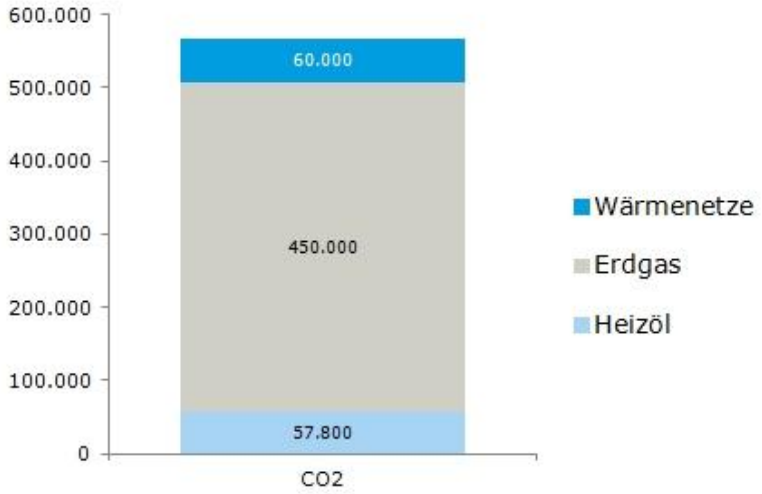
Abbildung 4—40: Kumulierter Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/ Unternehmen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in GWh$_{(KEV)}$ gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Durch den Wärmeenergieverbrauch wurden ca. 567.800 Tonnen CO_2 emittiert. Aufgrund des hohen Anteils an der Energieversorgung und eines ungünstigen CO_2-Emissionsfaktors im Vergleich zur Fernwärme ist ein entsprechend hoher Anteil an den CO_2-Emissionen dem Energieträger Erdgas zuzuweisen (450.000 Tonnen). Demgegenüber fallen die CO_2-Emissionen der Fernwärme mit 60.000 Tonnen verhältnismäßig gering aus. Heizöl hat aufgrund des geringen Anteils an der Wärmeerzeugung ebenfalls nur einen ebenso kleinen Anteil an den CO_2-Emissionen (57.800 Tonnen).

Abbildung 4—41: CO_2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Nicht-Wohngebäude/Unternehmen, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen, gerundet)



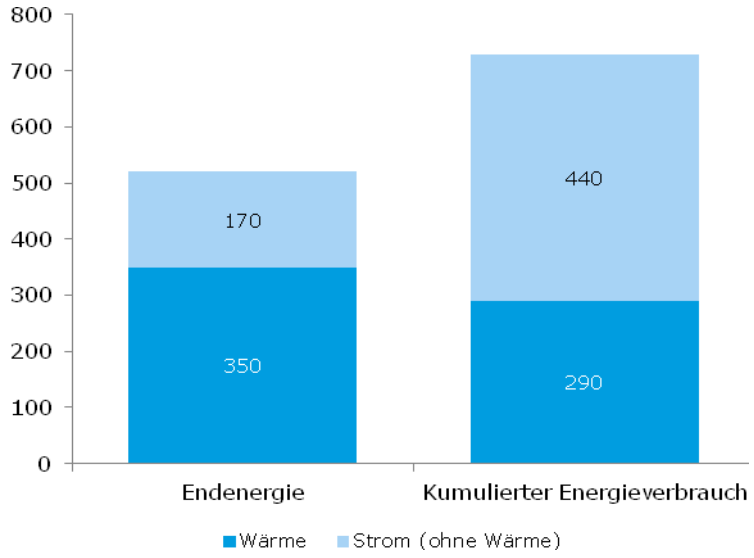
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

4.3.1.3 Verbrauchssektor öffentliche Gebäude und Liegenschaften

Im Verbrauchssektor öffentliche Gebäude/Liegenschaften wird die gesamte öffentliche Infrastruktur innerhalb der Landeshauptstadt Dresden erfasst. Dazu gehören die Gebäude, die Straßenbeleuchtung und die technischen Infrastrukturen. Dieser Verbrauchssektor hatte 2005 einen **Endenergieverbrauch** in Höhe von 520 $GWh_{(End)}$: 350 $GWh_{(End)}$ entfielen auf Wärmeenergie, 170 $GWh_{(End)}$ auf elektrische Energie.

Wird der **kumulierte Energieverbrauch** betrachtet, beläuft sich der Primärenergieeinsatz auf 730 $GWh_{(KEV)}$. Der Strom hat hierbei einen bedeutenden Anteil von 440 $GWh_{(KEV)}$. Der Wärmeverbrauch beläuft sich in dieser Betrachtung auf 290 $GWh_{(KEV)}$.

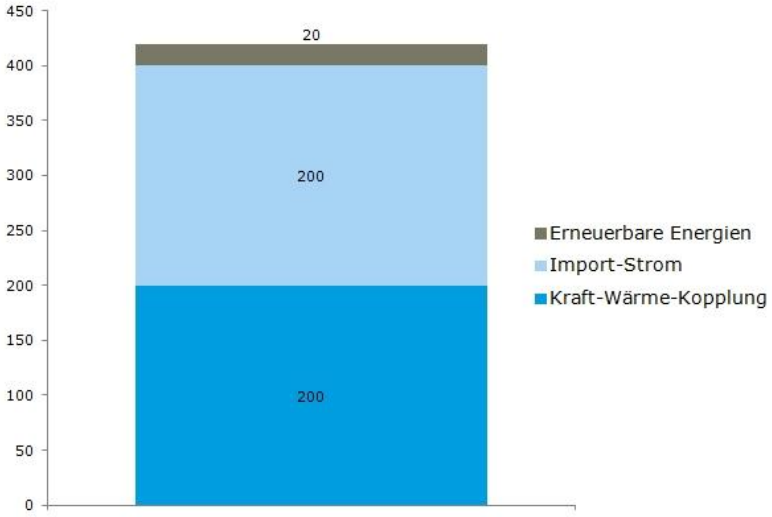
Abbildung 4—42: Endenergie- und kumulierter Energieverbrauch im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in $GWh_{(End)}$ und $GWh_{(KEV)}$ gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Über Kraft-Wärme-Kopplung in Dresden produzierter Strom trug mit 200 $GWh_{(KEV)}$ im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften im Jahr 2005 zum Primärenergieeinsatz bei. Zudem wurden 200 $GWh_{(KEV)}$ aus importierten Strom und 20 $GWh_{(KEV)}$ aus erneuerbaren Energien primärenergetisch bereitgestellt.

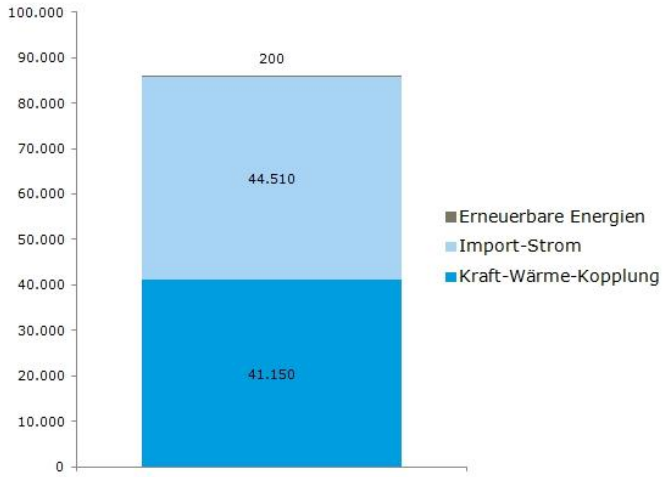
Abbildung 4—43: Kumulierter Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in $GWh_{(KEV)}$ gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Die CO_2-Emissionen für die benötigte Menge an elektrischer Energie im Verbrauchssektor öffentliche Gebäude/Liegenschaften betrugen rund 86.000 Tonnen im Jahr 2005. Der Hauptteil ist der Kraft-Wärme-Kopplung (41.150 Tonnen) und dem Stromimport (44.510 Tonnen) zuzuweisen, über die auch der Großteil der Energiemenge erzeugt wurde. Nur etwa 200 Tonnen (entspricht 0,2 Prozent der Emissionen) resultieren aus dem Einsatz von erneuerbaren Energiequellen, d. h. den mit der Erstellung dieser Anlagen verbundenen Prozessketten.

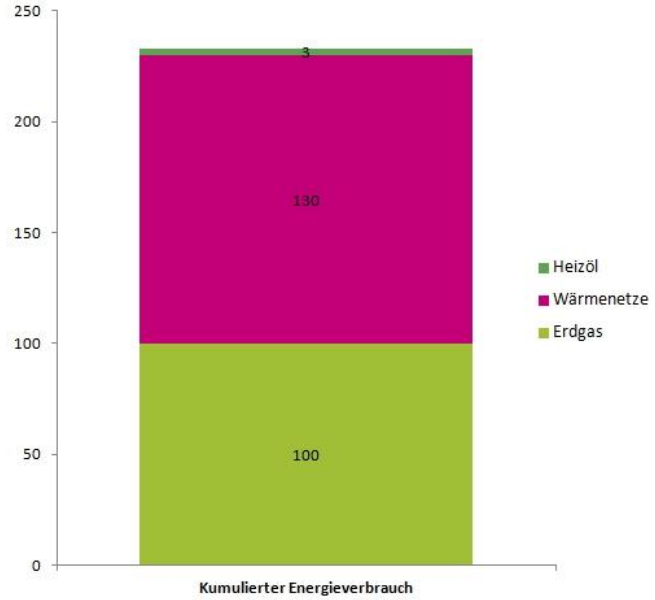
Abbildung 4—44: CO_2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Strom im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen, gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Der wärmeseitige Primärenergieeinsatz im Bereich der öffentlichen Gebäude lag in der KEV-Betrachtung deutlich unter dem Stromsektor und betrug ca. 230 $GWh_{(KEV)}$. 130 $GWh_{(KEV)}$ sind davon über den Bezug von Fernwärme verbraucht worden. Primärenergieeinsätze, die auf direkte Erdgasverbrennung und die Vorketten der Erdgasbereitstellung zurückzuführen sind, belaufen sich auf 100 $GWh_{(KEV)}$. Die Wärmeversorgung mit Heizöl entsprach 2005 nur 3 $GWh_{(KEV)}$.

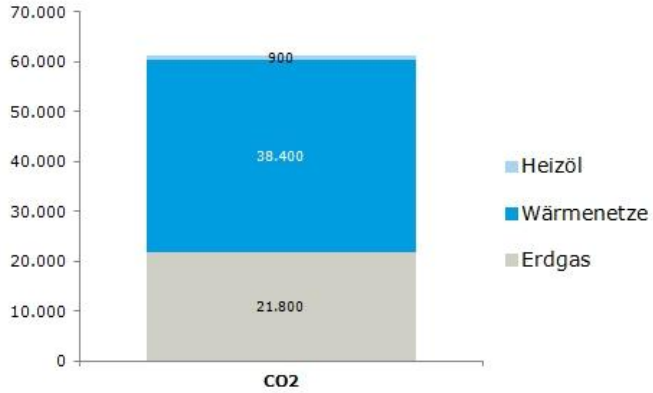
Abbildung 4—45: Kumulierter Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in $GWh_{(KEV)}$ gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Aus dem kumulierten Wärmeenergieverbrauch ergaben sich 2005 CO_2-Emissionen in Höhe von 61.100 Tonnen. Ausgehend von den hohen Anteilen an der Wärmeversorgung, überwiegen auch die CO_2-Emissionen, die der Fernwärme zuzuweisen sind (63 Prozent). Die Emissionen aus Erdgas haben einen Anteil von 36 Prozent, der Rest ist dem Heizölverbrauch zuzurechnen (ca. 900 Tonnen).

Abbildung 4—46: CO_2-Emissionen aus dem kumulierten Energieverbrauch Wärme im Verbrauchssektor Öffentliche Gebäude/Liegenschaften, Landeshauptstadt Dresden 2005 (in Tonnen, gerundet)



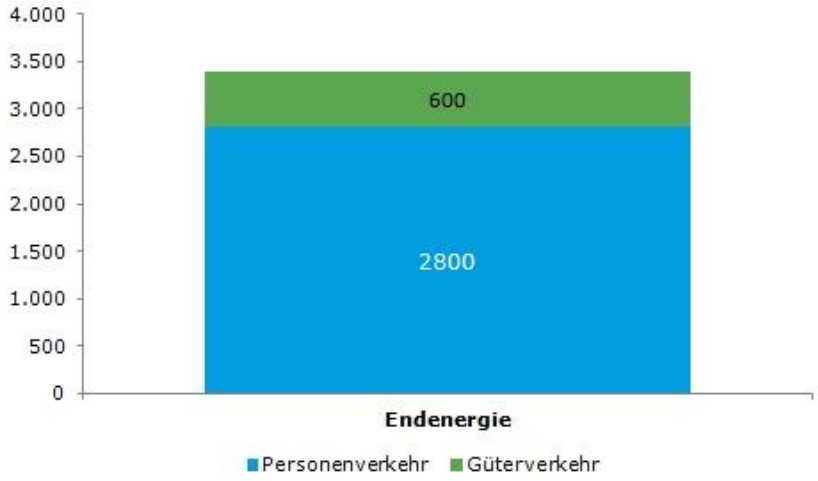
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

4.3.1.4 Verbrauchssektor Verkehr

Für die Betrachtung des Verkehrssektors wurden die Energieverbräuche aus dem TREMOD-Modell übernommen. Die Daten zur Personenverkehrsleistung sind der begleitenden Untersuchung der Technischen Universität Dresden zu den CO_2-Emissionen des Verkehrsbereichs entnommen.[27] Ausdrücklich ist darauf hinzuweisen, dass alle Bilanzierungen im Verkehrssektor mit großen Unschärfen behaftet sind. Die Ergebnisse beruhen größtenteils auf Modellrechnungen, d. h. es gibt hier keine Messungen und kundenseitige jährliche Abrechnungen zum Energieverbrauch wie bei Strom und Gas. Daraus können Unsicherheiten von bis zu 30 % resultieren. Nur bei Verwendung eines einheitlichen Modells sind die Ergebnisse einzelner Analysen vergleichbar. Dies ist bei der Bewertung von zeitlichen Entwicklungen und den Versuchen zu berücksichtigen, die Verkehrsleistungen und Emissionen verschiedener Städte miteinander zu vergleichen. Abhilfe kann hier ein bundeseinheitliches kommunales Bilanzierungsverfahren schaffen, das voraussichtlich erst ab 2014 zur Verfügung steht.

Der aus Modellansätzen errechnete **Endenergieverbrauch** im Dresdner Verkehr betrug ca. 3.400 GWh im Basisjahr 2005. Mit rund 2.800 GWh entfällt auf den Personenverkehr der Großteil der Verbräuche. Der Güterverkehr verbrauchte 600 GWh. Der Personen- und Güterluftverkehr werden hier nicht berücksichtigt.

Abbildung 4—47: Gesamtendenergieverbrauch, Handlungsfeld Verkehr, Dresden 2005 (in GWh/a)

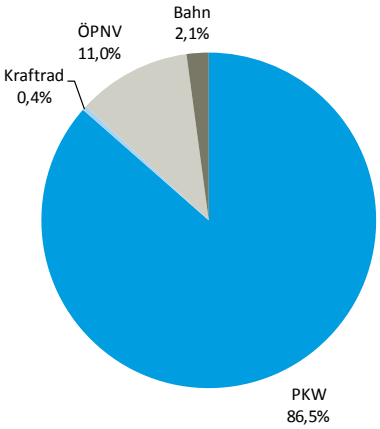


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

[27] Technische Universität Dresden (2011): Aktualisierung des Ansatzes zur Berechnung und Fortschreibung der CO_2-Verkehrsemissionen Dresdens im Rahmen des Teilprojektes „Klimafreundlicher Verkehr" des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes der Landeshauptstadt Dresden. Zwischenbericht zur Aktualisierung der CO_2-Bilanzierung des Verkehrs.

Der überwiegende Teil der Energie im Personenverkehr wird durch die Nutzung von Pkw verbraucht (86,5 Prozent). Der öffentliche Verkehr verbrauchte 2005 trotz seiner hohen Personenverkehrsleistung nur 13,1 Prozent der Energie.

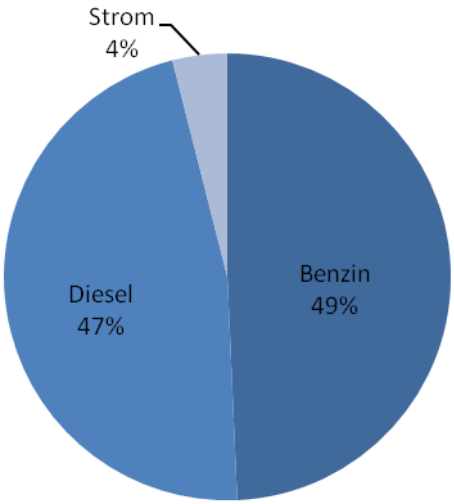
Abbildung 4—48: Verteilung Endenergiebedarf nach Verkehrsträger, Handlungsfeld Verkehr, Personenverkehr, Dresden 2005 (in Prozent)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Wichtigste Energieträger im Verkehrsbereich sind Benzin und Diesel. Die elektrische Energie hat als Energieträger des schienengebundenen Verkehrs hingegen trotz der hohen Beförderungsleistung nur einen geringen Anteil.

Abbildung 4—49: Endenergieverbrauch nach Energieträger, Handlungsfeld Verkehr, Dresden 2005 (in Prozent)

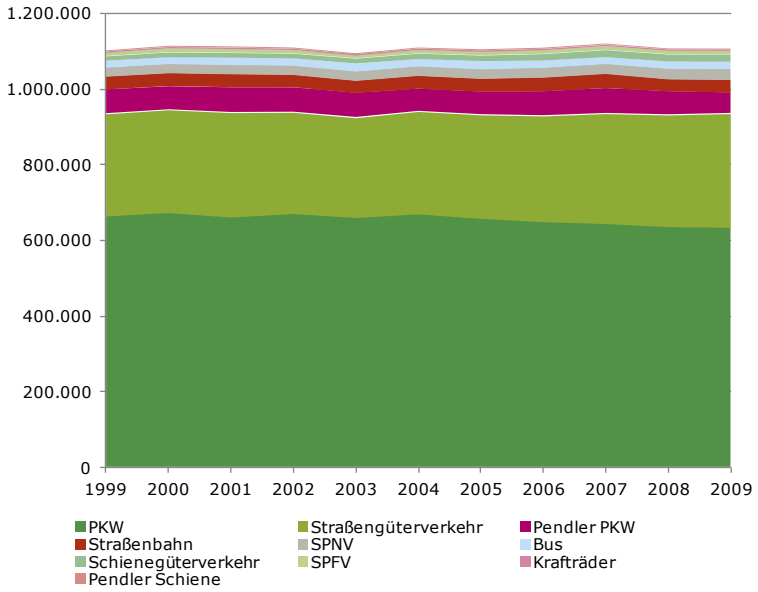


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

Für die Berechnung der **CO_2-Emissionen** im Personenverkehr wird auf die in Kapitel 4.1.3.2.1 dargestellten Fahrleistungen zurückgegriffen und mit den entsprechenden CO_2-Faktoren multipliziert. Zudem werden auch Vorkettenemissionen berücksichtigt. Im Güterverkehr wurden keine Fahrleistungen erhoben, weswegen hier die Anteile der Dresdner an den entsprechenden Gesamtemissionen für Deutschland über die Bevölkerungszahl abgeschätzt werden.

Auf Basis dieser Methodik ergeben sich CO_2-Emissionen des Verkehrssektors von knapp 1,1 Millionen Tonnen im Basisjahr 2005. Davon entfallen 818.000 Tonnen CO_2 auf den Personenverkehr und 273.000 Tonnen CO_2 auf den Güterverkehr (TU Dresden 2012: 127).

Abbildung 4—50: CO_2-Emissionen des Verkehrs der Dresdner (ohne Luftverkehr), Landeshauptstadt Dresden, 1999-2009 (in Tonnen CO_2)



Quelle: TU Dresden 2011: 43, eigene Darstellung Rambøll-KEEA
Erläuterungen: PKW … Personenkraftwagen, SPNV … Schienenpersonennahverkehr, SPFV … Schienenpersonenfernverkehr, Bus … öffentlicher Busverkehr

Für die Berechnung der Gesamtemissionen von **Pkw** werden kalte, warme sowie Vorkettenemissionen, die beispielsweise durch die Kraftstoff- und Autoindustrie entstehen, addiert (TU Dresden 2011: 13 ff). Unter kalten Emissionen versteht man die Emissionen, die für den Start eines Motors benötigt werden bis er auf Betriebstemperatur läuft. Danach spricht man von warmen Emissionen. Für den Zeitraum von 1999 bis 2009 sind die Emissionen um 4,5 Prozent gesunken (TU Dresden 2011: 16). Die Emissionen von **Krafträdern** haben nur einen minimalen Anteil an den gesamten Emissionen der Dresdner. Auch schwanken sie von 1999 bis 2009 nur minimal.

Der **Straßengüterverkehr** macht in den betrachteten Verkehrsformen den zweitgrößten Emissionsanteil aus. Im betrachteten Untersuchungszeitraum sind die CO_2-Emissionen des Straßengüterverkehrs in Deutschland relativ konstant geblieben. In Dresden gab es jedoch eine Bevölkerungszunahme, was den leichten Anstieg der CO_2-Emissionen des Straßengüterverkehrs im Untersuchungszeitraum erklärt (TU Dresden 2011: 39).

Die CO_2-Emissionen des **Schienengüterverkehrs** der Dresdner nehmen im Betrachtungszeitraum um 65 Prozent von 12.066 Tonnen pro Jahr im Jahr 1999 auf 19.894 Tonnen pro Jahr im Jahr 2009 zu. Grund dafür ist die steigende Einwohnerzahl sowie die steigende Fahrleistung (TU Dresden 2011: 40).

Bei der Berechnung der Emissionen für den **Busverkehr** muss die Einschränkung gemacht werden, dass nur Emissionen aus dem Busverkehr der Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) berücksichtigt werden (TU Dresden 2011: 22). Bei der Zeitreihe der CO_2-Emissionen für den Busverkehr kann man von 1999 bis 2005 einen leichten Anstieg verzeichnen. Ursachen dafür sind die steigenden Fahrleistungen und Verbräuche. Von 2005 auf 2006 gehen die CO_2-Emissionen leicht zurück und bleiben dann relativ konstant (TU Dresden 2011: 22).
Wie schon beim Busverkehr werden auch beim **Straßenbahnverkehr** nur die Emissionen der Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) verwendet. Die Zeitreihe weist eine gewisse Schwankung auf, was vor allem durch unterschiedliche Emissionsfaktoren erklärt werden kann (TU Dresden 2011: 24).

Die Emissionswerte für den **Schienenpersonennahverkehr** wurden über das Emissionskataster Verkehr des Landesamtes für Umwelt und Geologie für die Stadt Dresden geschätzt. Die CO_2-Emissionen steigen im Untersuchungszeitraum leicht an, was seine Ursache in der leicht steigenden Fahrleistung und einer steigenden Einwohnerzahl Dresdens hat (TU Dresden 2011: 26).

Im Gegensatz dazu bleiben die CO_2-Emissionen des **Schienenpersonenfernverkehrs** nahezu konstant bei circa 10.000 Tonnen pro Jahr (TU Dresden 2011: 29).

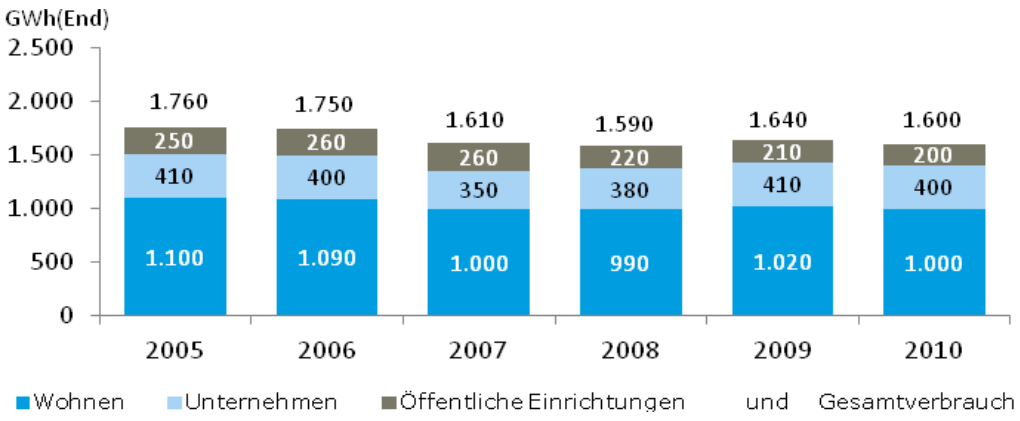
Bei der Berechnung der Emissionen der **Pendler** werden 50 Prozent des Pendlerverkehrs, der sich über die Stadtgrenze bewegt, der Stadt Dresden zugerechnet. Zugleich wird die Emissionsbilanz um 50 Prozent für den Posten gemindert, der für die Dresdner anfällt, die zu einem Arbeitsplatz außerhalb von Dresden pendeln. Die Emissionen der **PKW-Pendler** machen den drittgrößten Anteil an CO_2-Emissionen aus. Insgesamt kann man einen Rückgang beobachten.
Die Emissionen der **Pendler** im **Schienen-** sowie im **Busverkehr** machen einen relativ geringen Anteil aus und bleiben über die Zeit relativ konstant (TU Dresden 2011: 35f.).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Emissionen der hier betrachteten Verkehrsformen seit 1999 relativ konstant geblieben sind. Im Personenverkehr gibt es einen leichten Rückgang, welcher durch einen Zuwachs im Güterverkehr kompensiert wird. Wenn der Luftverkehr mit berücksichtigt wird, kommt es insgesamt seit 1999 zu einem Anstieg von 16 Prozent. Die Emissionen des Luftverkehrs zeigen allein betrachtet einen Zuwachs von 69 Prozent seit 1999. Im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept wird der Luftverkehr und auch der Güterverkehr in den Perspektiv- und Szenariobetrachtungen nicht weiter berücksichtigt, da der Handlungsspielraum der Landeshauptstadt Dresden zur Einflussnahme an dieser Stelle sehr begrenzt ist.

4.3.2 Entwicklung der Energieverbräuche 2005 - 2010

Ausgehend vom gewählten Basisjahr 2005 zeigen die nachfolgenden Ausführungen, wie sich der Verbrauch von Fernwärme, Erdgas und Strom in den Verbrauchssektoren Haushalte, Unternehmen und Öffentliche Einrichtungen/Liegenschaften bis zum Jahr 2010 entwickelt hat. Die Darstellungen skizzieren die Endenergieverbräuche, die beim Verbraucher entstehen und entsprechende Energiekosten verursachen. Die Endenergieverbräuche durch Fernwärme sind in den vergangenen Jahren, temperaturbereinigt betrachtet, geringfügig gesunken. Der Ausbau des Fernwärmenetzes konnte die deutlich stärker gefallenen Wärmebezüge im Kundenbestand weitgehend ausgleichen.

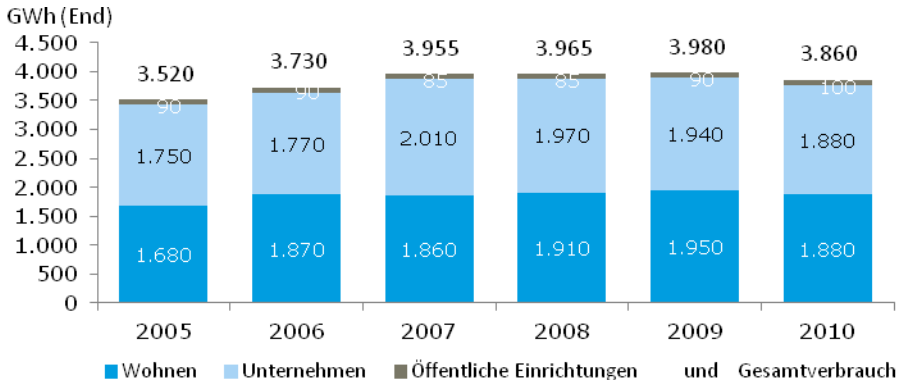
Abbildung 4—51: Endenergieverbräuche Fernwärme nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2010 (temperaturbereinigt, gerundet)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, DREWAG, ENSO und eigene Berechnungen

Der Verbrauch von Erdgas im Zeitraum von 2005 bis 2010 zeigt eine deutliche Steigerung mit einem Maximum in 2008/09. Besonders stark waren die Veränderungen bei Unternehmen. Der Erdgasverbrauch in Wohngebäuden wuchs temperaturbereinigt von 1.680 GWh (2005) auf 1.880 GWh (2010). Insgesamt nahmen die Erdgasverbräuche von 2005 bis 2010 um etwa 10 Prozent zu.

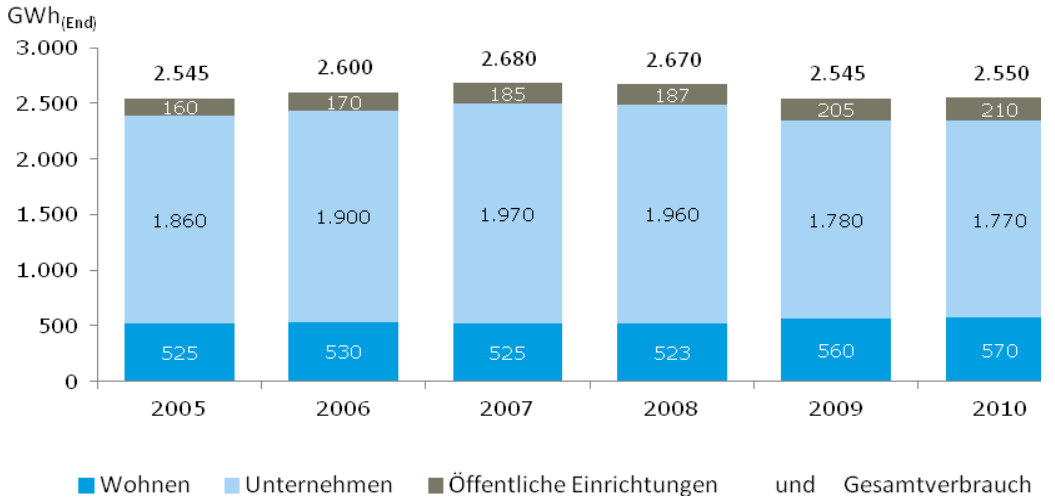
Abbildung 4—52: Endenergieverbräuche an Erdgas nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2010 (temperaturbereinigt und gerundet)



Quelle: Daten von DREWAG, ENSO AG und Landeshauptstadt Dresden 2012

Der Endenergieverbrauch von Strom ist von 2005 bis 2007 von ca. 2.550 $GWh_{(End)}$ auf knapp 2.700 $GWh_{(End)}$ gestiegen und anschließend bis 2010 wieder auf den Wert von 2005 zurückgegangen. Der Rückgang nach 2008 ist vor allem auf die wirtschaftliche Entwicklung zurückzuführen. Ein leichter Anstieg von etwa 8 Prozent des Stromverbrauchs war in diesem Zeitraum bei den Haushalten zu verzeichnen.

Abbildung 4—53: Endenergieverbräuche Elektrizität nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2010 (temperaturbereinigt und gerundet)

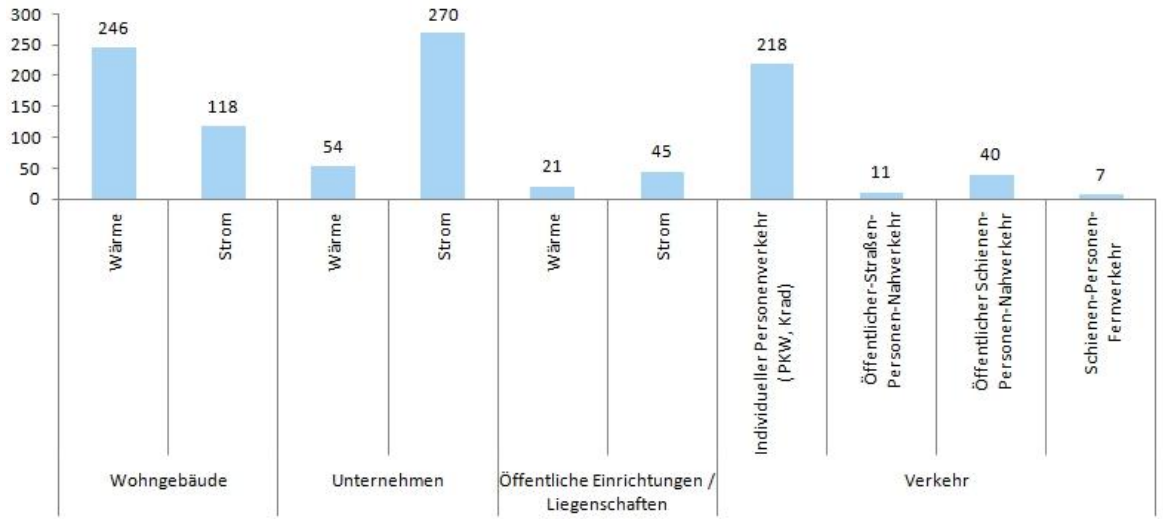


Quelle: Daten von DREWAG, ENSO AG und Landeshauptstadt Dresden 2012
Bem.: Absatzmengen nur aus dem DREWAG- und ENSO-Netz, d. h. hier ohne Entnahmen aus dem Stromnetz der Deutschen Bahn AG

4.4 Energiekosten der Verbrauchssektoren

Im Jahr 2010 verursachte der Gesamtendenergieverbrauch der Haushalte, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen der Landeshauptstadt Dresden rund 754 Millionen Euro an Wärme- und Stromkosten. Weitere Kosten in Höhe von 276 Millionen Euro entstanden durch Energieverbräuche im Verkehr. Gut ein Drittel der Gesamtkosten entfielen auf den Verbrauchssektor Haushalte/Wohnen. Die Kostenanteile der Unternehmen und des Verkehrs lagen bei jeweils knapp 30 Prozent. Weitere 6 Prozent der Energiekosten entfielen auf öffentliche Einrichtungen.

Abbildung 4—54: Energiekosten nach Verbrauchssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 2010 (in Mio. Euro)



Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt
Erläuterung: SPFV: Schienen-Personenfernverkehr, ÖSchPV: Öffentlicher Schienenpersonennahverkehr (Straßenbahn); ÖStrPV: Öffentlicher Straßenpersonennahverkehr

In der Summe beliefen sich die Energiekosten der Dresdner **Haushalte** im Jahre 2010 auf 364 Millionen Euro.[28] Ein Großteil der Kosten entstand durch den Verbrauch von Wärmeenergie. Für Strom fielen 118 Millionen Euro an. Unter Zugrundelegung der entsprechenden Bevölkerungszahlen betrugen die jährlichen Pro-Kopf-Ausgaben für den Energieverbrauch in den Haushalten 723 Euro.
Pro Haushalt erreichten die Energieausgaben im Jahr 2010 damit im Durchschnitt 1.364 Euro. Davon waren 895 Euro für Wärme und 469 Euro für Strom aufzubringen.

Die Energiekosten der **Unternehmen** beliefen sich im Jahr 2010 auf 324 Millionen Euro. Ein Großteil der Kosten wurde durch den hohen Anteil elektrischer Energie am Endenergieverbrauch ausgelöst (270 Millionen Euro). Deutlich geringer fiel dagegen der Kostenanteil für Wärme mit rund 54 Millionen Euro aus.

Auf insgesamt 66 Millionen Euro beliefen sich die Ausgaben für Energie durch die Verbräuche in **öffentlichen Einrichtungen**. Auch hier überstiegen die Kosten für den Stromverbrauch mit 45 Millionen Euro deutlich die Wärmeenergiekosten in Höhe von 21 Millionen Euro.

Die Energiekosten im Verbrauchssektor **Verkehr** können nach Verkehrsträgern differenziert werden. Die im Verkehrssektor verursachten Energiekosten beliefen sich auf 276 Millionen Euro im Jahr 2010. Der größte Anteil mit knapp 80 Prozent ist dabei auf den individuellen Personenkraftverkehr mit Pkw und Kraftrad zurückzuführen (218 Millionen Euro).

4.5 Zwischenergebnis

Siedlungs- und Versorgungsstruktur

Mit dem Bevölkerungswachstum Dresdens ging ein überproportionales Wachstum der Anzahl der Haushalte einher. Die Zunahme der Haushalte führte zu einer sukzessiven Abnahme der durchschnittlichen Haushaltsgröße und einer Zunahme der Pro-Kopf-Wohnfläche. Die Abnahme der Haushaltsgröße wird insbesondere durch den starken Zuwachs an Ein- und Zwei-Personen-Haushalten verursacht, was zum einen auf den Zuzug junger Personen nach Dresden zurückzuführen ist, die die Stadt als Ausbildungsort wählen. Zum anderen zeichnet sich in einer Abnahme

[28] Mittlerer Energiepreis für alle Haushalte, vgl. Kapitel 5.3.2.

der durchschnittlichen Haushaltsgröße eine zunehmende Alterung der Bevölkerung ab. Durch den wachsenden Bevölkerungsdruck und dem zeitgleichen Abriss von Wohneinheiten reduzierte sich die Leerstandsquote im Betrachtungszeitraum um gut 22 Prozent auf nunmehr 9,7 Prozent. Angesichts der zu erwartenden Bevölkerungsprognosen sind aktuell weitere Neubauten in Planung, die der wachsenden Nachfrage Rechnung tragen. Die Zunahme der Haushalte und steigende Pro-Kopf-Wohnflächen werden zukünftig den Energieverbrauch pro Kopf und je Haushalt weiter ansteigen lassen. Zugleich wird die Entwicklung der Pro-Kopf-Wohnflächen aufgrund der sich für einige Bevölkerungsgruppen (insb. Rentner) reduzierende Einkünfte stagnieren. Diese Gruppe wird nur kleinere Wohnungen nutzen können. Potenziale zur Energieeinsparung ergeben sich angesichts der bereits heute festzustellenden, sehr guten Sanierung im Bestand nur bedingt. Möglichkeiten der Energieeinsparung ergeben sich dann vor allem bei Neubauten bzw. entsprechend in der Energieversorgung der bestehenden und zukünftigen Wohngebäude.

In den 1990er Jahren hat ein erheblicher Ausbau der Verkehrsinfrastruktur vor allem zugunsten des MIV stattgefunden. Damit wurde primär innerhalb Dresdens eine Verbesserung der Erreichbarkeit erzielt. Der sehr umfängliche Autobahnausbau führte indes zu einer Verbesserung der Erreichbarkeit Dresdens zu wichtigen Agglomerationsräumen, was sich dann auch in einer Reduzierung der Pkw-Fahrtzeiten zeigte. Sehr kritisch anzumerken ist die vergleichsweise schlechte Anbindung Dresdens per Bahn, gerade auch im Hinblick auf die Energieverbräuche bzw. die CO_2-Emissionen im Verkehr. Sie führt dazu, dass dem Pkw gegenüber der Bahn der Vorzug gegeben wird, wodurch sich für die gleichen Fahrleistungen höhere CO_2-Emissionen ergeben.

Die Energieversorgung in Dresden stützt sich weitestgehend auf den Energieträger Erdgas. Dieser wird zur Wärmebereitstellung zu 63 Prozent über Gasleitungen zur Verbrennung in Heizungsanlagen und zu 31 Prozent indirekt über die Kraft-Wärme-Kopplung in das Fernwärmenetz eingespeist (Abb. 4-9). Die Stromerzeugung wird zu etwa 60 Prozent ebenfalls über gasgetriebene Heizkraftwerke bereitgestellt. Der restliche Strombedarf wird zum größten Teil über das Verbundnetz importiert. Erneuerbare Energien spielen bei der Wärme- und Stromerzeugung mit 1 Prozent für Wärme und 2,5 Prozent für Strom nur eine untergeordnete Rolle.

Das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept steht somit vor der Herausforderung, Lösungsansätze zu ermitteln, die den tendenziell steigenden Energieverbrauch, die geringen noch verbleibenden Gebäudesanierungspotenziale, die Pkw-fokussierte Verkehrsstruktur und die relativ effiziente, aber hauptsächlich fossile Energieversorgung berücksichtigen.

Demographie

Dresdens Bevölkerung weist eine überdurchschnittliche Bevölkerungszunahme in den zurückliegenden Jahren sowie eine positive Bevölkerungsentwicklung und unterdurchschnittliche Alterungstendenzen für die nächsten Jahre auf. Zugleich sind eine positive Einnahmeentwicklung der öffentlichen Haushalte und positive Einkommensentwicklungen der privaten Haushalte in der Vergangenheit mit entsprechenden Erwartungen für die Zukunft zu verzeichnen. Für die Schaffung einer nachhaltigen Energieversorgung mit hohem Leistungsvermögen, die dauerhaft wirksame Beiträge zum Klimaschutz leistet und die Energieeffizienz wesentlich steigert, bedeuten diese Faktoren einerseits enorme Potenziale, andererseits aber auch Herausforderungen.

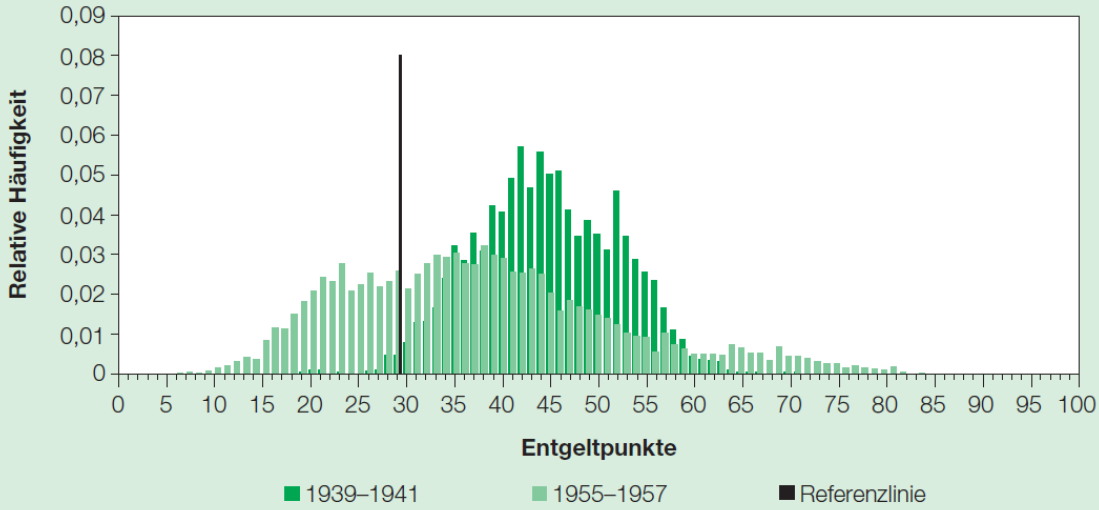
Grundsätzlich wird die Bevölkerungszunahme zu einer Steigerung des Energiebedarfs führen, was bei gleichbleibender Art der Energieerzeugung zu erhöhten CO_2-Emissionen führt. Auf der anderen Seite bringt eine Zunahme der Bevölkerung, zusammen mit einer positiven Einkommensentwicklung und steigenden Wirtschaftskraft[29], ein erhöhtes Investitionspotenzial mit sich. So verbessern sich die Möglichkeiten sowohl der Bürgerschaft als auch der öffentlichen Hand, in Maßnahmen zum Klimaschutz und der Energieeffizienz zu investieren. Neben dem öffentlichen, steuerfinanzierten Investitionspotenzial steigt ebenfalls die private Zahlungsbereitschaft mit dem Einkommensanstieg. Mit einer Bevölkerungszunahme und einer räumlichen Verdichtung in der Stadt

[29] Wie oben dargestellt, werden sich die Alterungsprozesse, die in der Stadt Dresden auftreten werden, dämpfend sowohl auf die demografische Entwicklung als auch auf die Entwicklung der Einkommen in Dresden auswirken – nicht jedoch zu einem Rückgang der Einkommensentwicklungen führen.

erhöht sich darüber hinaus die Effizienz der Nutzung bereits bestehender Energieversorgungsinfrastrukturen, insbesondere des Fernwärmenetzes sowie die Effizienz von Infrastrukturen des öffentlichen Nahverkehrs. Zudem sorgen vergleichsweise unterproportionale Alterungstendenzen, ein verhältnismäßig hoher Anteil an junger Bevölkerung sowie das gute Bildungsniveau dafür, dass städtische Maßnahmen in diesem Bereich auf größere Akzeptanz und Aufgeschlossenheit stoßen. Es ist davon auszugehen, dass Maßnahmen zum Klimaschutz unter diesen Bedingungen weitaus leichter umgesetzt werden können als beispielsweise in Regionen mit hoher Alterungstendenz und entsprechend abnehmender Investitionsbereitschaft, da sich dort angesichts der altersbedingten Nutzungspräferenzen Investitionen kaum mehr amortisieren lassen.

Dem gegenüber finden sich die Herausforderungen, die durch das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept berücksichtigt werden. So kann angenommen werden, dass die Einkommen der Dresdner Bevölkerung zwar zukünftig steigen werden, die Entwicklungsdynamik sich allerdings mit einer Zunahme der Rentnerzahl abschwächen wird. Dies ist rein systemisch durch den ohnehin gegenüber den durchschnittlichen Nettoeinkommen herabsetzten Rentenwert bedingt – und wird sich angesichts der weiterhin zu erwartenden Herabsetzung des Rentenwerts bis 2030 und darüber hinaus noch verstärken. Bis 2020 und auch in den Folgejahren ist im Gebiet der früheren DDR eine deutliche Abnahme der durchschnittlichen Renteneinkommen aufgrund gebrochener Erwerbsbiografien und heutiger niedriger Löhne zu erwarten (siehe Abb. 4-Z1). Der Mittelwert sinkt für die Altersgruppe 1955-57 um 7 Entgeltpunkte auf 38 Entgeltpunkte ab. Ein erheblicher Teil rutscht unter die Grundsicherung von 30 Entgeltpunkten. Diese wird in Dresden etwas abgemildert, weil Dresden überdurchschnittlich viele gut ausgebildete Einwohner hat, die im Mittel eine höhere Entgeltpunktzahl haben.

Abbildung 4—Z1: Entwicklung der Rentenentgeltpunkte bis 2020 in Ostdeutschland



Jahrgänge	Mittelwert	Standard-abweichung	25-%-Quantil	50-%-Quantil	75-%-Quantil
1939–1941	45,15	7,47	39,85	44,86	50,80
1955–1957	38,07	14,21	27,25	36,71	46,10

Quelle: Krenz, Nagl „Die Entwicklung der Ansprüche an die gesetzliche Rentenversicherung bis zum Jahr 2020", ifo-Institut Dresden 2009

Ferner kann nicht angenommen werden, dass sich die wirtschaftliche Entwicklung in der Vitalität der vergangenen Jahre langfristig fortsetzt, daher sind dämpfende Effekte auf das Arbeitseinkommen absehbar. Im Ergebnis wird sich ebenso die Einnahmesituation des öffentlichen Haushalts nicht derart dynamisch positiv entwickeln, wie dies in den vergangenen Jahren der Fall war. Darüber hinaus sinken die kommunalen Einnahmen ab 2020 durch das Einstellen der Bundesergänzungszuweisungen, von denen bislang auch die Kommunen profitieren.

Darüber hinaus findet nicht flächendeckend eine Bevölkerungszunahme und Verdichtung im städtischen Raum Dresden statt. Diese konzentriert sich eher auf die attraktiven innenstädtischen Bereiche und die Neustadt. Dagegen gibt es Abwanderungstendenzen in den nicht unerheblich raumgreifenden ehemaligen Mehrfamilienhaussiedlungen, besonders in den Plattenbausiedlungen. Diese Entwicklung geht zugleich mit einem Gefälle einher: So altern die Stadtbereiche mit hohen Abwanderungstendenzen schneller, verfügen über geringere Einkommen und weisen einen hohen Anteil an SGB-II-Leistungsempfängern auf. Die oben angesprochenen Effizienzgewinne in der Energieversorgung und der Nutzung bzw. hinsichtlich des Ausbaus der Infrastrukturen werden in Bereichen wie Gorbitz und Prohlis kaum zu erreichen sein. Die bestehenden und zukünftigen sozialpolitischen Herausforderungen sind vor dem Hintergrund klimapolitischer Anstrengungen stets mitzudenken. So ist davon auszugehen, dass ein Haushalt mit einem stark unterdurchschnittlichen Einkommen kaum finanzielle Aufwendungen für den Klimaschutz tätigen wird, solange seine sozialen Bedürfnisse noch nicht befriedigt sind. Damit Klimaschutz mit sozialer Verträglichkeit einhergeht, müssen die Anstrengungen zur Steigerung der Energieeffizienz zugleich eine preisverträgliche Energieversorgung ermöglichen. Dies ist eines der zentralen und langfristigen Querschnittsziele für die Landeshauptstadt Dresden bei der künftigen Umsetzung der Klimaschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen.

Sozio-Ökonomie

Die wirtschaftliche Entwicklung Dresdens verlief seit Mitte der 90er Jahre überwiegend positiv. Im Zuge dieser Entwicklung konnte die Produktivität sowie die Erwerbstätigkeit am Standort deutlich gesteigert werden. Besondere Schubkraft entfaltete die Wirtschaftskraft mit dem Aufblühen der Mikroelektronik und der daraus folgenden positiven Effekte innerhalb des Dienstleistungsbereichs. Letzterer prägt indes die Wertschöpfung in Dresden maßgeblich.

Auch zukünftig wird Dresden in der Lage sein, seine Wirtschaftskraft weiter auszubauen. Triebfeder hierbei ist vor allem eine zukünftig stärkere Spezialisierung der Wirtschaft, mit einhergehender, sich steigernder Technologisierung und Wissensintensivierung. Insofern wird die produzierende/verarbeitende Wertschöpfung zu Gunsten einer stärker auf Forschung, Entwicklung und Dienstleistung ausgerichteten Wertschöpfung zurückgedrängt. Diese Entwicklung wird insbesondere durch die zunehmende Konkurrenz auf den Weltmärkten beeinflusst, auf denen Deutschland nicht hinsichtlich des Preises, sondern nur hinsichtlich einer Forschungs- und Innovationsfähigkeit seine Führungsrolle beibehalten kann. Dresdens Wirtschaft ist hierzu bereits sehr gut aufgestellt, hoch spezialisiert und durch die Mikroelektronik stark international verflochten, wodurch der bereits eingeleitete Strukturwandel nochmals an Dynamik und Bedeutung hinzu gewinnt.

Entsprechend wird Dresden wahrscheinlich auch zukünftig in der Lage sein, ein stetiges Wachstum zu generieren. Dieses wird, von einem verhältnismäßig hohen Niveau ausgehend, durchschnittlich eine geringere Dynamik aufweisen als in den letzten zehn Jahren. Ausschlaggebend ist hierbei auch, dass von einer zunehmenden weltweiten Vernetzung auszugehen ist, die dazu führt, dass die Dresdner Wirtschaft immer stärker auf globale Entwicklungen reagieren wird. Hierfür sorgt insbesondere auch die hohe Reagibilität Dresdens auf die Entwicklungen der Mikroelektronik – in der Erwartung, dass auch weiterhin die wirtschaftliche Entwicklung Dresden stark mit der Branchenentwicklung in der Mikroelektronik korreliert.

Energieverbrauch und CO_2-Emissionen

Die erwartete weiter wachsende Wirtschaftsleistung Dresdens wird zu einer Zunahme des Energiebedarfs der Unternehmen führen. Mit Blick auf dem zunehmenden Strukturwandel der Dresdner Wirtschaft hin zu einem vor allem durch den Dienstleistungssektor geprägten Standort steigt die Energieproduktivität und der Energiebedarf wird in einem gegenüber den zurückliegenden Jahren vergleichsweise schwächeren Maße ansteigen. Der Energieverbrauch im produzierenden Gewerbe wird weiterhin durch die Verbräuche in der Mikroelektronik geprägt sein.

Durch steigende Energiepreise werden die Dresdner Unternehmen zukünftig zu einem stärkeren Handeln gezwungen sein – indem sie die Energiekostensteigerungen verpreisen oder aber

in Energieeffizienzmaßnahmen investieren und so ihre Energiekosten reduzieren können. Inwieweit die zunehmenden Kostenbelastungen verpreist, also auf die Lieferanten- oder Verbraucher überwälzt werden können oder einen Investitionsdruck auslösen, ist abhängig der Höhe der Energiepreise,[30] von der Wettbewerbsintensität, den Amortisationszeiten der Investitionen und der politisch-administrativen Rahmenbedingungen.

(a) Ist die Wettbewerbsintensität hoch, steigt auch der Innovationsdruck und die Investitionen nehmen entsprechend zu, in deren Folge die Energieproduktivität der Unternehmen steigen dürfte.
(b) Schwache Anreize durch lange Amortisationszeiten können durch die zu erwartenden Erträge aus den Energieeinsparungen sowie durch eine Vielzahl an Fördermöglichkeiten verstärkt werden, so dass die Kostenbelastungen für die Unternehmen, insbesondere die Risiken aus der Freisetzung der Innovationen, abgefedert werden können.
(c) Das klimaschutzpolitische Instrumentarium (vor allem durch die marktwirtschaftliche Lösung über den CO_2-Zertifikatehandel) löst zudem einen Anreiz für Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen aus. Dieser Anreiz wird zukünftig mit der Reduzierung der Zertifikatausgabe noch an Intensität hinzugewinnen, und somit den regulatorischen Druck auf die Unternehmen steigern.

Insofern ist davon auszugehen, dass die Energieverbräuche gegenüber der Wirtschaftsleistung unterproportional zunehmen werden. Dadurch spezifizieren sich die Einsatzmöglichkeiten für erneuerbare Energien, die nur dann mit zunehmenden Anteilen zur Energieversorgung beitragen können, wenn Speicherlösungen geschaffen werden. Ebenso werden Energieeffizienzmaßnahmen zukünftig für Dresdner Unternehmen zunehmend bedeutender – dies weniger aus einem Klimaschutzinteresse heraus als vielmehr als betriebswirtschaftliche Notwendigkeit.

[30] Die Höhe der Energiepreise für Unternehmen unterscheiden sich typischerweise aufgrund der Größe zwischen den Unternehmen und gegenüber privaten Haushalten. So sinkt der spezifische Energiepreis mit dem Ansteigen der Abnahmemenge – und vice versa. Darüber hinaus entrichten Unternehmen geringere indirekte Kosten und generieren auch reisreduzierende Masseneffekte aufgrund der höheren Abnahmemengen. Insofern sind die absoluten Energiekostenbelastungen durch steigende Energiepreise für Kleinst- und Kleinunternehmen sowie für die privaten Unternehmen deutlich höher als für mittlere und Großunternehmen.

5. ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN BIS 2030

Das integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt verfolgt das Ziel, signifikante CO_2-Emissionsreduktionen bis 2030 und 2050 durch eine Maximierung der Energieeffizienz zu erreichen. Dabei liegt der Schwerpunkt des Konzepts auf der Entwicklung bis 2030. Die hierfür abzuleitenden Maßnahmen sind überwiegend technischer Art, werden jedoch durch nicht-technische Faktoren bzw. Begleitbedingungen beeinflusst. Diese nicht-technischen Aspekte sind insbesondere demographischer und sozio-ökonomischer Art und werden ergänzt durch erwartete marktwirtschaftliche und weitere technologische Entwicklungen.

Im Folgenden werden aufbauend auf den durchgeführten Ist-Analysen Vorausschätzungen der zukünftigen sozio-ökonomischen und demographischen Entwicklungen der Landeshauptstadt Dresden bis 2050 skizziert (Kapitel 5.1). Diesen Ausführungen schließen sich Erwartungen zur energietechnologischen Entwicklung gemäß der Vorgaben des Energiekonzepts der Bundesregierung in den nächsten 40 Jahre an (Kapitel 5.2). Abschließend werden die Prognosen zur Energiepreisentwicklung einschließlich der relevanten makroökonomischen Rahmenbedingungen vorgestellt (Kapitel 5.3).

Es sei an dieser Stelle vorangestellt, dass Annahmen über zukünftige Entwicklungen in jederlei Hinsicht mit Unsicherheiten verbunden sind, und das umso mehr, je weiter weg der Zeitpunkt liegt, für den man die Entwicklungen prognostiziert. Zugleich sind jedoch Zukunftsannahmen notwendig, um das Analysierte in passgenaue Handlungsempfehlungen zu überführen, wie eine zukünftige Energieversorgung aufgebaut sein kann – und hinsichtlich der Erwartungen über demographische und ökonomische Entwicklungen aufgebaut sein sollte. Die hier gemachten Annahmen sind folglich nur mit Einschränkungen zu verstehen. Insofern als hilfreiche, sich zu einem Abbild der zu erwartenden Entwicklungen subsummierende Hypothesen über die Zukunft.

5.1 Erwartungen zur zukünftigen demographischen und sozio-ökonomischen Entwicklung

Wie sich die Bevölkerungszahl Dresdens zukünftig entwickeln wird, ist für die Ausgestaltung der zukünftigen Energieversorgung und der Möglichkeiten zum Klimaschutz von erheblicher Bedeutung (Kapitel 5.1.1). Relevant ist hierbei ebenso, wie sich die Einkommen der privaten und öffentlichen Haushalte entwickeln werden – dies insbesondere mit Blick auf eine hinreichende finanzielle Leistungsfähigkeit der Bürger, die bestimmt, in welchem Maß Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden können, die mittelfristig auch zu einer Entlastung der Bürger führen (Kapitel 5.1.2). Darüber hinaus ist die zukünftige Entwicklung der volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit Dresdens eine wesentliche Determinante für die Möglichkeiten und den Umfang der Klimaschutz-Maßnahmen (Kapitel 5.1.3).

5.1.1 Vorausschätzung der demographischen Entwicklung

Für die Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts wird der Prognose 2011 der kommunalen Statistikstelle der Landeshauptstadt gefolgt und diese durch die Erwartungen des Statistischen Landesamts Sachsen, des Statistischen Amts der Europäischen Union (Eurostat) sowie des Berlin-Instituts ergänzt (Eurostat 2010; Berlin-Institut 2011: 56).

Hieraus ergeben sich folgende Annahmen für die **Vorausschätzung der Bevölkerungsentwicklung** im Zeitablauf:

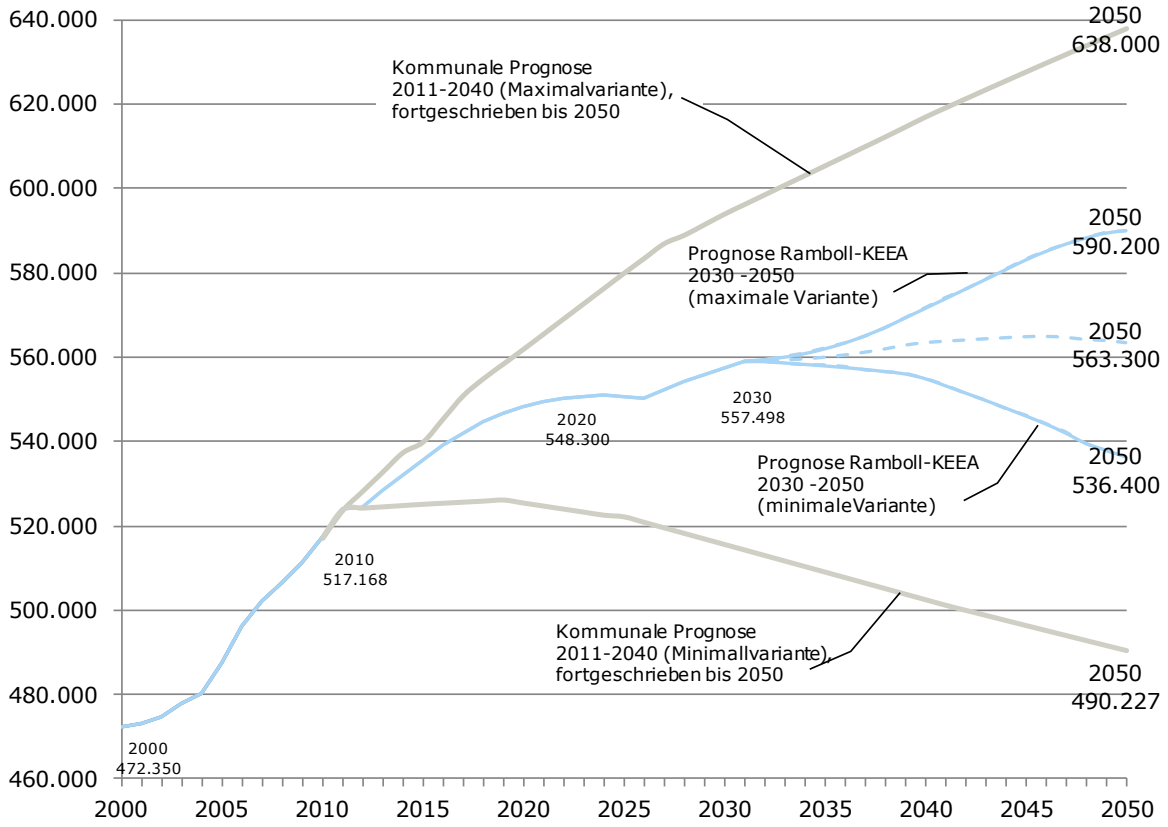
1) Ununterbrochenes Bevölkerungswachstum bis 2025 bei einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 0,2 bis 0,5 Prozent (ab 2010)[31]
2) Marginale Abnahme der Einwohnerzahl zwischen 2025 und 2030 bei einer jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate von 0,01 bis -0,04 Prozent[32]

[31] Determinationskoeffizient R^2=0,9043.
[32] Determinationskoeffizient R^2=0,9997.

3) Entwicklung ab 2030 bis 2050 in zwei Varianten: Maximal-Variante unter Annahme einer zunehmenden Einwohnerzahl zwischen 2030 und 2050 mit einer abnehmenden positiven Wachstumsrate,[33] Minimal-Variante einer abnehmenden Bevölkerungszahl mit einer negativen Wachstumsrate

Auf Basis dieser Annahmen wird von einem Bevölkerungsstand von rund 557.500 im Jahr 2030 ausgegangen. Für die Bevölkerungsentwicklung ab 2030 werden zwei mögliche Verläufe angenommen: eine maximale und eine minimale Variante. Unter ersterer wächst die Bevölkerung Dresdens bis 2050 auf gut 590.200. Unter letzterer nimmt sie sukzessive ab und beläuft sich 2050 auf 536.400 Personen. Grafisch kann man die angenommene zukünftige Bevölkerungsentwicklung Dresdens folgendermaßen darstellen:[34]

Abbildung 5—1: Entwicklung der Gesamtbevölkerung der Landeshauptstadt Dresden 2000 - 2050



Quelle: Bertelsmann Stiftung 2011, Landeshauptstadt Dresden 2011a, Berlin-Institut 2011, Eurostat 2011, ifo Institut 2011b: 15, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA
Erläuterung: gestrichelte hellblaue Linie: Trend zwischen maximaler und minimaler Rambøll-KEEA-Prognosevariante

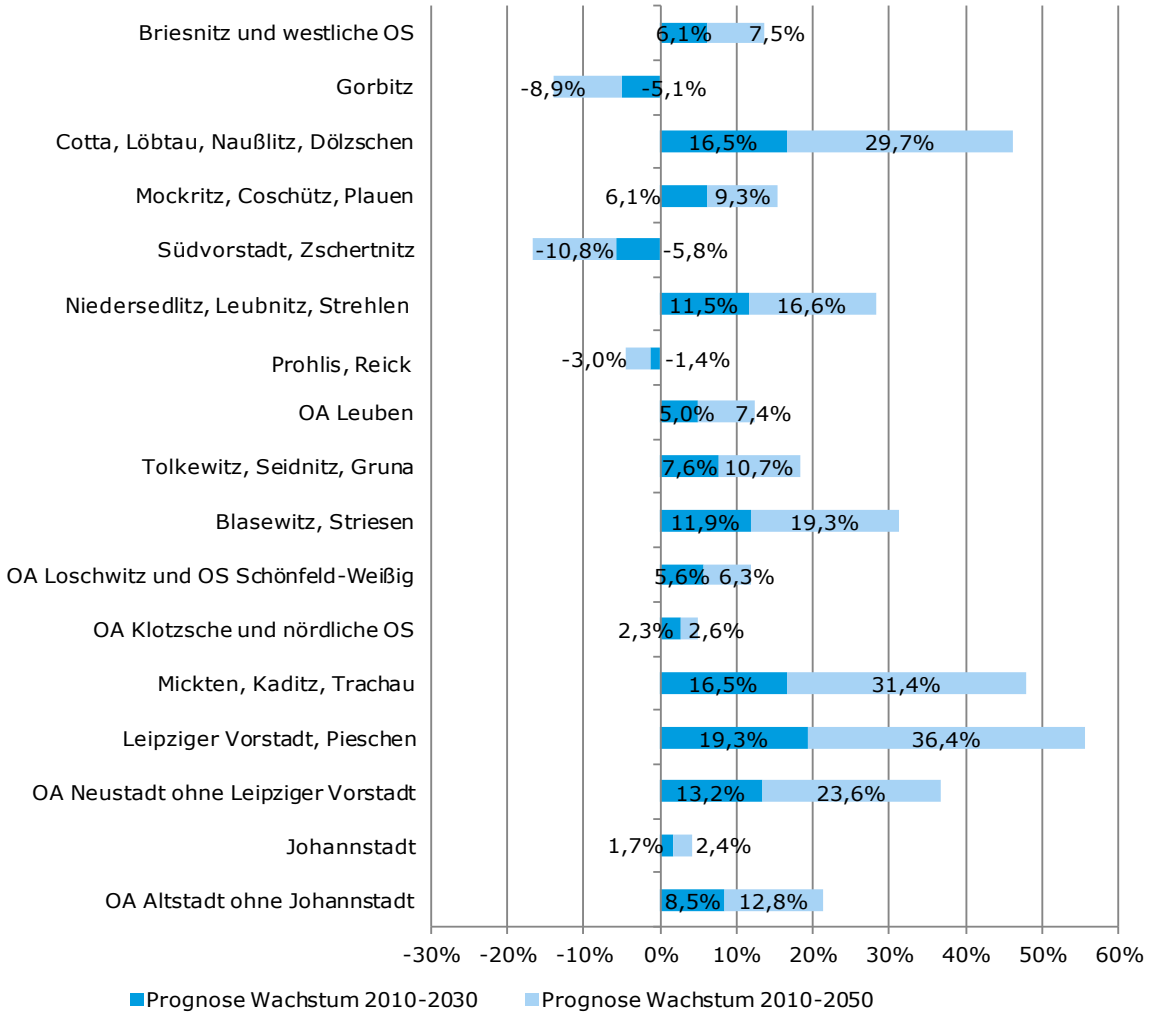
Bis 2030 bleibt die positive natürliche Bevölkerungsentwicklung weiter bestehen, die Zahl der Lebendgeburten wird bis 2025 die Zahl der Sterbefälle weiterhin übersteigen trotz des zunehmenden Alterungsprozesses der Bevölkerung. Zwischen 2025 und 2030 wird sich diese Dynamik abschwächen und es wird jahresdurchschnittlich zu einem Null-Saldo kommen.

Hinsichtlich der Wanderungsentwicklungen sind bis 2020 durchweg Zugewinne anzunehmen. Nach 2020 wird angenommen, dass der Zuwachs aus einer regionalen Zuwanderung abnimmt – insbesondere durch die demografischen Entwicklungen in Sachsen und Ostdeutschland. Langfristig bestehen bleiben wird ein Zuzug von Studenten, u. a. durch den Standortvorteil der TU Dresden als Exzellenz-Universität. In der konservativeren Schätzung (minimale Variante) wird davon ausgegangen, dass sich Zu- und Abwanderung nach und von Dresden zwischen 2030 und 2045

[33] Determinationskoeffizient R^2=0,9646.
[34] Zum Vergleich wurde die Maximal-Variante der kommunalen Prognose 2011 der kommunalen Statistikstelle der Landeshauptstadt Dresden eingetragen (graue Linie), die als absolute Höchstgrenze einer möglichen Bevölkerungsentwicklung gesehen wird und die Bevölkerungsentwicklung Dresdens zwischen 2000 und 2010 konsequent fortschreibt. Angesichts der Erwartungen über den demografischen Wandel in Sachsen erscheint diese Möglichkeit allerdings unrealistisch.

ausgleichen werden. Die maximale und damit optimistischere Variante geht davon aus, dass die Zuzüge die Abwanderungen überwiegen. Werden die Erwartungen über die Entwicklung der Gesamtbevölkerung räumlich differenziert, zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Stadtteilen Dresdens. Die folgende Darstellung zeigt, dass die generelle Zunahme der Bevölkerung Dresdens räumliche Konzentrationspunkte besitzt. Wachstumsbereiche sind auf Basis der Prognose bis 2030 und 2050 die Stadträume Cotta, Löbtau, Naußlitz, Dölzschen und Mickten, Kaditz, Trachau sowie die Leipziger Vorstadt (vgl. folgende Abbildung). Deutliche Rückgänge werden Gorbitz und die Südvorstadt zu verzeichnen haben, schwächer sind dagegen die Bevölkerungsabnahmen in Prohlis, Reick. Zu berücksichtigen ist, dass diese Vorausschätzungen nicht von einer proaktiven stadtplanerischen Gegensteuerung ausgehen.

Abbildung 5—2: Entwicklung der Bevölkerung räumlich differenziert (ab 2030 in maximalen Variante), Landeshauptstadt Dresden Prognose 2010 - 2030 und 2010 - 2050

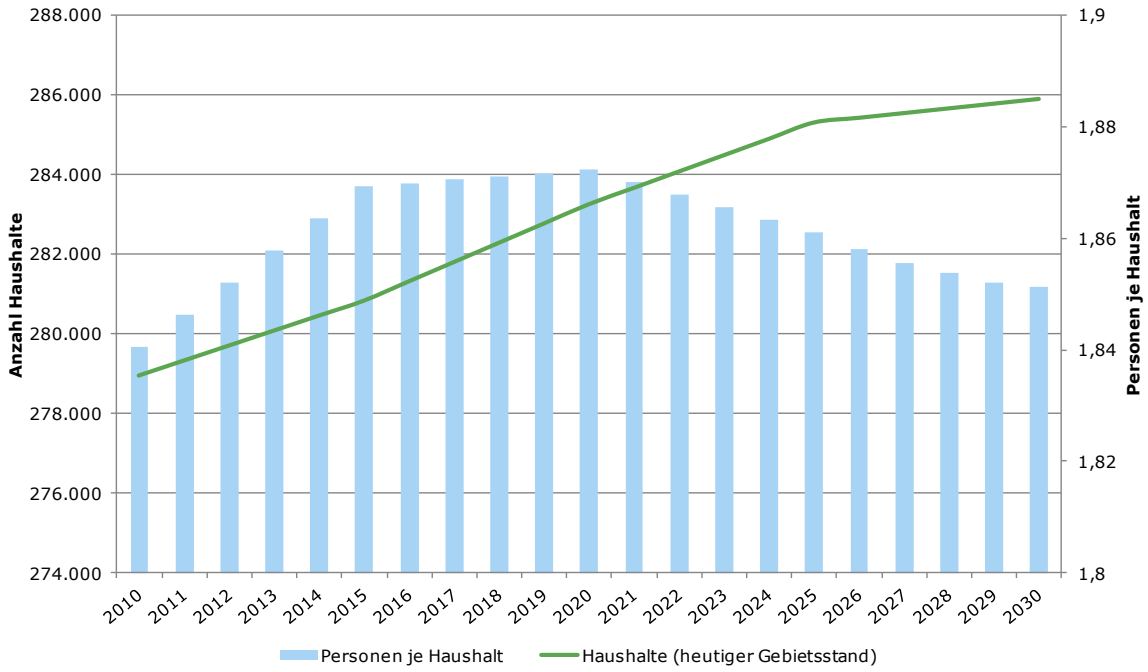


Quelle: Bertelsmann Stiftung 2011, Landeshauptstadt Dresden 2011a, Berlin-Institut 2011, Eurostat 2011, ifo Institut 2011b: 15, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Der räumlich-differenzierte Blick zeigt, dass innerhalb Dresdens zukünftig zwischen den Stadtteilen sehr unterschiedliche Entwicklungen der Energieverbräuche bezogen auf die Bevölkerungsentwicklung zu erwarten sind. So werden besonders im Bereich der Leipziger Vorstadt/Pieschen, in Mickten/Kaditz/Trachau, in Cotta/Löbtau/Naußlitz/Dölzschen und in der Neustadt die Energieverbräuche bevölkerungsbezogen deutlich anwachsen und sich die räumliche Verdichtung stark erhöhen. Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Optimierung der Energieversorgung (etwa der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung) sind gerade in diesen Bereichen sehr potenzialträchtig und können einen hohen Beitrag zur Zielerreichung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts leisten.

Demgegenüber ist angesichts der Entwicklungen in der Südvorstadt sowie in Gorbitz davon auszugehen, dass die Energieverbräuche mit dem Bevölkerungsrückgang ebenfalls abnehmen werden. Durch die positiven Bevölkerungsprognosen ist aktuell von einer wachsenden Zahl von Haushalten auszugehen. Dabei wird erwartet, dass die durchschnittliche Haushaltsgröße bis 2020 zunehmen und ab 2020 sukzessive abnehmen wird.

Abbildung 5—3: Prognose durchschnittliche Haushaltsgröße und Anzahl Haushalte, Landeshauptstadt Dresden 2010-2030 (in absoluten Zahlen)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

5.1.2 Vorausschätzung der Einkommensentwicklung

Die **Vorausschätzung zur Einkommensentwicklung** für Dresden bis 2020 zeigt eine weiterhin zunehmende Tendenz auf. Ausgehend von einem jahresdurchschnittlichen Wachstum der Bruttowertschöpfung in Höhe von 2,3 Prozent ist ein steigendes Arbeitseinkommen am Wohnort in Höhe von jahresdurchschnittlich 2,5 Prozent bis 2020 zu erwarten (ifo Institut 2009). Angesichts der wachsenden Zahl an **Renten**beziehern, die vor allem nach 2030 relevant werden wird, ist davon auszugehen, dass es zu einer abnehmenden Entwicklungsdynamik der Netto-Äquivalenz-Einkommen durchschnittlich für Dresden kommt. So geht das Bundesministerium für Arbeit und Soziales aktuell davon aus, dass im Jahre 2020 die Höhe der Netto-Standardrente (mit 45 Versicherungsjahren) vor Steuern 47,8 Prozent des durchschnittlichen Jahresentgelts entsprechen wird (BMAS 2011). Dies bedeutet eine Abnahme der relativen Höhe der Netto-Standardrente von 3,8 Prozentpunkten gegenüber 2010. Insofern ist von einer Abnahme des Netto-Äquivalenzeinkommens in Dresden auszugehen, die durch die wachsende Renteninanspruchnahme verursacht wird. Angesichts der Vorausschätzung zur ökonomischen Entwicklung gehen die hier vorliegenden Analysen weiterhin von einem jahresdurchschnittlichen BWS-Wachstum von 1,3 Prozent bis 2030 und 1,27 Prozent zwischen 2010 und 2050 aus. Für Deutschland werden jahresdurchschnittliche Wachstumsraten für BIP und BWS von 1,0 Prozent angenommen. Da die Entwicklung des Rentenwertes auf Anpassung auf gesamtdeutscher Ebene definiert wird, wirkt sich die Anpassung der Renten determinierend auf die Dynamik der Einkommensentwicklung aus. Insofern wird die Entwicklungsdynamik der Netto-Äquivalenzeinkommen ab 2020 abnehmen und sich tendenziell in Richtung einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate von 1,2 bis 1,7 Prozent einpendeln.

Mit Blick auf die Entwicklung des **öffentlichen Haushalts** in Dresden ist ausgehend von einem weiteren Bevölkerungswachstum und besonders angesichts der zunehmenden Wirtschaftsleistung von wachsenden Steuereinnahmen auszugehen. Für den Freistaat Sachsen wird ein Wachstum des erweiterten Steueraufkommens um 12 Prozent bis 2025 erwartet. Auch darüber hinaus sind wachsende Steuereinnahmen zu erwarten aufgrund der als positiv einzuschätzenden ökonomi-

schen Entwicklungen. Die Stadt Dresden profitiert besonders von diesem Trend, da hier weniger dämpfende Wirkungen aus einem starken Bevölkerungsrückgang zu erwarten sind, anders als im restlichen Gebiet des Freistaats Sachsen.

Für Sachsen wirkt sich das Auslaufen der Bundesergänzungszuweisungen nach § 11 FAG (Länderfinanzausgleich) ab 2020 und das des Solidarpaktes II 2019 deutlich negativaus, wodurch auch die Finanzkraft des öffentlichen Haushalts in Dresden stark beeinträchtigt werden dürfte (ifo Institut Dresden 2010: 19ff).

5.1.3 Vorausschätzung der volkswirtschaftlichen Entwicklung

Dresdens Bruttoinlandsprodukt erhöhte sich innerhalb der letzten zehn Jahre um durchschnittlich 2,7 Prozent, von 1994 bis 2000 um 3,4 Prozent im Jahr. Der Zeitraum 1994 - 2000 ist durch eine starke Vitalisierung der Dresdner Wirtschaftskraft durch massive Investitionen im Nachgang der deutschen Wiedervereinigung geprägt. Nach 2000 nahm die Dynamik etwas ab, insbesondere seit 2007, beeinflusst durch die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise.

Die zukünftige Entwicklung der Dresdner Wirtschaftskraft wird weiterhin von der Dynamik des ökonomischen Strukturwandels, den Grad der Reaktionsfähigkeit der Wertschöpfungsbereiche auf internationale Entwicklungen und auf Verflechtungen untereinander sowie über den Zugriff auf qualifizierte Arbeitskräfte abhängen.

Im Zuge des **ökonomischen Strukturwandels** wird es zu weiteren, bereits heute zu beobachtenden Trendentwicklungen kommen:

- Der ohnehin schwach ausgeprägte landwirtschaftliche Bruttowertschöpfungsanteil wird noch weiter an Bedeutung verlieren.
- Das verarbeitende Gewerbe wird sich weiter spezialisieren, wissensintensivieren und stärker technologisieren. Dieser technische Fortschritt wird insbesondere durch die Halbleiterindustrie geprägt sein.
- Der Tourismus, als eine der wesentlichen Dienstleistungsbranchen der Landeshauptstadt wird weiter an Bedeutung gewinnen und
- neue forschungs- und entwicklungsintensive Industriebereiche werden sich dank der bereits heute starken, know-how-intensiven Industriestruktur in Dresden (Halbleiterindustrie) und der qualitativ wie quantitativ sehr gut ausgestatteten Wissenschaftsstruktur (Hochschulen und Forschungseinrichtungen) herausbilden, die gegenwärtig in den wissenschaftlichen Bereichen zu finden sind.

Mit der zunehmenden Spezialisierung und Ausrichtung auf wissensintensive Bereiche wird sich Dresdens Wirtschaft immer weiter internationalisieren. Die hohe Konzentration der wirtschaftlichen Aktivitäten auf die Halbleiterindustrie wird mittelfristig noch zunehmen und die **Abhängigkeit der Dresdner Wirtschaft** von Entwicklungen in dieser Branche erhöhen. Die heute schon sehr starke Weltmarktorientierung der Halbleiterindustrie führt generell zu einer wachsenden Exportausrichtung der Dresdner Wirtschaft. Dadurch gewinnen globale Effekte deutlich an Bedeutung für die Dresdner Wirtschaft. Langfristig ist trotz dieser positiven Effekte allerdings eine stärkere Diversifizierung in der Bruttowertschöpfungsstruktur Dresdens angezeigt, die die starke Abhängigkeit von einer relevanten Industrie verringert.

Die Effekte des demografischen Wandels in Sachsen werden sich, wenn auch zeitversetzt, sehr deutlich auf die zu erwartenden Entwicklungen der **Erwerbstätigkeit** in Dresden auswirken. Analog zu den Erwartungen über die allgemeine Bevölkerungsentwicklung wird die Entwicklung von Dresden durch einen abnehmenden Zuzug nach Dresden aus den umliegenden Regionen, einer nachlassenden natürlichen Bevölkerungsentwicklung sowie der zunehmenden Alterung der Bevölkerung geprägt sein. Für das Erwerbstätigenpotenzial, das sich aus dem Bevölkerungsanteil der 15- bis 64-Jährigen ergibt, werden diese Entwicklungen ab 2030 zu Abnahmen führen (ifo Institut 2011b: 17).[35]

[35] Mit Bevölkerungsprognosen auf kleinräumiger Ebene (Stadtteile) können diese ersten Vorausschätzungen zur Erwerbstätigkeit weiter untersetzt und insbesondere räumlich differenziert werden.

Die gemachten Annahmen legen ein weiteres Wachstum nahe, da sich die heutige Struktur der Bruttowertschöpfungsbereiche erkennbar in eine sich immer stärker ausprägende wissensintensive und stark industriell-forschende Bruttowertschöpfung hinein bewegt. Das bereits heute vorhandene Unternehmenspotenzial mit der Halbleiterindustrie und anderen Hochtechnologie-Bereichen sowie entsprechend ausgerichteten Dienstleistungsbranchen bietet hierfür eine hervorragende Ausgangssituation. Ergänzt wird dies durch die sehr gute wissenschaftliche Ausstattung, die einerseits für ein hinreichendes Qualifizierungspotenzial sorgt, andererseits selbst zur Wissensintensivierung beiträgt. So wurde die TU Dresden von der nationalen Exzellenzinitiative als „Exzellenzuniversität" ausgezeichnet. Letztlich zeugen diese Faktoren von einer hohen Standortattraktivität und Anziehungskraft für Unternehmen und potenzielle Arbeitskräfte, so dass ein leistungsfähiges Humankapital auch noch bis 2030 vorhanden sein dürfte. Die wirtschaftliche Entwicklung sollte aus diesem Grund keinen Beeinträchtigungen unterliegen.

Diesen Punkten ist jedoch gegenüberzustellen, dass das Erwerbstätigenpotenzial, insbesondere in einer hinreichenden Qualifikation, ab 2030 abnehmen wird (ifo Institut 2011b: 17). Ebenso wird eine anhaltend hohe Bedeutung der Halbleiterindustrie für Dresdens Wirtschaft auch dazu führen, dass die sehr volatile Entwicklung dieser Branche sehr deutlich auf die Dresdner Wirtschaft durchschlägt und dadurch eine ebenso volatile Entwicklung der Wirtschaftsleistungen für die Stadt insgesamt zu erwarten ist. Eine zunehmende Internationalisierung birgt neben großen Potenzialen auch die Gefahr wachsender Rückkopplungseffekte und Konflikte für die Dresdner Wirtschaft.

Insofern münden diese Annahmen in einem konservativen Ausblick auf das Wirtschaftswachstum, das mit einem jahresdurchschnittlichen Wert für das Bruttoinlandsprodukt Dresdens bis 2050 von 1,2 Prozent angenommen wird. Dieses beinhaltet, dass die Entwicklung Dresdens durch eine hohe Volatilität geprägt sein wird. Daher sind sowohl sehr hohe Wachstumsraten als auch starke Einbrüche zu erwarten. Hinzu kommt eine abnehmende Entwicklungsdynamik, ausgehend von einem hohen Niveau der Wirtschaftskraft. Dies ist der Abnahme des Erwerbstätigenpotenzials aus der Region Dresden geschuldet sowie durch die allgemein zu erwartenden Effekte des demografischen Wandels in Deutschland bedingt.

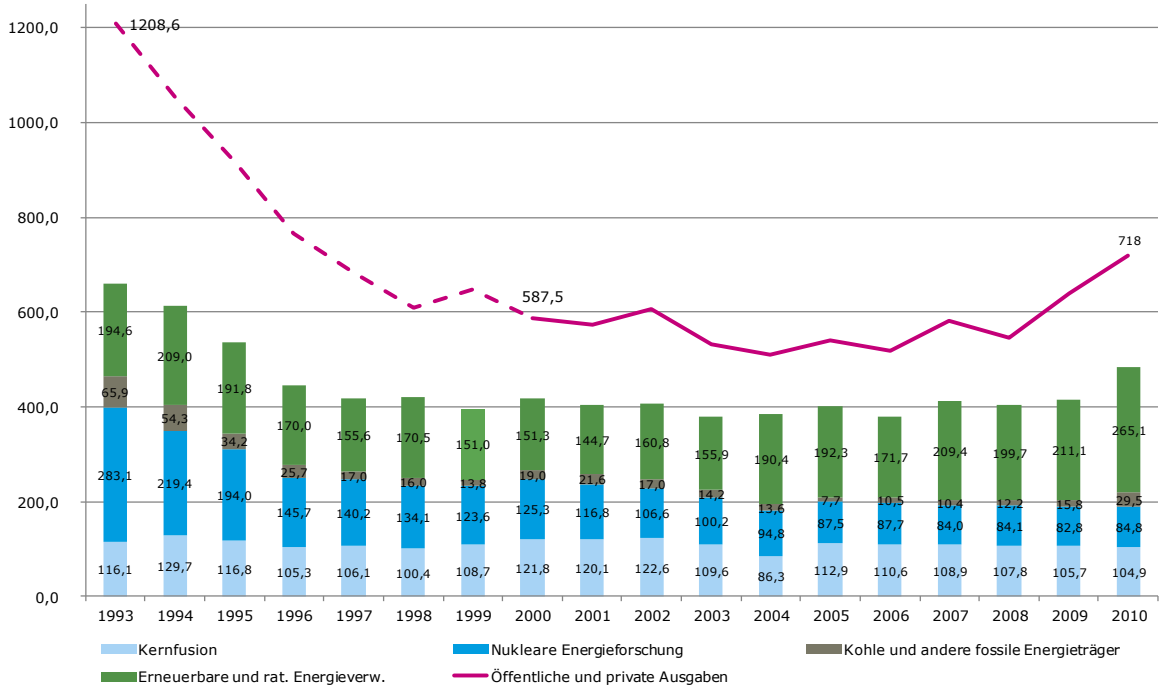
5.2 Energietechnologische Trends im Rahmen der Energiewende

Aufgrund der Herausforderungen, dem Klimawandel zu begegnen, dahingehend die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und zugleich eine weitere vorteilhafte ökonomische (Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit) als auch soziale (Preisverträglichkeit der Energieversorgung) Entwicklung zu unterstützen, hat die Bedeutung der Energieforschung – insbesondere in Deutschland – in den letzten Jahren wieder deutlich zugenommen und sich zugleich, besonders gegenüber den 1990er Jahren, stark gewandelt.

So erhöhte sich die Bedeutung der Energieforschung, gemessen an den Ausgaben für Energieforschung zum Bruttoinlandsprodukt, zwischen 2000 und 2010 sehr stark. (vgl. dazu Anhang 9) Insbesondere in den letzten vier Jahren nahmen die Anstrengungen deutlich zu. Besonders stiegen die Ausgaben in Großbritannien (+663 Prozent), Kanada (+256 Prozent) und Dänemark (+159 Prozent), während sich die deutschen Anstrengungen seit 2000 „nur" verdoppelten. Japans Ausgaben reduzierten sich zwar im Betrachtungszeitraum, liegen aber nach wie vor auf einem überdurchschnittlich hohen Niveau.

Die Entwicklungen der Ausgaben für Energieforschung in Deutschland seit 2000 skizzieren indes eine gegenüber den 1990er Jahren deutlich zurückgegangene Dynamik. So beliefen sich die Ausgaben für Energieforschung in Deutschland im Jahr 1993 noch auf 1,2 Milliarden Euro, während sie 2010 nur noch 0,7 Milliarden Euro betrugen. Dieser Rückgang ist besonders auf den drastischen Rückgang der Nuklearenergieforschung zurückzuführen, mit dem ebenso ein Rückgang der Ausgaben in der Forschung für Kohle und andere fossile Energieträger einherging, während sich die Ausgaben für Forschung im Bereich erneuerbarer Energien und rationeller Energieversorgung deutlich steigerten. Bereits seit 1997 übersteigen die Ausgaben in diesen Bereich die Forschungsaufwendungen für Nuklearenergie und sind seitdem überwiegend wachsend.

Abbildung 5—4: Entwicklung der öffentliche Ausgaben für Energieforschung nach Sektoren, Summe private und öffentliche Ausgaben gesamt, Deutschland, 1993 - 2010 (in Mio. Euro)



Quellen: Bundesministerium für Bildung und Forschung, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2012, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Zurückzuführen ist diese Entwicklung in Deutschland auf die energiepolitischen Rahmenbedingungen, die eine weitere Forcierung des Einsatzes erneuerbarer Energien sowie einen Ausstieg aus der Kernkraft vorsehen. Im Zuge der aktuell beginnenden „Großen Transformation" der Energieversorgung wird auf die Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien gesetzt, und bereits heute bekannte Energieversorgungstechnik für den Einsatz erneuerbarer Energien weiterentwickelt – in Richtung einer hochgradig rationellen Energieversorgung (WBGU 2011).

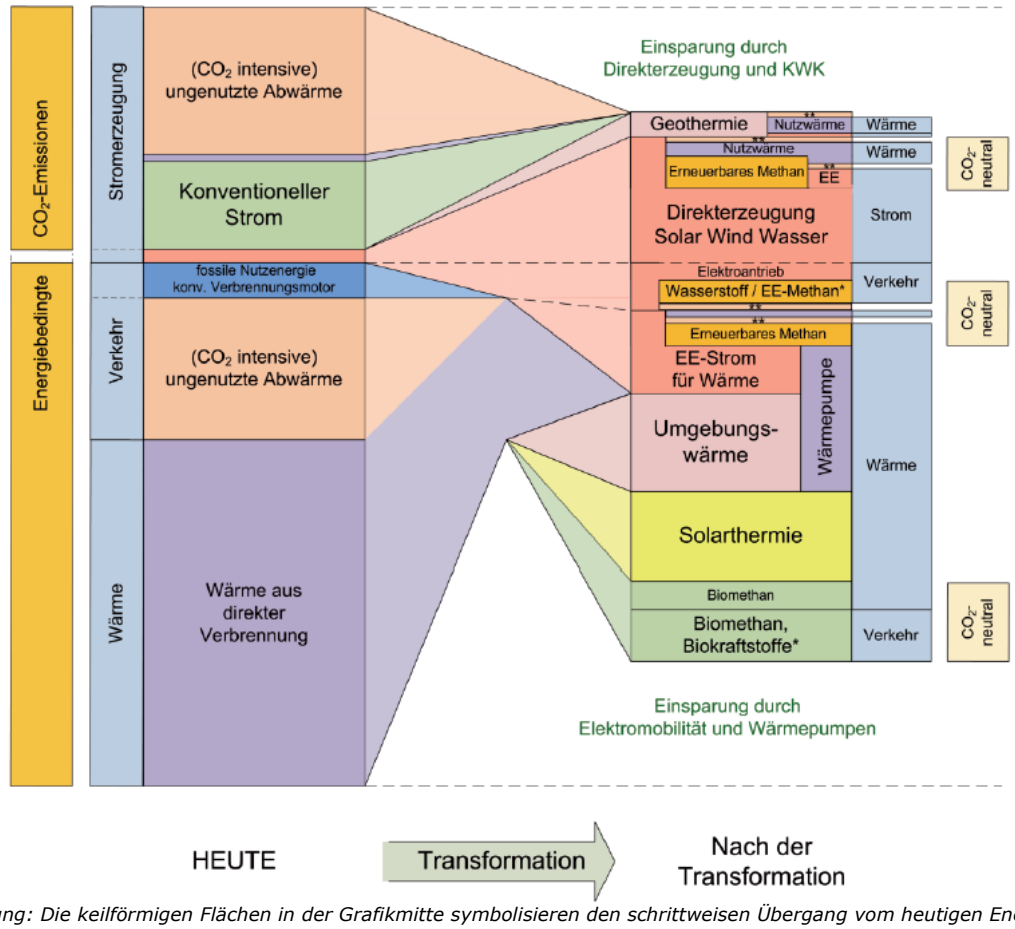
Ausgehend von diesem Überblick, welche Richtung die Energieforschung hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung einschlagen wird, werden im Folgenden die erwarteten technologischen Entwicklungen dokumentiert – nicht jedoch Visionen skizziert. Diese Dokumentation zeigt, entsprechend vom heutigen Stand der Technik ausgehend, auf, welche Wege die Energietechnologie zukünftig aller Wahrscheinlichkeit nehmen wird.

Damit verbunden ist eine Änderung des systemischen Denkens in der Energieversorgung. So führt der Ausbau erneuerbarer Energien hin zu einer stärker dezentralisierten und fluktuierenden Energieversorgung. Hierdurch ändert sich der deutsche Kraftwerkspark grundlegend: Zentrale fossile oder nukleare Großkraftwerke werden durch den Einsatz von miteinander verbundenen Klein- und Kleinstkraftwerken in Kombination mit hoch flexiblen Gaskraftwerken und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ersetzt, intelligente Netze (smart grids) und kluge Lastmanagementsysteme sowie der Einsatz von effizienten Speichern stellen zukünftig den Lastausgleich sicher. Die vormals stets getrennten Energiequellen Strom, Wärme und Kraftstoffe, wie Benzin und Diesel, werden im Zuge dieser zunehmend sich verkoppelnden Energieversorgung zunehmend ineinander umgewandelt. Das heißt, aus Wärme wird Strom, aus Strom Kraftstoff, aus Kraftstoff Wärme – und zum Teil auch vice versa. Determinante ist dann nicht mehr die Systemgrenze der Konversion, sondern die Effizienz (Bundesregierung 2010).

Das von der Bundesregierung vorgelegte Energiekonzept (Bundesregierung 2011) mit der darin zum Ausdruck gebrachten Absicht, das Energiesystem in Deutschland umzubauen, löst nichts Geringeres aus als eine – wie sie sprachlich vor allem durch den Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) geprägt wurde – „Große Transformation". Die Energieversorgung hat insbesondere einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Der vorgese-

hene 40-jährige Transformationsprozesses folgt einer No-Regret-Strategy[36]. Die Transformation ist danach so zu gestalten, dass schon von vornherein Fehlentwicklungen auszuschließen sind und eine hohe Versorgungssicherheit von Bevölkerung und Wirtschaft gewährleistet ist. Die folgende Abbildung zeigt den Gesamttransformationsprozess für Deutschland, beginnend 2010 und endend 2050.

Abbildung 5—5: Gesamtenergietransformation 2010 bis 2050



Erläuterung: Die keilförmigen Flächen in der Grafikmitte symbolisieren den schrittweisen Übergang vom heutigen Energiemix zum zukünftigen. Die Grafik fußt auf dem Mengengerüst für das 100%-EE-Szenario 2050. Quelle: Bundesregierung 2010: 31

5.2.1 Steigerung der Energieeffizienz

Energieeffizientes Handeln im Sinne des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden[37] ist der Hauptweg, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, der zugleich nachhaltig ist. So setzt eine Steigerung der Effizienz ökologische Effekte durch die Reduzierung der Energieverbräuche und damit der Treibhausgasemissionen frei – ohne dass dadurch die wirtschaftliche oder soziale Leistungsfähigkeit beeinträchtigt wird.
Energieverbräuche zu senken, bleibt auch dann eine wesentliche Notwendigkeit, wenn sich der Einsatz erneuerbarer Energien erhöht. So übersteigt zwar das technische Potenzial erneuerbarer Energien bereits jetzt deutlich den Energiebedarf, jedoch ist die Gewinnung erneuerbarer Energien mit umfangreichen Kosten verbunden. Zum einen Kosten für Investitionen in die Konversionsflächen (Photovoltaik-Anlagen, Windkrafträder, Biomasseverwertungsanlagen usw.), die erst noch in dem Maße errichtet werden müssen, bis der aktuelle Energiebedarf gedeckt werden kann. Aus diesen Investitionen erwachsen unter Umständen wiederum soziale Kosten, wenn es zu Beeinträchtigungen von Bürgern durch die Anlagen kommt. Um dies zu verhindern bzw. weitgehend

[36] No regret („ohne Bedauern")-Maßnahmen werden vorsorglich ergriffen, um allgemein ein Unheil abzuwehren oder künftige Schäden zu vermeiden und die ergriffen zu haben man auch dann nicht bereut, wenn Gründe ihrer Wahl sich im Nachhinein als nicht stichhaltig oder zutreffend erweisen sollten.
[37] Unter dem Zielfeld „Steigerung der Energieeffizienz" werden im Energiekonzept der Bundesregierung (2010a) sowohl Zielstellungen und Maßnahmen zum Ausschöpfen der Energieeinsparpotenziale als auch für eine Steigerung der Effizienz bestehender Energieversorgungssysteme subsummiert. Dieser zusammenfassenden Betrachtung wird im Rahmen des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts nicht gefolgt, es wird vielmehr eine Trennung vorgenommen zwischen Energieeinsparung und der energieeffizienten Ausgestaltung bestehender Energieversorgungssysteme.

gering zu halten, ist eine Steigerung der Energieeffizienz im Sinne eines Ausschöpfens vorhandener Energieeinsparpotenziale notwendige Bedingung für einen ökonomisch vorteilhaften und sozial verträglichen Klimaschutz sowie hinreichende Bedingung für den Einsatz erneuerbarer Energien (Bundesregierung 2010: 17).

Wesentliche Effizienzgewinne im Energiesystem lassen sich u. a. dadurch erreichen, dass bei der **Stromerzeugung** Abwärmeverluste von vornherein vermieden werden. Dies ist der Fall bei der Direkterzeugung von Strom mittels Wasserkraftwerken, Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen, bei der die elektrische Energie nicht über den Umweg der Wandlung von Primärenergie in thermische Energie erzeugt wird. Dabei geht keine aufgewandte Primärenergie als Abwärme verloren, vielmehr kann die erzeugte Elektrizität selbst als „quasi" Primärenergie bzw. Sekundärenergie[38] betrachtet werden. Werden also statt fossil betriebener Kraftwerke Technologien eingesetzt, die Energie aus erneuerbaren Quellen ohne den Umweg über die thermische Energie in elektrische Energie wandeln, dann können erhebliche fossile Primärenergiemengen eingespart und die Effizienz der Stromgewinnung stark erhöht werden[39]. Dieser Effizienzeffekt wird umso größer, je umfassender der direkt generierte Strom im Energiesystem eingesetzt wird und andere fossile Primärenergieträger ersetzt. Der Mobilitätssektor und der Wärmesektor sind hier die wichtigsten Bereiche (vgl. Abbildung 5—5).

Das Augenmerk zur Steigerung der Energieeffizienz sollte insbesondere auf die mit hohen CO_2-Emissionen einhergehende **Wärmeerzeugung** gelegt werden. Ein Ausschöpfen vorhandener Energieeffizienzpotenziale ergibt sich einerseits durch eine Zunahme der energetischen Gebäudesanierungen, andererseits durch den Ersatz fossiler Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energie, etwa über Solar- oder Geothermie, Biomasse, Abwärme aus industriellen Anlagen und insbesondere durch den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung.

Das Energieeffizienzpotenzial der **Kraft-Wärme-Kopplung** ergibt sich aus dem hohen Wirkungsgrad der Konversionstechniken, wodurch die eingesetzten Energien effizient genutzt werden können. Insbesondere dann, wenn es zu einer Zunahme der Dezentralisierung der Energieversorgung kommt, gewinnen KWK-Anlagen an Bedeutung, da sie Kraftwerke (zentrale Gaskraftwerke, Klein- und Kleinst-Blockheizkraftwerke) miteinander verbinden und dem jeweiligen Wärme- und auch Strombedarfen angepasst sind. Als Energieträger kommen Biomasse, Erd- und Biogas, Solar- und Geothermie in Frage. Insbesondere im Verbund mit der Sonnenenergie ergeben sich aus der KWK hohe synergetische Potenziale. Solare Stromerzeugung erfolgt im Sommer, während die Stromerzeugung über KWK gleichzeitig heruntergefahren werden kann. Im Winter erhöht sich wiederum die Erzeugungsleistung durch KWK, um die fehlenden solaren Beiträge zu kompensieren (Bundesregierung 2010).

5.2.2 Ausbau erneuerbarer Energien

Dass der heutige Energiebedarf (Endenergie bzw. Energiedienstleistungen) technisch durch erneuerbare Energien vollständig gedeckt werden könnte, steht mittlerweile außer Frage. Allein Wind- und Sonnenenergie wären hierfür schon ausreichend; ein Rückgriff auf weitere erneuerbare Energien wäre nicht notwendig. Problematisch ist ihre hohe „raumzeitliche Variabilität", d. h. sie stehen nicht jederzeit und an jedem Ort ausreichend zur Verfügung. Deshalb sind zum einen Speichertechnologien und Vernetzungen notwendig. Im Fall der begrenzten örtlichen Verfügbarkeit ist der Einsatz verschiedenster Arten erneuerbarer Energien angezeigt (Lu et al. 2009, Goldemberg 2000, Teske et al. 2008, FAO 2008, BP 2009).
Daraus erwächst auch die wahrscheinlich größte Herausforderung im Zuge der bevorstehenden Energiewende. Die Maßgabe einer jederzeit und überall stetigen Deckungsfähigkeit verlangt, dass ein Überschuss an Energie produziert wird, um durch Fluktuationen hervorgerufene Störungen in der Energieversorgung zu vermeiden und so eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

[38] Wasserkraft, Windkraft und Sonnenstrahlung gelten als Primärenergie, die Umwandlung in Strom ist als Sekundärenergie definiert.
[39] Vgl. Günther, Matthias (2012): Steigerung der Energieeffizienz durch direkte Stromerzeugung; BWK Bd. 64 (2012) Nr. 9; Springer VDI Verlag. Beispielsweise wäre beim Übergang von Verbrennungsmotoren auf Elektromobilität im Bereich des MIV und der kompletten Umstellung auf direkte Stromerzeugung gemeinsam mit den anderen Einsparungen im Stromsektor eine Einsparung an Primärenergie von fast 30 % des gegenwärtigen Gesamtprimärenergiebedarfs möglich.

Dies hat mit Blick auf die soziale Verträglichkeit besonders rasch zu erfolgen, um den schnell wachsenden Energiekosten durch die ansteigenden Preise für fossile Energieträger ausweichen zu können (Bundesregierung 2010, WBGU 2011).

5.2.3 Herausforderung durch Integration erneuerbarer Energien: Netzausbau und Speicherung

Konventionelle Energien (fossil und nuklear) besitzen gegenüber erneuerbaren Energien eine entscheidenden Vorteil: Sie sind unabhängig von meteorologischen Bedingungen vorhanden und flexibel einsetzbar. Allein die Energiegewinnung durch Geothermie und Biomasse ist ähnlich flexibel einsetzbar, jedoch jeweils mit geografischen Determinanten und gegebenenfalls mit nicht-energetisch gearteten Nutzungspräferenzen behaftet. Wenn die CO_2-Bilanz insbesondere durch den Ausbau der erneuerbaren Energien verbessert werden soll, gilt es, die Volatilität der Stromproduktion, die durch nicht steuerbare Einflussfaktoren entsteht, wie beispielweise durch das Wetter, auszugleichen. Diese Herausforderung ist vor allem angesichts der zunehmenden Erzeugung elektrischer Energie durch den wachsenden Anteil erneuerbarer Energien von Bedeutung. Eine Möglichkeit ist es, die Energien vorübergehend zu speichern.

5.2.3.1 Energiespeicherung

Insbesondere elektrische Energie ist in großen Mengen nur schwer speicherbar. Für das Stromnetz bedeutet dies, dass das Angebot zu jeder Zeit genau der Nachfrage entsprechen muss und somit Strom direkt zum Bedarfszeitpunkt in Kraftwerken produziert und verteilt werden sollte. Um das zu ermöglichen, ist eine möglichst genaue Abschätzung der Stromnachfrage nötig, die abhängig von Tageszeit und Saison schwankt. Da es sich hierbei um Schätzungen handelt, muss der konkrete Ausgleich durch die Regelenergie erfolgen.

Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien nimmt der Bedarf an Regelenergie zu, weil nun außer der Nachfrageseite auch die Angebotsseite Schwankungen unterworfen ist. Insbesondere die starke Wetterabhängigkeit der erneuerbarer Energien (windschwache Zeiten bei Windkraftanlagen/schwankendes Strahlungsangebot für Photovoltaikanlagen) verstärkt Schwankungen in der Energiebereitstellung (Kurscheid 2009).

Der Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage wird durch drei Regelenergiearten gewährleistet, die in zeitlicher Abfolge die Stabilität im Stromnetz sicherstellen. Kurzfristig (innerhalb von 30 Sekunden) steht die Primärreserve durch Ausnutzung der Trägheit von thermischen Kraftwerken für 15 Minuten zur Verfügung. Danach wird die Sekundärreserve automatisch aktiviert, die innerhalb von fünf Minuten durch Pumpspeicherkraftwerke oder schnell steigerbare Kraftwerke für 60 Minuten Energie liefert. Bei länger anhaltenden hohen Schwankungen löst der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) die Sekundärreserve durch die sogenannte Minutenreserve ab, welche innerhalb von 15 Minuten zur Verfügung steht. Hier wird der Ausgleich von unterschiedlichen Kraftwerkstypen und der Nachfrageseite, z. B. lastgeführten Großabnehmern, übernommen. Bei andauernden Schwankungen kann der Bilanzkreisverantwortliche Stundenkontrakte an der Strombörse zukaufen. Das heißt, die stetig wachsende Residuallast muss immer volatiler eingesetzt werden. Dies erhöht den Bedarf an flexibel einsetzbaren Kraftwerken und bringt höhere Grenzkosten und volatilere Stromhandelspreise mit sich (Bundeskartellamt 2011). Hieraus folgt, dass die Angebotssituation schwieriger vorherzusagen und die Bereitstellung der Regelenergie mit steigenden Kosten verbunden sind (Kurscheid 2009). Letztlich wird der Bedarf an positiver und negativer Regelenergie in den nächsten Jahren bundesweit deutlich steigen.

Hier können die bestehenden Systeme der Kraft-Wärme-Kopplung – nicht nur in Dresden – einen Ausgleichsbeitrag leisten. Ein möglicher flexibler Lastgang und eine flexible Steuerung der Koppelprodukte Strom und Wärme können dabei eine Dienstleistung für ein effizientes Gesamtsystem bieten.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass erneuerbare Energien prioritär ins Netz einzuspeisen und somit fossile Erzeugerkapazitäten vom Netz zu nehmen sind. Überschüssige Energie sollte zwischengespeichert werden, z. B. in Pumpspeicherkraftwerken. In Ausnahmefällen können auch

KWK-Anlagen wie das Kraftwerk Nossener Brücke von einer Abschaltung betroffen sein, was die Kosten der Fernwärmegestehung erheblich beeinflussen kann.

In der ökonomischen Betrachtung wäre eine effizientere und flexiblere Gestaltung des Regelenergiemarktes sinnvoll. So könnte die Marktsituation flexibler und vielfältiger werden, indem Strom und Regelenergie gemeinsam und kurzfristig gehandelt werden und mehr Technologien und Anbieter sich an der Bereitstellung beteiligen und somit die Kosten und Emissionen senken. Als Beispiel kann das flexible Strommarktmodell der USA dienen, bei dem ein „unabhängiger Systembetreiber" eine Plattform für den kurzfristigen Energiemarkt anbietet und somit der Regelenergiebedarf kurzfristig angepasst werden kann (Neuhoff 2011). Erste positive Anzeichen der Wettbewerbsbelebung (mehr Anbieter und Beschaffung über die Börse) konnten dank der Zentralisierung der Beschaffung bereits beobachtet werden (Bundesnetzagentur 2011). Das Fraunhofer ISI (2010) schlägt dazu eine Verkleinerung der Losgrößen und kurzfristige Ausschreibungen von allen drei Regelenergiearten vor. Dies würde auch kleinen, dezentralen und nicht fluktuierenden EEG-Stromerzeugern (z. B. Biomasse) den Eintritt in den Regelenergiemarkt ermöglichen, ihre wirtschaftliche Profitabilität verbessern und den Wettbewerb beleben.

In technischer Hinsicht ist angebotsseitig die Optimierung des Lastmanagements zielführend, indem die Wetterprognose (insbesondere für Wind) verbessert wird. Auf der Nachfrageseite können die Stromverbraucher, insbesondere Industrie und Haushalte, stärker in das Lastmanagement eingebunden werden, z. B. durch eine Einbindung in die Reservemärkte oder intelligente Stromnetze (Klobasa 2007). Letzterer Aspekt gewinnt insbesondere dann an Gewicht, wenn es zu einer verstärkten Integration der Verbundnetze mit dem Leitbild eines europäischen Supergrids kommt, mit dem Ziel, den Lastenausgleich zu verbessern (Fraunhofer ISI 2010). Dafür notwendig sind in technischer Hinsicht hinreichende Speicherkapazitäten, die sich durch den Bau von großen Speichermöglichkeiten ergeben und eine Stand-By-Funktion besitzen. Dies macht deutlich, dass der Bedarf an Regel- und Managementkapazitäten zur Sicherstellung der Stromnetzqualität aus den erläuterten Gründen zunehmen wird. Nur so können die Schwankungen effektiv ausgeglichen werden. Auf die notwendige Verbesserung der Netzqualität wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

Für die Langzeitspeicherung von Strom bietet sich eine Nutzung der bereits vorhandenen Erdgasspeicher (chemische Energiespeicher) in Deutschland an, die über eine ausreichende Größe verfügen. Die aus Wind- oder Sonnenkraft gewonnene elektrische Energie könnte in diese Speichern eingespeichert werden, nachdem sie direkt in Methan umgewandelt wurde (power to gas/wind to methane). Dieses Verfahren ist insbesondere angesichts der bestehenden Gas-Infrastrukturen (Netze, Speicher und Kraftwerke) in Deutschland von hoher volkswirtschaftlicher Relevanz. Immerhin ließe sich so ein bereits bestehendes Energieversorgungssystem nutzen, wobei der Wirkungsgrad 60 Prozent und mehr beträgt. Interessant ist bei dieser Technologie insbesondere die Verwertung von CO_2 als ein Ausgangsstoff für die Methanherstellung.

Auch besteht die Möglichkeit, durch Elektrolyse Wasserstoff zu erzeugen, der bei Bedarf anschließend wiederum Gasturbinen zur direkten Verstromung zugeführt werden kann. Durch diese Umwandlungen liegt der Wirkungsgrad etwas über 45 Prozent. Abseits der Lösung großräumige Kavernensysteme zu nutzen, besteht auch die Möglichkeit, den in einen chemischen Energieträger umgewandelten erneuerbaren Strom zu transportieren und damit flexibel zur Energieversorgung einzubringen, eben etwa zur Rückverstromung (Stromerzeugung), als Kraftstoff (Erzeugung mechanischer Energie) oder zur katalytischen Verbrennung (Wärmeerzeugung).

5.2.3.2 Energieverteilung

Um die Deckungsfähigkeit der Energieversorgung zu gewährleisten, ist insbesondere ein Ausbau der Übertragungs- und Verteilungsnetze notwendig. Dies dient dem Zweck der Verteilung überschüssiger Energie und Kompensation von Unterversorgungssituationen. In diesem Zusammenhang ist besonders national aber auch die darüber hinausgehende supranationale Vernetzung innerhalb Europas mit der Errichtung des europäischen Hochspannungs-Gleichstrom-

Übertragungsnetzes (HGÜ) zielführend. Hierbei gleichen sich Erzeugungsdefizite und -überschüsse aus erneuerbaren Energien, aufgrund der Vernetzung von regionalen und nationalen Verteilungsnetze, untereinander aus. Durch die Multi-Terminal-HGÜ-Leitungen ist es möglich, dass Energie aus skandinavischer Wasserkraft, Solarstrom aus Nordafrika und Südeuropa und durch Windkraft erzeugte Energie aus der Nordsee in ein Netz integriert und bei Fluktuationen zueinander ausgleichend wirken. Die Tatsache, dass HGÜ keine elektromagnetischen Wechselfelder aufbauen, ist ein Vorteil, der den effizienten Transport von Strom über weite Strecken und das Verlegen unterirdischer Leitungen ermöglicht (Bundesregierung 2010b: 22).

Die Übertragungskapazität der verschiedenen Netzkomponenten und Netzkategorien ist jedoch limitiert. Durch den Transport großer Energiemengen kann es daher zu einer Überschreitung der Kapazitäten kommen. Der Transport von Off-Shore-Windenergie in die großen Ballungsräume in der Mitte und im Süden Deutschlands bedeutet eine kritische Belastung der bestehenden (Fern-)Übertragungsnetze (110 - 400 kV). Hinzu kommt, dass besonders die oben genannten Windparks stark von der Bundesregierung gefördert werden. Für die Kontrolle der Fernübertragungsnetze ist die Bundesnetzagentur zuständig.
Neben den Fernübertragungsnetzen sind die regionalen Übertragungsnetze und Verteilnetze zu betrachten. Das regionale Übertragungsnetz wird im Raum Dresden von der 50Hertz Transmission GmbH kontrolliert und besonders durch die Winderzeugung im Binnenland belastet. Die hohe Dichte und Leistungsfähigkeit des Netzes einer zu DDR-Zeiten stark industrialisierten Region stellt jedoch in Aussicht, dass keine Überbelastung zu befürchten ist. Die stark dezentral gewonnene Energie aus Photovoltaikanlagen wird in die Verteilnetze auf Niederspannungsebene (400V) oder Mittelspannung (10 - 30 kV) eingespeist, die eigentlich nur für die in ländlichen Regionen und in reinen Wohngebieten anfallenden Lasten ausgelegt sind.
Der zukünftig zu erwartende hohe Anteil volatiler regenerativer Stromerzeugung und die damit verbundene Reduzierung der Grundlasterzeugerkapazität bei gleichzeitig hoher Netzbelastung erhöhen das Risiko, dass sich lokale Störungen so stark auswirken, dass es zu Netzabschaltungen kommt. Beim Totalausfall des Netzes in Dresden müssen zur zeitnahen Wiederherstellung der Grundversorgung im Stadtgebiet bei hinreichender Netzstabilität die Turbinen wieder gestartet werden können. Dazu bedarf es einer externen Stromzufuhr/Synchronisierung. Diese sogenannte „Schwarzstartfähigkeit" wird derzeit durch das Pumpspeicherwerk Niederwartha gesichert.

5.3 Erwartungen zur Energiemarktentwicklung

Die Darstellung der zukünftigen Energiemarktentwicklungen basieren auf den von EWI/GWS/Prognos (2010) entwickelten Energieszenarien für das Energiekonzept der Bundesregierung. Die unterstützenden Annahmen für Dresden orientieren sich an den Globalannahmen dieser Studie und sind durch eigene Berechnungen von Rambøll-KEEA für Dresden unterlegt. Die EWI/GWS/Prognos-Studie wurde als Grundlage gewählt, da die dort vorgestellten Entwicklungen auf weithin anerkannten Annahmen basieren und die dort abgeleiteten Szenarien akzeptiert sind. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die seit 2010 entstandenen Entwicklungen, wie die Abschaltung der Atomkraftwerke im Jahr 2011, nicht integriert sind. Im Gesamtkontext ist dieser Effekt aber vernachlässigbar.

Auf dieser Grundlage auch die Energiepreisentwicklung mit einem besonderen Fokus auf Dresden aufzubauen, schafft somit eine hohe Passgenauigkeit in die Projektionen für Deutschland insgesamt. Darüber hinaus wurden die Annahmen durch die Prognosen der Enerdata (2010) und von IEA (2011) sowie weiteren Institutionen ergänzt.[40]

5.3.1 Grundannahmen zur globalen Entwicklung

[40] Relevante Quellen: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2010, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2012, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft - Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen" 2010, Mineralölwirtschaftsverband 2010, Verordnung über Konzessionsabgaben für Strom und Gas, DIW 2011, International Energy Agency 2011/2012, Öko-Institut 2011, Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung (STE), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI) Karlsruhe, Deutsche Emissionshandelsstelle 2012 Danish Energy Transmission Company 2012, Danish Energy Authority 2012, DREWAG Stadtwerke Dresden, Statistisches Bundesamt, Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden, EWI/GEWS/Prognos 2010, BMWi 2010, Bundesnetzagentur 2010, Bundesnetzagentur 2011, Konzessionsabgabenverordnung - KAV, Bundesregierung 2010, Wenzel/Nitsch 2010, 50 Hertz et al. (2010), Statistisches Bundesamt 2011, Eurostat 2011, EEX 2011, UBA 2005, Landeshauptstadt Dresden 2011b.

Die Grundannahmen reflektieren einerseits globale Entwicklungstrends, andererseits die deutsche Situation, über die durch weiter unterstützende spezielle Annahmen die Dresdner Entwicklungen nachgezeichnet werden. Für die globale Sicht folgt die Annahmenbildung dem „Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen", das dem neusten World Energy Outlook der Internationale Energieagentur zu Grunde liegt (IEA 2011). Dieses Szenario wird durch die ambitionierten europäischen und deutschen Zielstelllungen unterstützt, die sich wiederum in den Energieszenarien für Deutschland widerspiegeln (EWI/GWS/Prognos 2010).

Die zukünftigen **weltweiten Entwicklungen** werden – besonders außerhalb Europas – durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet sein. Getragenen wird diese Dynamik durch ein starkes Wachstum der Weltbevölkerung, mit dem wiederum ökonomische, ökologische, technologische und soziale Effekte einhergehen. Diese Effekte wirken sich direkt und indirekt auf die Energieverfügbarkeit und letztlich auf den Energiepreis aus – für Europa, Deutschland und entsprechend für Dresden.

Die **Weltbevölkerung** beträgt heute 7,0 Milliarden.[41] Bis 2030 wird ein Anstieg auf ca. 8,5 Milliarden und bis 2050 um weitere 1,2 Milliarden auf 9,7 Milliarden erwartet (UN 2011). Zugleich wird angenommen, dass die globale **Wirtschaftsleistung** jahresdurchschnittlich um 3 Prozent wachsen wird.
Infolgedessen würde der weltweite **Primärenergiebedarf** bis 2030 jahresdurchschnittlich um 2 Prozent zunehmen, während der **Endenergiebedarf** um 1,8 Prozent steigt.[42] Beide Entwicklungen könnten auch bis 2050 in gleichen Raten fortgeschrieben werden. Zugleich wird eine jahresdurchschnittliche Steigerung der **Energieeffizienz** um 1,5 Prozent angenommen, die sich aufgrund der weiteren Verknappung und regulatorisch bedingter Verteuerung fossiler Energieträger einstellen wird. Darüber hinaus wird angenommen, dass es zu einer steigenden Energieproduktivität kommt (IEA 2011:4).

Weiterhin wird angenommen, dass der **Erdölpreis,** trotz des Rückgangs fossiler Brennstoffe am Weltprimärenergieverbrauch von 81 Prozent 2010 auf 76 Prozent im Jahr 2030 und weiteren jahresdurchschnittlichen Reduktionsraten von 0,3 Prozent bis 2050, auf rund 127 US-Dollar (real) pro Barrel [OPEC-Korb] 2030 und auf rund 148 US-Dollar (real) bis 2050 steigen wird. Getrieben ist die Erdölpreisentwicklung zukünftig noch stärker denn je durch den Verkehrssektor – insbesondere nachfrageseitig durch den Aufstieg sich entwickelnder Volkswirtschaften Südamerikas, Afrikas und Asiens.

Von dieser Entwicklung ist **Erdgas** als wichtigster Energieträger für Wärmeerzeugung ausgenommen. Dieser Brennstoff tritt in ein „goldenes Zeitalter" (IEA 2011:5) ein und wird Kohle nach und nach substituieren. Ausgelöst wird diese Entwicklung durch Diversifizierungsstrategien nationaler Energiepolitiken, wie etwa in China, die dann verstärkt auf den Einsatz des emissionsärmsten Brennstoffs setzen werden. Ausgelöst wird diese Entwicklung aber auch durch die zunehmende Nutzung unkonventionell gewonnenen Gases. Die Gewinnung von Erdgas aus tiefen Gesteinsschichten führt womöglich recht bald dazu, dass etwa Staaten wie die USA ihre Erdgasnachfrage autark befriedigen können[43] (IEA 2011:5).

Ebenso wird sich der Anteil **erneuerbarer Energien** (ohne Wasserkraft) von heute 3 Prozent jahresdurchschnittlich um 0,6 Prozent steigern. Dies führt zu einem Anteil erneuerbarer Energien (ohne Wasserkraft) an der Stromerzeugung für 2030 von 11,9 Prozent, während 2050 bereits ein Viertel der Stromerzeugung über erneuerbare Energien gewährleistet wird. Diese Entwicklung wird nach Ansicht der IEA in China und Europa massiv vorangetrieben und weiterhin durch Subventionen angereizt werden, um erneuerbare Energien gegenüber konventionellen Energien wettbewerbsfähiger zu gestalten. Der Grenzsubventionsbetrag wird zwar deutlich abnehmen, die

[41] Siehe: Worldometers real time world statistics, Current World Population, www.worldometers.info/world-population/
[42] Diese Annahmen zum Energiebedarf stellen in einer Fortschreibung auf die zu erwartende Bedarfsentwicklung ab. Wie die nachgefragte Energie bereitgestellt wird, ist auf der Produktionsseite zu lösen.
[43] Die Ausbeutung der in tiefen Gesteinsschichten liegenden Erdgasvorkommen (Shale-Gasvorkommen/Schiefergasgewinnung) ist jedoch mit massiven Umwelteinwirkungen verknüpft. Das genutzte Verfahren eines sogenannten hydraulic fracturing führt durch das Einlassen von Additiven, der Fractuiden, in Gesteinsschichten zu einer Freisetzung kanzerogener und biozider Chemikalien. Diese besitzen zum einen eine direkte Umweltauswirkung, könnten aber auch in das Trinkwasser gelangen und eine indirekte Gefährdung für den Menschen darstellen. Außerdem verlangt ein Anstieg der Gasnachfrage von der Gewinnung unkonventionellen Erdgases ein relativ schnelles Ausbreiten der notwendigen Bohrungen in wohnraumnahe Bereiche – mit einhergehenden Gefährdungen und Belästigungen für die Anwohner (UBA 2011: 2ff.).

Subventionen in der Summe aber auf 180 Milliarden US-Dollar in den nächsten 20 Jahren ansteigen (IEA 2011:7).

Die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien gegenüber fossilen Energien wird auch durch den **EU-CO_2-Emissionshandel** marktwirtschaftlich gestärkt. Die festgelegte Angebotsmenge (cap) im Rahmen eines vordefinierten CO_2-Reduktionspfades führt dazu, dass sich der Einsatz fossiler Energien sukzessive verteuert. Der Preis für Emissionszertifikate ergibt sich aus dem Zusammenspiel der Grenzvermeidungskosten aller Emittenten und der festgelegten Angebotsmenge. Durch die nach und nach eintretende Verknappung der CO_2-Zertifikate (Reduktionspfad) steigen die Kosten des Zertifikatzukaufs und nähern sich den Grenzvermeidungskosten an, wodurch letztlich der Anreiz gestärkt wird, CO_2-Emissionen durch Investitionen in die Nutzung erneuerbarer Energien, in die Energieeffizienz sowie in die Einsparung von Energie zu vermeiden. Darüber hinaus reduzieren die Einnahmen aus dem CO_2-Emissionhandel zu einem gewissen Grade indirekt die Subventionsnotwendigkeiten für erneuerbare Energien.

5.3.1.1 Annahmen zur Entwicklung in Deutschland

Deutschlands Bevölkerung wird sich laut aktuellen Prognosen von heute 81,5 Millionen auf 78,5 Millionen im Jahr 2030 und um weitere 7 Millionen auf 71,5 bis 2050 verringern und zunehmend altern. Die Schrumpfung der Bevölkerung ist durch eine abnehmende natürliche Bevölkerungsentwicklung bedingt, die auch nicht durch einen Zuzug aus dem Ausland kompensiert wird. Die Alterung der Bevölkerung ist sowohl Ursache als auch Folge der abnehmenden natürlichen Bevölkerungsentwicklung.

Bereits heute hat Deutschland ein sehr hohes **Wirtschaftsleistungsniveau**. Daher wird Deutschlands Wirtschaftskraft zukünftig weit weniger dynamisch wachsen als bisher. Hinzu kommt, dass durch die zunehmende Vernetzung und Globalisierung die Weltmarkt-Risiken tendenziell eher zu-, denn abnehmen werden. Da Deutschlands ausgeprägte Exportorientierung nicht wirtschaftspolitisch motiviert, sondern angesichts eines abwesenden Rohstoffreichtums schlicht eine ökonomische Notwendigkeit ist, ist die deutsche Volkswirtschaft auch in Zukunft globalen Entwicklungen besonders ausgesetzt. Deshalb scheint es plausibel, von jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts von einem Prozent bis 2050 auszugehen.

Aufgrund des weiter anhaltenden **ökonomischen Strukturwandels** wird es zu deutlichen Veränderungen in der Bruttowertschöpfung Deutschlands kommen. Der primäre Sektor (Landwirtschaft) wird zunehmend an Bedeutung verlieren, da der nur noch steuerpolitisch induzierte komparative Vorteil auf Dauer nicht mehr haltbar ist und somit Importe landwirtschaftlicher Produkte aus dem Ausland die deutsche landwirtschaftliche Bruttowertschöpfung substituieren werden. Der Substitutionsgrad ist wiederum von der Preisentwicklung für landwirtschaftliche Güter determiniert. Steigen die Transportkosten aufgrund von zunehmenden Energieverbräuchen und -kosten (Ölpreissteigerungen) für die Bereitstellung der Güter an, kann es wiederum zu einer Stärkung des komparativen Vorteils der deutschen Landwirtschaft kommen. Der sekundäre Sektor (Industrie) wird sich weiter spezialisieren, wissensintensivieren und noch stärker technologisieren. Dieser technische Fortschritt führt zu einer wachsenden Energieeffizienz mit einhergehender Steigerung der Energieproduktivität. Insbesondere für die energieintensiven Industrien[44] wächst der Anpassungsdruck, die Energieeffizienz zu steigern. Verstärkt wird der Druck, wenn eine Abwanderung der Produktion in kostengünstigere Regionen nicht möglich ist oder die Höhe der bereits getätigten Investitionen der Industrien eine Abwanderung aus ökonomischen Gründen nicht zulässt. Die Entwicklung des Dienstleistungssektors wird zukünftig gesamtwirtschaftlich zunehmend prägend sein. Von diesem Sektor wird ein Großteil der Wirtschaftsleistung ausgehen und ebenso eine wachsende Arbeitsnachfrage.

Hinsichtlich der zukünftigen **Energie-, Klima- und Umweltpolitik** der EU werden weiterhin intelligente Instrumente erwartet mit einem zunehmenden Trend hin zu marktkonformen Lösungen

[44] Als energieintensive Unternehmen gelten Unternehmen, deren Stromverbrauch an einer Abnahmestelle 10 Gigawattstunden übersteigt und deren Stromkosten im Verhältnis zur Bruttowertschöpfung des Unternehmens 15 Prozent übersteigt. (Vgl. Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.3., Juni 2003) Zu den energieintensiven Industrien zählen Hersteller im Bereich Baustoffe, Chemie, Glas, Nichteisen-Metalle, Papier und Stahl.

(CO_2-Emissionshandel). Voraussetzung dafür ist, dass es zu einer weiteren Liberalisierung des europäischen Binnenenergiemarktes – und besonders des deutschen Binnenenergiemarktes – kommt, indem staatliche, die Liberalisierung hemmende Regularien aufgebrochen werden. Mittel in diese Richtung sind einerseits die Schaffung wettbewerbsfördernder Instrumentarien bzw. Weiterentwicklung bestehender Instrumente, wie etwa die Integration eines Best-Available-Technology-Ansatzes zur Steigerung der dynamischen Effizienz des CO_2-Emissionszertifikatehandels. Auch werden noch verstärkt förderpolitische Instrumente Eingang finden, um den Wettbewerb zu erhöhen. Solche Instrumente beinhalten einerseits eine Technikförderung zur Steigerung der Innovationsleistung im Energiesektor, andererseits stellen sie auf eine Unterstützung mittelständischer Unternehmen im Energiemarkt ab.
Es werden zukünftig noch verstärkt umwelt-, energie- und klimapolitische Instrumente verknüpfende Regularien zu erwarten sein, die als Effizienztreiber den Innovations- und Wettbewerbsdruck in den Märkten erhöhen werden und die Überwälzung regulatorischer Kosten seitens der Unternehmen an den Endverbraucher reduzieren. Schlussendlich unterstützen solche Maßnahmen jedoch ausschließlich eine rationelle Energienutzung, die abhängig von den marktwirtschaftlichen Erfordernissen und in entsprechenden Investitionszyklen erfolgt. Sukzessive werden Innovationen freigesetzt und schlussendlich klimaschutzrelevante „Erträge" generiert – technologische Sprünge sind indes nicht zu erwarten (EWI/Prognos 2005: 8). Es wird erwartet, dass Deutschland weiterhin Vorreiter im Klimaschutz sein und die gegenwärtig eingeschlagenen politischen Pfade weiter beschreiten und in Zukunft fortschreiben wird.

Die **Energiepreisentwicklung** auf dem deutschen Energiemarkt ist durch die internationalen Preise, Transport-, Umwandlungs- und Netzkosten sowie Steuern und Konzessionen[45] beeinflusst. Die Förderung erneuerbarer Energien wird weiterhin fortgesetzt, wenngleich die EEG-Umlage ab 2012 nicht mehr spezifisch steigen soll, so der politische Wille. In den Prognosen wird allerdings von einem weiteren Anstieg der EEG-Umlage ausgegangen. Der CO_2-Emissionszertifikatehandel wird sich ebenfalls weiter ausdehnen, auch über die Grenzen Europas hinaus. Dies führt zu politischen Kompromissen, wodurch die Reduktionsverpflichtungen und die zu erwartenden Preise moderat ausfallen werden (EWI/GWS/Prognos 2010: 17).

Der **Primärenergiebedarf** in Deutschland wird mit steigender Energieproduktivität und Energieeffizienz bis 2050 erheblich abnehmen. Dabei kommt es zu einer Verschiebung zwischen den Energieträgern: Die Nachfrage nach sämtlichen fossilen Primärenergieträgern sinkt rapide, erneuerbare Energien werden zunehmend nachgefragt. Von heute rund 9 Prozent steigt der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2050 auf 31,8 Prozent, dies insbesondere zu Lasten der Stein- und Braunkohle (Abnahmen auf 8,9 Prozent bzw. 6,0 Prozent bis 2050). Der Anteil an Mineralöl wird nur um 4,5 Prozentpunkte sinken, da nach wie vor der Verkehrssektor einen hohen Bedarf aufweisen wird – trotz jeglicher Steigerungen der Energieeffizienz (EWI/GWS/Prognos 2010: 17).

Letztere Annahmen zeigen sich dann auch in der Entwicklung des **Endenergiebedarfs** in Deutschland. Dieser wird, so die Annahmen, bis 2050 auf rund 6.900 PJ abnehmen. Dies führt jedoch kaum zu Verschiebungen zwischen den Verbrauchssektoren, so dass kein Sektor als besonderer Treiber dieser Entwicklung identifiziert werden kann. So wird der Anteil der Haushalte in etwa auf einem Niveau von 27 Prozent auch bis 2050 verharren. Im Verkehrssektor wird es bis 2030 zwar noch zu Zunahmen kommen, die jedoch bis 2050 wieder auf das Niveau von 2010 reduziert werden. Der Industriesektor wird leicht seinen Anteil auf 31 Prozent steigern, während Dienstleistungssektor Abnahmen festzustellen sein werden (EWI/GWS/Prognos 2010: 17).

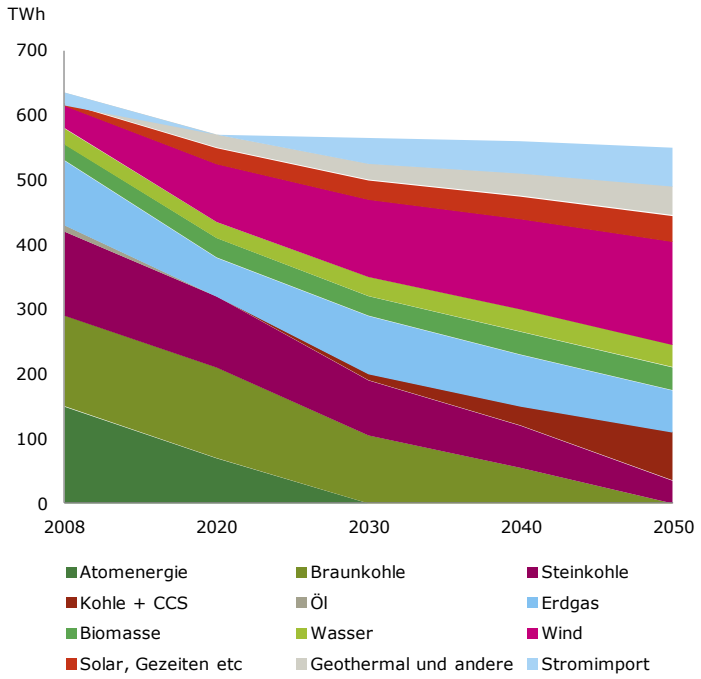
Die **Bruttostromerzeugung** in Deutschland verschiebt sich voraussichtlich von einer kohle- und atomstromdominierten zu einer regenerativen Erzeugung. So wird ein wachsender Anteil der erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung 2005 von 10 Prozent auf 42 Prozent bis 2030 und 57 Prozent bis 2050 prognostiziert. Ausschlaggebend dabei ist die Entwicklung der Windkraft. Die Atomenergie wird hingegen schrittweise eingestellt bis zum einem vollständigen Ausstieg 2022. Die CO_2-intensive Kohleverstromung wird ebenfalls reduziert, könnte allenfalls in Kombina-

[45] Steuern und Konzessionen werden als konstant in der weiteren Betrachtung angenommen.

tion mit CCS[46] eine Zeit lang fortbestehen. Dies würde jedoch den kostenintensiven Neubau von Kohlekraftwerken erfordern.

Unter der Annahme eines europäischen Stromnetzes, welches es erlaubt regenerativen Strom aus Südeuropa effizient zu übertragen, wird ab 2020 ein steigender Stromimport erwartet (EWI/GWS/Prognos 2010: 17). Eine grafische Darstellung der erwarteten Bruttostromerzeugung folgt in Abbildung 5-6.

Abbildung 5—6: Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern, 2008 - 2050

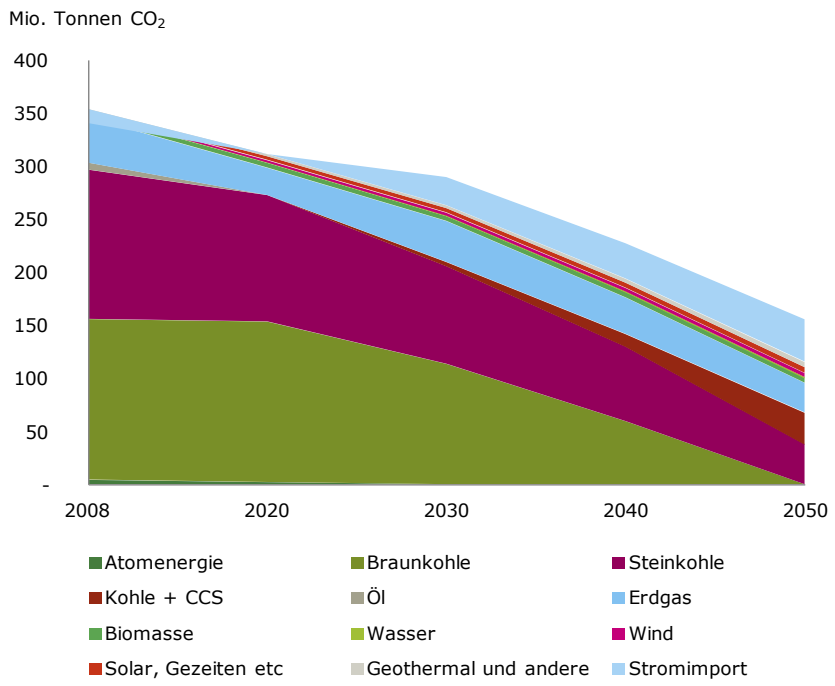


Quelle: EWI/GWS/Prognos 2010: 17, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Anhand dieser Prognose kann mittels des GEMIS-Modells die Entwicklung der CO_2-Emissionen für den deutschen Strommix errechnet werden. Die Entwicklung des Strommix in Deutschland ist für das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept die Bewertungsgrundlage für den importierten Strom. In 2005 wurden 13 Prozent der verbrauchten Gesamtendenergie über das Stromnetz importiert. Somit ist dies eine bedeutende Einflussgröße, deren Entwicklung bei der Szenarienbildung und Maßnahmenformulierung berücksichtigt wird.

[46] CCS: CO_2-Abscheidung und Speicherung (Carbon Capture and Storage) dient der Reduktion von CO_2-Emissionen in die Atmosphäre durch gezieltes Abfangen der Emissionen und Injektion in Gesteinsschichten.

Abbildung 5—7: Entwicklung der CO_2-Emissionen im deutschen Strommarkt, 2008 - 2050



Quelle: EWI/GWS/Prognos 2010: 17, GEMIS 4.6, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Die vorangegangene Abbildung zeigt die Dominanz der Kohle in der Entwicklung der CO_2-Emissionen. Es ist ersichtlich, dass die Gesamtemissionen stark vom Verlauf der Kohleverstromung abhängen und sich somit ab 2020 stark reduzieren.

5.3.1.2 Annahmen zur Entwicklung in Dresden

Wie zuvor dargelegt, ist **Dresden** als deutsche Großstadt weitreichend in internationale und auch in nationale Wirkungsverflechtungen eingebunden. Zum einen üben die oben dargestellten globalen und deutschen Entwicklungstrends einen mehr oder weniger starken Einfluss auf die heutige und zukünftige Entwicklung Dresdens aus. Zum anderen weist die Stadt jedoch auch Faktoren auf, die sie von der gesamtdeutschen, aber auch von der internationalen Entwicklung deutlich unterscheiden. So ist anzunehmen, dass die **Bevölkerungsentwicklung** Dresdens entgegen dem deutschen Trend verläuft – und von einem moderaten Wachstum gekennzeichnet ist. Ebenso wird die **Wirtschaftsleistung** kontinuierlich zunehmen und über dem deutschen Durchschnitt liegen (jahresdurchschnittlich 1,2 Prozent bis 2050). Der Strukturwandel in der Wirtschaftssektorenstruktur verläuft in Dresden noch stärker zu Gunsten des Dienstleistungsbereichs und geht mit einer noch höheren Spezialisierungsrate im industriellen Bereich einher.

Der **Primärenergieverbrauch** wird trotz erhöhter Anstrengungen zur Steigerung der Energieeffizienz zukünftig nach wie vor weitgehend über Erdgas gedeckt, wenngleich erneuerbare Energien ebenfalls massiv an Bedeutung zunehmen werden. Die effiziente Kraft-Wärme-Kopplung wird weiterhin ein tragender Faktor in der Energieversorgung bleiben, wobei neben Erdgas auch erneuerbare Energiequellen in die Erzeugung eingebunden werden. Der Import von Strom wird sich durch die Zunahme der lokalen Nutzung erneuerbarer Energien reduzieren. Durch die strukturellen ökonomischen Entwicklungen kommt es stärker als im Bundestrend zu Verschiebungen im Endenergieverbrauch, mit einer Zunahme des Anteils des Dienstleistungssektors, während im Industriebereich durch Energieeffizienzmaßnahmen weitere wirtschaftliche Potenziale entfaltet werden und der Anteil am Endenergieverbrauch abnimmt. Der Verkehrsbereich wird ebenfalls durch sinkende Energieverbräuche gekennzeichnet sein, da es zukünftig zu einem zunehmenden Einsatz erneuerbarer Energien, besonders im Bereich der Elektromobilität (in erster Linie im Öffentlichen Verkehr), und zum verstärkten Einsatz sparsamerer Fahrzeugantriebe kommen wird.

5.3.2 Energiepreisentwicklung

Die Ausgestaltung einer zukunftsfähigen und letztlich nachhaltigen Energieversorgung wird hauptsächlich von den dafür aufzuwendenden Investitionskosten und damit durch die sogenannten indirekten Kosten (Netzentgelte, EEG-Umlage) und variablen Brennstoffkosten (Preise für CO_2-Zertifikate) determiniert. Auf Basis obiger Annahmen zeigt sich in der Vorausschätzung der Energiepreisentwicklung ein weiterer Anstieg der Energiepreise (siehe Tabelle 5—1).

Für die zukünftige Energiepreisentwicklung werden zwei mögliche Entwicklungspfade im Folgenden aufgezeigt. Einführend ein **Referenzpreisszenario**, dem auch sämtliche Kosten- und Ertragsanalysen im Bereich der Maßnahmenbeurteilung unterliegen. Dieses Szenario folgt moderaten Annahmen über die zukünftigen Entwicklungen und liegt in etwa im Mittel der aktuell deutschlandweit in einer Vielzahl vorliegenden Energiepreisszenarien. Dargestellt wird neben den Preisentwicklungen bis 2050 auch, wie sich diese spezifisch auf die unterschiedlichen Verbrauchergruppen auswirken und welche Preisbestandteile dafür im Wesentlichen ursächlich sind.

Diesen Darstellungen wird anschließend in einem **Hochpreisszenario** eine Extremsituation gegenübergestellt. Diese zeigt deutlich höhere Belastungssituationen für die Verbraucher und diskutiert die dafür notwendigen Entwicklungen. Das Hochpreisszenario ist zwar als extreme, nicht aber absolut fiktive Situation formuliert. Das heißt, dass die zugrunde liegenden Annahmen, verglichen mit denen des Referenzpreisszenarios, an deren maximalen Rand liegen.

Im Folgenden wird die Energiepreisentwicklung für ein Referenzszenario und ein Hochpreisszenario dargestellt. Das Referenzszenario ist mit einer höheren Eintrittswahrscheinlichkeit verbunden und somit Bezugspunkt für die weiteren Analysen.

Tabelle 5-1: Vorausschätzung der Rahmenbedingungen der Energiepreisentwicklung für Dresden im Überblick

	Einheit	2010	2020	2030	2040	2050	Prozent p.a.		
							2010 - 2020	2020 - 2030	2010 - 2050
RAHMENBEDINGUNGEN									
Internationale Preisentwicklung									
Ölpreis real[47] (OPEC-Korb)	USD / bbl	77,38	93,00	127,00	137,16	148,13	*1,86*	*3,16*	*1,64*
CO2-Zertifikate-Preis real [EUA-10] (2010) [48]	EUR / t	15,98	23,00	32,00	45,00	57,00	*3,71*	*3,36*	*3,23*
Rahmenbedingungen Deutschland									
Bevölkerung	Mio.	81,70	80,50	79,10	76,90	73,80	*-0,15*	*-0,18*	*-0,25*
Private Haushalte	Mio.	40,30	41,04	41,09	41,10	41,10	*0,18*	*0,01*	*0,05*
BIP real	Mrd. EUR	2476,80	2438,50	2682,40	2950,60	3245,50	*-0,16*	*0,96*	*0,68*
Inflationsrate	%	1,12	1,50	1,50	1,50	1,50	*2,95*	*0,00*	*0,73*
PKW-Bestand	Mio.	41,74	54,90	54,90	53,80	53,80	*2,78*	*0,00*	*0,64*
Personentransportleistung (o. Luftverkehr)	Mrd. Pkm	1112,90	1135,20	1123,80	1090,10	1079,20	*0,20*	*-0,10*	*-0,08*
Rahmenbedingungen Dresden									
Bevölkerung	Tsd.	523,06	548,30	557,50	557,20	555,26	*0,47*	*0,17*	*0,15*
Private Haushalte	Tsd	281,80	286,60	289,10	289,90	290,70	*0,17*	*0,09*	*0,08*
BIP real	Mrd. EUR	15,26	17,20	19,40	22,00	24,80	*1,20*	*1,21*	*1,22*
BWS real prod. Gewerbe	Mrd. EUR	13,67	15,40	17,50	19,50	22,10	*1,20*	*1,29*	*1,21*
PKW-Bestand[49]	Tsd.	233,07	246,00	263,80	265,50	267,20	*0,54*	*0,70*	*0,34*
Personenverkehrsleistung[50]	Mio. Pkm	3138,00	3442,00	3830,40	4232,20	4677,00	*0,93*	*1,07*	*1,00*

[47] Sämtliche hier dargestellten Preise (Ölpreis, CO2-Zertifkate-Preise) als auch die genutzten Daten zum BIP und der BWS sind real, das heißt preisbereinigt um die Inflationsrate.
[48] EEG-Umlage basiert auf einer Prognose der Kosten und Erlöse des EEG-Umlagemechanismus. Sie gilt für das gesamte Kalenderjahr. Entstehen im Kalenderjahr Abweichungen zu der prognostizierten EEG-Umlage, werden diese mit der EEG-Umlage im darauffolgenden Jahr verrechnet. Die Erhöhung der EEG-Umlage auf einen Wert, der deutlich über dem ursprünglich für 2013 prognostizierten Wert liegt, ergibt sich aus einem einmaligen Nachholeffekt aus dem Jahre 2012 in Höhe von 0,73 ct/kWh.
[49] Ab 2030 mit jahresdurchschnittliche Raten von 0,6 Prozent fortgeschrieben. Zu beachten ist die angenommene weit überdurchschnittliche Projektion zur Projektion für Deutschland. (TUD 2011: 51).
[50] Ab 2030 mit jahresdurchschnittliche Raten von 1,05 Prozent fortgeschrieben. Zu beachten ist die angenommene weit überdurchschnittliche Projektion zur Projektion für Deutschland. (TUD 2011: 51)

Quellen: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2010, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2012, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft - Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen" 2010, Mineralölwirtschaftsverband 2010, Verordnung über Konzessionsabgaben für Strom und Gas, DIW 2011, International Energy Agency 2011/2012, Öko-Institut 2011, Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung (STE), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI) Karlsruhe, Deutsche Emissionshandelsstelle 2012 Danish Energy Transmission Company 2012, Danish Energy Authority 2012, DREWAG Stadtwerke Dresden, Statistisches Bundesamt, Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden, EWI/GEWS/Prognos 2010, BMWi 2010, Bundesnetzagentur 2010, Bundesnetzagentur 2011, Konzessionsabgabenverordnung - KAV, Bundesregierung 2010, Wenzel/Nitsch 2010, 50 Hertz et al. (2010), Statistisches Bundesamt 2011, Eurostat 2011, EEX 2011, UBA 2005, Landeshauptstadt Dresden 2011b, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

5.3.2.1 Referenzpreisszenario

Im Folgenden sind die Entwicklungsannahmen für die Energiepreis-Bestandteile dargestellt, aus denen sich die Einflussnahme auf die Energiepreisentwicklung für den Letztverbraucher ableiten lässt. Die Zusammensetzung der Gas- und insbesondere der Strompreise führt abhängig von den Verbrauchergruppen zu unterschiedlichen Belastungssituationen. Der Endverbraucherpreis setzt sich aus den Kosten für die Energieerzeugung, für die Energiebereitstellung sowie aus den Kosten politisch-regulatorischer Lasten zusammen.

- **Erzeugungskosten** sind Kosten für die Bereitstellung von Endenergie, wenn etwa Erdgas umgewandelt wird. Zudem umfassen die Beschaffungskosten des Erdgases, gegebenenfalls Produktionskosten zur Raffination des Gases und ein Gewinnanteil des Energieversorgers. Abhängig ist jedoch die Strompreisbildung insbesondere von den Entwicklungen am Großhandelsmarkt. Die Preisbildung orientiert sich hier an den Grenzkosten[51] der momentan für die Energieerzeugung verfügbaren Kraftwerke. An dieser Stelle wird der sogenannte Merit-Order-Effekt wirksam, denn der Strompreis definiert sich über jene Grenzkosten, die den Erzeugungskosten des Kraftwerks entsprechen, das im Moment des Strombezuges die gegenwärtige Lastspitze abdecken kann. Insofern definiert dieses Kraftwerk den Großhandelspreis und nimmt damit letztlich auch Einfluss auf den Strompreis für die Haushalte. Dass es zu diesem Preisbildungsverfahren kommen kann, ist durch den Handel an der Europäischen Strombörse in Leipzig (EEX) bedingt.
- **Kosten für die Energiebereitstellung:** Strom und auch Erdgas sind sogenannte leitungsgebundene Energieträger, die zu ihrer Verteilung einer Netzinfrastruktur bedürfen. Die für die Instandhaltung und den Bau erforderlichen Kosten werden über die Netzentgelte den Energiepreisen für die Letztverbraucher eingepreist. Die Netzentgelte für Strom umfassen neben den Kosten für den Unterhalt des Netzes auch die Kosten für die Bereitstellung von Regelenergie, also Kosten der Vorhaltung von Kapazität zum Ausgleich der Strommengen im Netz, um die Versorgungsqualität aufrechtzuerhalten. Haushaltskunden (Niederspannung) hatten 2010 3,59 ct je kWh als Netzentgelt für den Strombezug zu entrichten, während für Großkunden (Hochspannung) knapp 1,5 c/kWh anfielen. Ähnlich unterscheiden sich die Entgelte für Erdgas, die für den Transport des Gases anfallen. Ursache ist, dass die Versorgungs- und Anschlusskosten für den Gasanschluss auf die absoluten Verbrauchshöhen umgelegt werden. Das führt dazu, dass Haushalte aufgrund ihrer geringeren Abnahmemengen höhere Erdgaspreise zu entrichten haben als die Großabnehmer in die Industrie.
- **Kosten aus Abgabe-, Umlagen- und Steuerbelastungen:** Äußerst relevanten Einfluss auf die Höhe der indirekten und variablen Kostenbestandteile haben politisch-regulatorische Lasten in Form von Abgaben, Steuern und Umlagen. Von dieser Last sind insbesondere Haushalte betroffen. Für ihren Strombezug haben sie Mehrwert- und Stromsteuer sowie EEG- und KWKG-Umlagen und darüber hinaus die Umlage aus Konzessionsabgaben zu entrichten. Wird der bezogene Strom aus Erdgas gewonnen, ist außerdem eine Erdgassteuer zu entrichten. Diese Abgabenlast hat damit einen Anteil von rund 41 Prozent (43 Prozent einschließlich Erdgassteuer) am gesamten Endverbraucherpreis für Strom. Die Mehrwertsteuer ist für Unternehmen ein sogenannter durchlaufender Posten. Lasten entstehen den meisten Unternehmen letztlich durch die Stromsteuer sowie durch die EEG- und KWKG-Umlage. Wenngleich stromintensive Unternehmen von der Entrichtung der EEG-Umlage befreit sind. Dadurch gestaltet sich die politisch-regulatorische Last für Unternehmen gegenüber der Belastung der Haushalte deutlich niedriger. Bei der zukünftigen Entwicklung der EEG-Umlage (Steigerung aktuell von 3,29 ct/kWh in 2012 auf 5,27 ct/kWh ab 2013) ist zu beachten, dass von einer degressiven

[51] Grenzkosten sind jene Kosten, die durch die Produktion einer zusätzlichen Einheit elektrischer Energie entstehen.

Einspeisevergütung ausgegangen werden kann. Andererseits wird die eingespeiste Energiemenge voraussichtlich ansteigen. Daher ist die Entwicklung der resultierenden Umlage schwer vorhersehbar und für das Referenzszenario ab 2030 konstant gehalten. Zusätzlich zu den Belastungen, die der Stromverbrauch für die Dresdner Haushalte mit sich bringt, sind auch spezifische Steuern für den Wärmeverbrauch zu entrichten. So fällt neben der Mehrwertsteuer die Erdgassteuer für die Erzeugung der Wärmeenergie an, hinzukommen die KWK-Umlage, Konzessionsabgaben und ein Aufschlag aus Mineral-/Ökosteuer aufgrund des Erdgasbezuges. Unternehmen zahlen letztlich ausschließlich die KWK-Umlage sowie die Mineral-/Ökosteuer. Dass neben Steuern und Umlagen auch die Umlage aus Konzessionsabgaben durch die Dresdner Haushalte zu entrichten ist, ist der leitungsgebundenen Energieversorgung Dresdens geschuldet. Der Energieversorger hat für die Nutzung des Fernwärmenetzes Entgelte (Konzessionsabgaben) an die Kommune abzuführen, die er an die Endverbraucher überwälzt.

Der **Ausbau und die Förderung erneuerbarer Energien** sowie die **Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)** spielen für die Energiepreisentwicklung, insbesondere in der Stromerzeugung, eine relevante Rolle. So übt beispielsweise der Ausbau bzw. die Integration von erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung aufgrund ihres fluktuierenden Aufkommens, insbesondere im Falle der Wind- und Solarenergie, aber auch aufgrund eines notwendigen Netzausbaus einen Preisdruck im Strombezug aus – besonders mit wachsenden Belastungen für die Endverbraucher, wobei die Haushalte durch ihre höheren spezifischen Kosten besonders betroffen sind. Zurückzuführen ist dies auf den Vorrang der Einspeisung erneuerbaren Energien und ihren hohen Grad an Fluktuation, wodurch es notwendig wird, Regelenergie bereitzustellen. Folgendes ist dafür notwendig:

- Kraftwerke fossiler Energieerzeugung müssen zum Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage flexibel reagieren können. So müssen diese, aufgrund des Vorrangs erneuerbarer Energien, erst herunter-, im Falle der Fluktuation der erneuerbaren aber wieder hochgefahren werden, um den Strombedarf abdecken zu können. Dies führt zu steigenden Grenzkosten der Energiebereitstellung. Besonders dann, wenn die genutzten Kraftwerke relativ unflexibel auf die sich ändernden Netzauslastungen reagieren können, wie es etwa auf Braunkohlekraftwerke zutrifft. Der Einsatz der wesentlich flexibleren Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke ist dahingehend beispielsweise schon deutlich effizienter.
- Eine weitere Möglichkeit besteht im Ausbau von Speichern, die den Strom, der aus erneuerbaren Energien gewonnen, aber nicht sofort verbraucht wird, speichern und die Energie dann wieder zu abgeben, wenn ein Bedarf besteht. Auch hierfür sind massive Investitionen notwendig, die als Kapitalkosten wiederum die Energiepreise beeinflussen könnten.
- Darüber hinaus ist ein Netzausbau zur Nutzung erneuerbarer Energien unausweichlich. So fluktuieren erneuerbare Energien nicht nur im Sinne ihrer zeitlichen Verfügbarkeit, sondern sind auch nicht an allen Orten in gleicher Qualität verfügbar. Ein Netzausbau würde daher die Zugriffsmöglichkeiten auf erneuerbare Energien gewährleisten, die beispielsweise nicht in Dresden genutzt werden könnten. Darüber hinaus ist ein Netzausbau besonders in Kombination mit Speichern zur Sicherstellung der Versorgungsqualität zielführend. Aber auch der Netzausbau erfordert Investitionen, die sich letztlich auf die Höhe der Netzentgelte auswirken werden.

Tabelle 5-2: Vorausschätzung der Energiepreisbestandteile (bezogen auf die Arbeitspreise) für die Landeshauptstadt Dresden 2010-2050, Referenzpreisszenario

	Einheit	2010	2020	2030	2040	2050	Prozent p.a.		
							2010 - 2020	2020 - 2030	2010 - 2050
PREISBESTANDTEILE									
Strom	ct/kWh	5,50	6,03	6,68	7,40	8,20	*0,93*	*1,03*	*1,00*
Erdgas (Jahresmittelwert)	ct/kWh	2,58	2,94	3,41	4,01	4,64	*1,33*	*1,49*	*1,48*
CO2-Zertifikatepreis [EUA], real (2010)									
Stromimport	ct/kWh	0,48	0,57	0,69	0,84	1,03	*1,82*	*1,97*	*1,95*
Erdgas	ct/kWh	0,58	0,69	0,84	1,02	1,24			
Abgaben, Steuern									
EEG-Umlage (2010) [52]	ct/kWh	3,04	6,75	6,83	6,83	6,83	*0,36*	*0,11*	*2,04*
Netzentgelt Strom	ct/kWh	1,50	1,64	1,80	2,00	2,20	*0,91*	*0,94*	*0,97*
Mehrwertsteuer (preisanteilig)	%	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Stromsteuer	ct/kWh	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Erdgassteuer (Stromerzeugung)	ct/kWh	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18			
Erdgassteuer (Heizen)	ct/kWh	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55			
KWK-Umlage (Haushalte)	ct/kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
KWK-Umlage (Unternehmen)	ct/kWh	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05			
Konzessionsabgabe[53] Gas	ct/kWh	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03			
Konzessionsabgabe Strom (Haushalte)	ct/kWh	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39			
Konzessionsabgabe Strom (Unternehmen)	ct/kWh	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11			

Quelle: eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Mit der Zunahme der Produktion erneuerbarer Energie wäre zukünftig zu diskutieren, inwieweit das fluktuierende Stromangebot als Preissignal an die Verbraucher weitergegeben werden könnte. So könnte sich der Strompreis bei hoher Wind- oder Solareinspeisung verringern und bei geringer Einspeisung erhöhen. Flexible Verbraucher könnten so ihre Energiekosten senken und das Netz entlasten. Die folgende Abbildung zeigt, wie sich die indirekten (regulatorischen) Bestandteile **des Strompreises (Stromgestehungskosten) für die Dresdner Haushalte** auf Grundlage der obigen Prognosen zukünftig entwickeln werden. In den Entwicklungsannahmen wurden nur Entwicklungen der Netzentgelte, der EEG- und KWK-Umlage unterstellt. Absolut steigen auch die Steuern mit den ansteigenden Preisen.

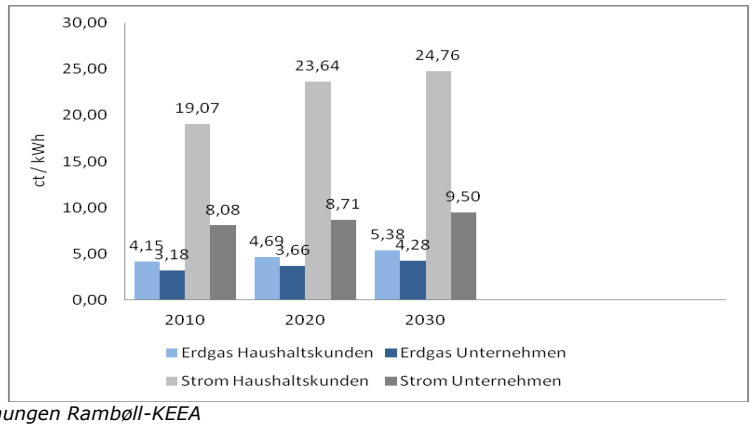
Auf Grundlage dieser Vorausschätzungen ergibt sich laut der Prognose für die privaten **Haushalte** in Dresden eine Steigerung des durchschnittlichen Strompreises auf 24 Cent je kWh für 2030 bzw. auf rund 27 Cent je kWh für 2050. Der Gaspreis wird bis 2030 auf rund 4,7 Cent je KWh und bis 2050 auf 7,2 Cent je KWh ansteigen.

Ebenso ist eine Zunahme der Großkundenpreise zu erwarten, von denen die **Unternehmen** betroffen sind. Für Strom werden 2030 durchschnittlich 9,5 Cent je kWh zu zahlen sein und 2050 10,4 Cent pro verbrauchte Kilowattstunde. Der Gaspreis wird sich 2030 auf 3,7 Cent je kWh belaufen und weiter steigen auf 5,9 Cent je kWh bis 2050.

[52] EEG-Umlage basiert auf einer Prognose der Kosten und Erlöse des EEG-Umlagemechanismus. Sie gilt für das gesamte Kalenderjahr. Entstehen im Kalenderjahr Abweichungen zu der prognostizierten EEG-Umlage, werden diese mit der EEG-Umlage im darauffolgenden Jahr verrechnet. Die Erhöhung der EEG-Umlage auf einen Wert, der deutlich über dem ursprünglich für 2013 prognostizierten Wert liegt, ergibt sich aus einem einmaligen Nachholeffekt aus dem Jahre 2012 in Höhe von 0,73 ct/kWh.

[53] Verordnung über Konzessionsabgaben für Strom und Gas (Konzessionsabgabenverordnung - KAV), Ausfertigungsdatum: 09.01.1992; Vollzitat: "Konzessionsabgabenverordnung vom 9. Januar 1992 (BGBl. I S. 12, 407), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 1. November 2006 (BGBl. I S. 2477) geändert worden ist"

Abbildung 5—9: Geschätzte Entwicklung der Strom- und Gaspreise für Dresdner Haushalte und Unternehmen ohne Mess- und Grundpreis (in ct/kWh), Stand Oktober 2012



Quelle: eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Die Energiepreissteigerung führt im Ergebnis zu einem wachsenden Druck auf die privaten Haushalte, Unternehmen und öffentliche Kassen. Anstrengungen, ressourcen- und energieeffizient zu agieren, werden durch die wachsende Energiekostenbelastung zunehmen und sich in investiver Hinsicht schneller amortisieren. Insofern ist die Energiepreisentwicklung selbst ein Katalysator zur Steigerung der Energieeffizienz. Der erwartete Preisanstieg allein ist allerdings nicht ausreichend für eine weitreichende Veränderung des Nutzer- und Investitionsverhaltens.

Tabelle 5-3: Vorausschätzung der Endverbraucherpreise für Energie (nur Arbeitspreise, inkl. Mehrwertsteuer) Landeshauptstadt Dresden 2010-2050

	Einheit	2010	2020	2030	2040	2050	Prozent p.a.		
							2010 - 2020	*2020 - 2030*	*2010 - 2050*
ENDVERBRAUCHERPREISE									
Erdgas									
Haushaltskunden [54]	ct/kWh	4,15	4,69	5,38	6,26	7,21	*1,08*	*1,39*	*1,39*
Unternehmen	ct/kWh	3,18	3,66	4,28	5,06	5,92	*1,40*	*1,57*	*1,56*
Strom									
Haushaltskunden[55]	ct/kWh	19,07	23,64	24,76	25,97	27,30	*2,28*	*0,47*	*0,90*
Unternehmen	ct/kWh	8,08	8,71	9,50	10,39	11,39	*0,76*	*0,87*	*0,86*
Kraftstoffe									
Benzin Super (98)	EUR/l	1,42	1,99	2,58	3,30	4,26	*2,74*	*2,63*	*2,78*
Diesel	EUR/l	1,23	1,97	2,55	3,41	4,54	*3,66*	*2,61*	*3,32*
Heizöl									
leichtes Heizöl[56,57]	ct/kWh	7,37	10,86	14,14	18,89	25,15	*2,96*	*2,68*	*3,12*
schweres Heizöl [58,59, 60]	ct/kWh	3,90	7,40	9,63	12,87	17,13	*4,16*	*2,68*	*3,77*

Quelle: eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

5.3.2.2 Hochpreisszenario

Für das Hochpreisszenario wurden deutliche Zunahmen der Erdölpreise und der CO_2-Zertifikatepreise unterstellt – bedingt durch die Preiszunahme für Erdöl, die auf eine deutliche Verknappung des Rohstoffs aufgrund weiterer Zunahmen fossiler Energieverbräuche weltweit, insbesondere durch ein wachsendes Verkehrsaufkommen, zurückzuführen ist. Ebenso spielen politische Rahmenbedingungen eine Rolle, wie etwa Krisen und Unruhesituationen in den Förderstaaten, die einen Export erschweren, wodurch wiederum Preissteigerungen ausgelöst werden. Die Zunahme der Preise für CO_2-Zertifikate im europäischen Handelssystem für CO_2-Emissionszertifikate resultiert aus einer deutlichen Dynamisierung des Systems. Zurückzuführen ist dies auf einen erhöhten Anteil auktionierter Zertifikate, die Integration bisher nicht berücksichtigter Emissionssekto-

[54] Bei einer angenommenen durchschnittliche Abgabemenge von 1600 kWh pro Monat.
[55] Tarifabnehmer (bei einer Abgabemenge von 325 kWh pro Monat).
[56] Heizwert: 3,6 GJ/hl mit 1 kWh = 0,0036 GJ.
[57] Durchschnittswert bei Lieferung in Tankkraftwagen an Verbraucher, 40 - 50 hl pro Auftrag, frei Verbraucher.
[58] Heizwert 41,5 GJ/t mit 1 kWh = 0,0036 GJ, Schwefelgehalt maximal 1%.
[59] Abnahme in Kessel- oder Tankkraftwagen, ab Raffinerie. Durchschnittlicher Wert für Deutschland.
[60] Abnahme von 15 t und mehr im Monat und Schwefelgehalt von maximal 1%.

ren (Verkehr und weitere Unternehmensbereiche) sowie die Berücksichtigung weiterer klimaschädlicher Gase (wie z. B. Lachgas und vollhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe).

Darüber hinaus wird unterstellt, dass der jährliche Reduktionspfad von 1,74 Prozent umgesetzt wird. Das heißt, die maximal handelbare Zertifikatemenge (cap) reduziert sich von Jahr zu Jahr um 1,74 Prozent. Im Ergebnis wird im Hochpreisszenario von einem Preis für Erdöl (real, OPEC-Korb) für 2030 in Höhe von 188 USD/bbl.[61] und für 2050 in Höhe von 240 USD/bbl. ausgegangen. Die Preise für CO_2-Zertifikate [EUA-10] werden parallel auf 60 Euro/t für 2030 und auf 100 Euro/t für 2050 ansteigen.

Tabelle 5-4: Internationale Preisentwicklung, Dresden Hochpreisszenario

	Einheit	2010	2020	2030	2040	2050	Prozent p.a.		
							2010 - 2020	*2020 - 2030*	*2010 - 2050*
RAHMENBEDINGUNGEN									
Ölpreis real[62] (OPEC-Korb)	USD/bbl	77,4	132,6	188,1	222,7	240,5	*5,54*	*3,55*	*2,88*
CO2-Zertifikate-Preis real [EUA-10] (2010) [63]	EUR/t	16,0	40,0	60,0	80,0	100,0	*9,61*	*4,14*	*4,69*

Quelle: eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Die Verschärfung der Rahmenbedingungen gegenüber denen im Referenzszenario wirkt sich auf die reale Preisentwicklung für Strom und Erdgas wie folgt aus. Die Gestehungskosten für Strom steigen um rund 71 Prozent, die für Wärme (Erdgas) um gut 91 Prozent zwischen 2010 und 2050. Zugleich wird davon ausgegangen, dass auf nationaler Ebene eine verstärkte Integration erneuerbarer Energien und die Erhöhung des Anteils leitungsgebundener Energieversorgung insgesamt Effekte auf die Entwicklung der Netzentgelte haben wird, wodurch diese deutlich ansteigen werden. In Fortschreibung der bisherigen Entwicklung der EEG-Umlage wird darüber hinaus von einer Steigerung der EEG-Umlage auf 6,8 ct pro kWh bis 2030 ausgegangen. Diese wird insbesondere durch eine erwartete Zunahme des Ausbaus von erneuerbaren Energien induziert. Die zeitliche Fortschreibung darüber hinaus sieht einen konstanten Wert vor.

[61] bbl. = blue barrel; entspricht dem im internationalen Gebrauch verwendeten US-amerikanischen Barrel mit 158,987 Litern

[62] Sämtliche hier dargestellten Preise (Ölpreis, CO2-Zertifkate-Preise) als auch die genutzten Daten zum BIP und der BWS sind real, das heißt preisbereinigt um die Inflationsrate.

[63] EEG-Umlage basiert auf einer Prognose der Kosten und Erlöse des EEG-Umlagemechanismus. Sie gilt für das gesamte Kalenderjahr. Entstehen im Kalenderjahr Abweichungen zu der prognostizierten EEG-Umlage, werden diese mit der EEG-Umlage im darauffolgenden Jahr verrechnet. Die Erhöhung der EEG-Umlage auf einen Wert, der deutlich über dem ursprünglich für 2013 prognostizierten Wert liegt, ergibt sich aus einem einmaligen Nachholeffekt aus dem Jahre 2012 in Höhe von 0,73 ct/kWh.

Tabelle 5-5: Arbeitspreise Strom, Gas, Landeshauptstadt Dresden Hochpreisszenario

	Einheit	2010	2020	2030	2040	2050	Prozent p.a.		
							2010 - 2020	2020 - 2030	2010 - 2050
PREISBESTANDTEILE ERDGAS/STROM									
Strom	ct/kWh	5,50	8,03	9,17	10,20	12,40	*3,86*	*14,20*	*6,45*
Erdgas (Jahresmittelwert)	ct/kWh	2,60	3,17	3,96	4,36	5,70	*2,00*	*2,25*	*1,98*
CO2-Zertifikatepreis [EUA], real (2010									
Strom	ct/kWh	0,48	0,57	0,69	0,84	1,03	*1,82*	*1,97*	*1,95*
Erdgas (Jahresmittelwert)	ct/kWh	0,58	0,69	0,84	1,02	1,24			
Abgaben, Steuern									
EEG-Umlage (2010) [64]	ct/kWh	3,04	6,75	6,83	6,83	6,83	*0,36*	*0,11*	*2,04*

Quelle: eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Dass keine Fortschreibung der Prognose für die EEG-Umlage ab 2030 vorgenommen wird, ist der Grundannahme geschuldet, dass degressive Einspeisevergütungen zu erwarten sind, obwohl die geförderte Energiemenge steigen wird. Somit ist eine weit in die Zukunft reichende Aussage zur Umlageentwicklung mit großen Unsicherheiten behaftet. Desweiteren wird die Entwicklung von politischen Entscheidungen beeinflusst, die unter anderem spätestens aller vier bis fünf Jahre gravierenden Änderungen unterliegen können. Die Entwicklung von Steuersätzen, von Abgabehöhen für Konzessionen und der KWK-Umlagehöhen wurde, analog zum Referenzszenario, als konstant angenommen, da keine Prognosen über politische Einflussparameter vorgenommen werden (mit Ausnahme der EEG-Umlage). Im Ergebnis ist von einer Zunahme der Endverbraucherpreise für Strom und Wärme (Erdgas) im Bereich der Dresdner Haushalte von 71,6 bzw. 87,4 Prozent auszugehen für den Zeitraum 2010 - 2050. Für die Unternehmen ergeben sich Entwicklungsspannen von 82,5 Prozent für Wärme (Erdgas) bzw. 64 Prozent für Strom.

Tabelle 5-6: Endverbraucherpreise Strom, Gas, Dresden Hochpreisszenario

	Einheit	2010	2020	2030	2040	2050	Prozent p.a.		
							2010-2020	2020-2030	2010-2050
ENDVERBRAUCHERPREISE									
Erdgas									
Haushaltskunden [13]	ct/kWh	4,18	4,95	6,02	6,67	8,44	*1,57*	*1,97*	*1,77*
Unternehmen	ct/kWh	3,21	3,89	4,83	5,41	6,98	*1,93*	*2,18*	*1,96*
Strom									
Haushaltskunden [14]	ct/kWh	19,07	25,96	27,65	29,21	32,17	*3,21*	*0,63*	*1,32*
Unternehmen	ct/kWh	8,08	10,71	11,98	13,18	15,59	*2,82*	*1,13*	*1,66*

Quelle: eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

5.3.2.3 Erwartungen über die Anpassung der Energienachfrage

Sowohl im Referenz- als auch im Hochpreisszenario ist von einer Mengendynamik in der Anpassung der Energienachfrage der Dresdner auszugehen. Das heißt, dass in beiden Szenarien Anpassungs- und Ausweichanstrengungen der Dresdner Haushalte und Unternehmen zu erwarten sind, die durch Preisänderungen ausgelöst werden.

Welcher Grad an Mengendynamik vorliegen könnte, zeigt die Vorausschätzung der für die Jahre 2005 bis 2010 empirisch ermittelten Preiselastizitäten der Dresdner Haushalte für Strom und Wärme in einer kurz- (2020) und mittelfristigen (2030) Dimension. Die Preiselastizität ist ein hinreichendes Maß dafür, inwieweit die Nachfrage auf Preissteigerungen reagiert, und damit letztlich notwendige Bedingung für die Bestimmung, welche Mengendynamik, insbesondere welche An-

[64] Die EEG-Umlage basiert auf einer Prognose der Kosten und Erlöse des EEG-Umlagemechanismus. Sie gilt für das gesamte Kalenderjahr. Entstehen im Kalenderjahr Abweichungen zu der prognostizierten EEG-Umlage, werden diese mit der EEG-Umlage im darauffolgenden Jahr verrechnet. Die Erhöhung der EEG-Umlage auf einen Wert, der deutlich über dem ursprünglich für 2013 prognostizierten Wert liegt, ergibt sich aus einem einmaligen Nachholeffekt aus dem Jahre 2012 in Höhe von 0,73 ct/kWh.

passungsdynamik aus der Preisentwicklung zu erwarten ist. Die (Energie-)Preiselastizität der (Energie-)Nachfrage gibt an, wie sich die Nachfragemenge (einer Mengeneinheit Energie) ändert, wenn sich der Preis um ein Prozent ändert.[65]

Tabelle 5-7: Preiselastizitäten der Energienachfrage Hochpreis- zu Referenzpreisszenario

	Referenzpreisszenario		Hochpreisszenario	
	Strom	Wärme (Erdgas)	Strom	Wärme (Erdgas)
Kurzfristige Preiselastizität der Nachfrage (Haushalte) bis 2020	-0,005	-0,082	-0,012	-0,101
Mittelfristige Preiselastizität der Nachfrage (Haushalte) bis 2030	-0,122	-0,316	-0,162	-0,384
Kurzfristige Preiselastizität der Nachfrage (Unternehmen) bis 2020	-0,002	-0,012	-0,009	-0,043
Mittelfristige Preiselastizität der Nachfrage (Unternehmen) bis 2030	-0,018	-0,105	-0,103	-0,165

Energienachfragen reagieren typischerweise relativ unelastisch auf Preisänderungen. Dies ist auf die Notwendigkeit der Energiegüter zurückzuführen. Änderungen der Elastizitäten weisen wiederum auf Ausweich- und Anpassungsanstrengungen hin. Wenngleich zu berücksichtigen ist, dass die Energienachfrage in diesem Zeitraum unter dem Einfluss zweier wesentlicher Einflussfaktoren stand: zum einen die zurückgegangene Wirtschaftsleistung im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise 2007-2009, zum anderen der Rückgang der Energienachfrage durch die Insolvenz von Qimonda in 2009. Dadurch sind die Anpassungseffekte der Nachfrage durch einmalige Faktoren beeinflusst gewesen, die sich jedoch auch merklich auswirkten.

Ausweichmöglichkeiten bestehen für Unternehmen in einer Überwälzung der Energiepreise auf die Produktpreise. Diese Form ist momentan in Dresden beobachtbar. Ausweichmöglichkeiten bestehen darin, den Standort Dresden zu verlassen und Standorte mit attraktiveren Energiepreisen zu finden. Unterstellt wird, dass solche Exit-Optionen besonders für Großunternehmen mit geringeren versunkenen Kosten in Betracht kommen. Kleine und mittlere Unternehmen, die auch Dresdens Unternehmensstruktur prägen, werden diese Option angesichts der unterstellten Preissignale nicht wählen, da für eine Abwanderung ein zu geringer Anreiz aus den unterstellten Energiepreisentwicklungen ausgeht. Anpassungsmöglichkeiten für Unternehmen bestehen wiederum in der Umgestaltung ihrer Produktionsweisen, das könnte die Optimierung der Energieverbräuche mit Blick auf energieintensive Produktionen und die Einführung von Energieeinsparmaßnahmen (energetische Sanierungen, auch die Einbindung der Unternehmen in Selbstversorgungsgenossenschaften wäre ein Weg in diese Richtung) beinhalten.

Analog dazu gestalten sich die Ausweich- und Anpassungsmöglichkeiten der Dresdner Haushalte: Ein Ausweichen kann für die Haushalte auch in einem „Überwälzen" bestehen, was hier wiederum die Substitution anderer Konsumbestandteile infolge des Energieverbrauchs bzw. dessen Kosten bedeutet. Hieraus ergeben sich letztlich natürlich Nutzenverluste für die Haushalte. Unterstellt werden kann aber auch, dass Dresdner Haushalte kaum aufgrund des steigenden Energiepreises abwandern werden. Insofern bleibt nur eine Änderung der Konsumgewohnheiten, wenn die Wirkungen der Energiepreisentwicklung ausgeglichen werden sollen. Darüber hinaus bestehen Anpassungsmöglichkeiten, indem die Haushalte versuchen werden, ihren Energiekonsum, d. h. ihre Nachfrage durch Energieeinsparungen deutlich zu reduzieren. Durch die Entwicklungen der Energiepreise für Haushalte, die bis 2020 zu erwarten sind, werden sich im Referenzszenario so gut wie keine, im Hochpreisszenario schon deutlich höhere Anpassungsdynamiken einstellen. Insofern ist angesichts der nur relativ schwachen Energiepreisentwicklung davon auszugehen, dass die Haushalte kaum zu Energiesparmaßnahmen durch die Energiepreisentwicklungen angehalten werden. Wird das Hochpreisszenario betrachtet, ergibt sich ein deutlich höherer Druck. Während ein Ausweichen vor allem mit Kosten und Nutzenverlusten verbunden ist, folgen aus einem An-

[65] Definiert ist die Elastizität (η) wie folgt: $\eta < -1$: sehr elastisch, die Menge ändert sich überproportional aufgrund der einprozentigen Preisänderung. $\eta = -1$: Menge ändert sich proportional zur Preisänderung, das heißt, ein einprozentiger Preisanstieg bewirkt eine einprozentige Mengenabnahme. $-1 < \eta < 0$: unterproportionale Mengenanpassung, das heißt, die Nachfrage reagiert schwach auf die Preisänderung.

passungsverhalten (Investitionen in Effizienzmaßnahmen) zwar auch Kosten, aber auch eine Stabilisierung der individuellen Nutzung.

Im Bereich der Einfamilien- und Zweifamilienhäuser werden zunehmend Photovoltaikanlagen zur überwiegenden Eigenversorgung als Mittel der Stromkostenbegrenzung interessant. Die sog. Grid-Parity als der Punkt, an dem die Kosten für Solarstrom das Niveau des Haushaltstrompreises erreicht haben, wurde für Anlagen mit weniger 10 kW installierter Leistung bereits 2012 überschritten. Die Kostenvorteile für den selbsterzeugten und unmittelbar selbst verbrauchten Solarstrom werden zukünftig noch zunehmen. Bereits heute ist es ökonomisch sinnvoll, einen möglichst hohen Anteil des Solarstroms selbst zu verbrauchen, anstatt ihn für den niedrigeren EEG-Tarif ins Netz einzuspeisen. Batteriesysteme und thermische Nutzung im Heizungssystem sind Optionen, um den Selbstverbrauch weiter zu erhöhen. Die dafür erforderlichen zusätzlichen Investitionskosten lassen sich mit zunehmendem Kostenvorteil beim Eigenverbrauch in wenigen Jahren refinanzieren. Es ist absehbar, dass auch die thermische Nutzung von Solarstrom ökonomisch attraktiv wird. Das ist der Fall, sobald die möglichen Brennstoffeinsparungen beim Heizsystem über dem EEG-Einspeisetarif liegen. Diese Entwicklungen werden die dezentrale Errichtung von Photovoltaikanlagen im Gebäudebereich verstärken und sich zusätzlich nachfragedämpfend auf den Strom auswirken. Abhängig vom Einsatz der Batterie- und thermischen Speichertechnik lässt sich für die ca. 28.000 Ein- und Zweifamilienhäuser in Dresden (Stand 2005; siehe Tabelle 6-1) ein theoretisches Photovoltaik-Potenzial im Bereich von 56 MWp (2 kWp-Anlagen ohne Speicher) bis 196 MWp (7 kWp-Anlagen mit Batterie- und thermischem Speicher) ermitteln.

Mit Blick auf die Stabilisierung der individuellen Nutzung in der Bevölkerung, und damit letztlich im Sinne der sozialen Verträglichkeit, ist insbesondere das Verhalten der Unternehmen relevant. Da ihnen die Kostenüberwälzung auf die Konsumenten deutlich umfassender gelingen kann, können sie sowohl eine Kosten- als auch Nutzenstabilität längerfristig aufrechterhalten. Dies jedoch zu Lasten der Konsumentenrenten, da sie den Verbrauchern durch die Energiekostenüberwälzung eine Zusatzlast aufbürden, wodurch letztlich deren Nutzen abnimmt. Insofern ist es gerade bei den Unternehmen entscheidend, hinreichende Anreize für ein Anpassungsverhalten zu schaffen, so dass diese Investitionen in Energiesparmaßnahmen tätigen und ihre Energieverbräuche reduzieren.

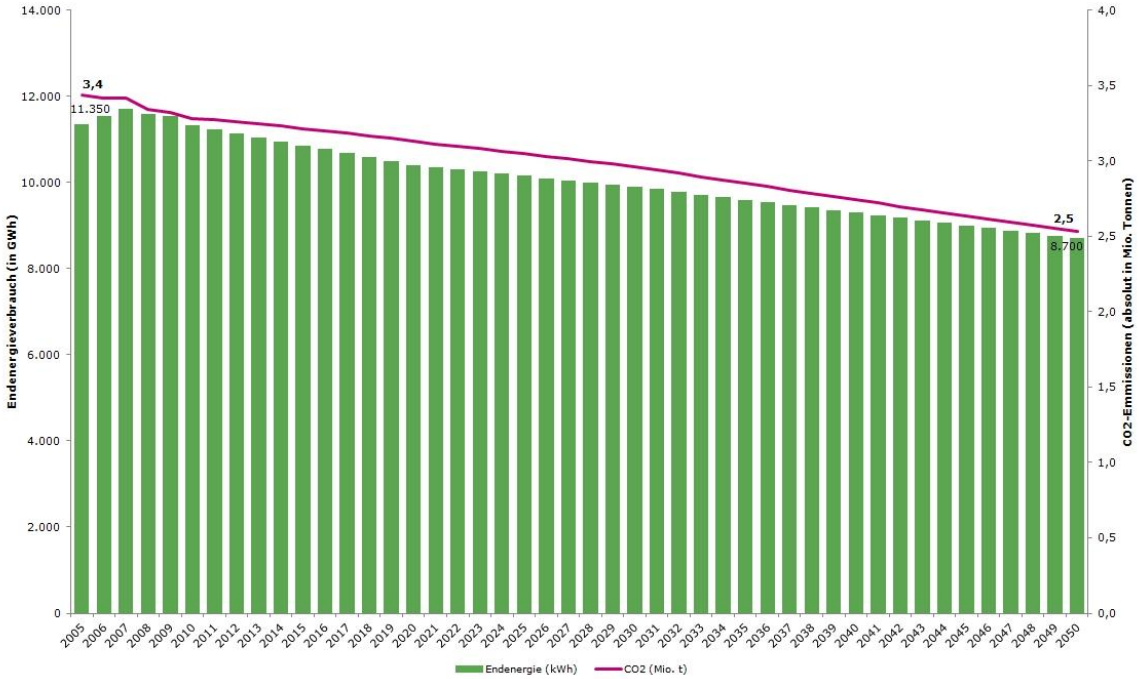
5.3.3 Erwartete Entwicklung der Energieverbräuche in Dresden

Ausgehend von der sozio-ökonomischen Entwicklung sowie der Prognose der Energiepreise kann ein **Trend-Szenario** erstellt werden, dass die **Entwicklungen der Energieverbräuche und der CO_2-Emissionen ohne kommunale Einflussnahme** darstellt. Es spiegelt somit den Verlauf wider, den es ohne zusätzliche klimawirksame und energiepolitische Maßnahmen auf kommunaler Ebene geben würde. Einkalkuliert sind hier bereits bestehende Maßnahmen der Stadt, wie zum Beispiel die Initiative „Ökoprofit".

Es wird davon ausgegangen, dass der Endenergieverbrauch in diesem Trend-Szenario bis 2030 auf 9,9 TWh sinkt. Dem liegen die Annahmen zugrunde, dass der Wärmebedarf der Bestandsgebäude durch eine Sanierungsquote von 0,5 Prozent pro Jahr reduziert wird, der Stromverbrauch durch Effizienzsteigerungen ebenfalls um 0,5 Prozent pro Jahr reduziert wird, gleichwohl es zu weiterem Wirtschaftswachstum und Bevölkerungszuwachs kommt, und die Energieversorgung durch den Austausch von alten Öl- und Gaskesseln verbessert wird. Grundlage für diese Annahmen sind die Energieszenarien der Bundesregierung (EWI/GWS/ Prognos, 2010), die für Dresden durch Wohnungseigentümer und Wohnungsgenossenschaften sowie durch die DREWAG verifiziert worden sind.
Wie in Kapitel 5.1.1 dargestellt, wird eine räumlich differenzierte Ab- bzw. Zunahme der Energieverbräuche erwartet. Es wird davon ausgegangen, dass die Stadtteile mit einer negativen Bevölkerungsentwicklung – Gorbitz, Prohlis, Südvorstadt – eine überdurchschnittliche Reduktion der Energieverbräuche verzeichnen werden. Die bevölkerungswachsenden Gebiete – Leipziger Vorstadt/Pieschen, Neustadt, Mickten/Kaditz/Trachau, Cotta/Löbtau/Naußlitz/Dölzschen – werden voraussichtlich eine unterdurchschnittliche Reduktion aufweisen.

Weiterhin wird erwartet, dass die CO_2-äq-Emissionen überproportional zur Reduktion der Energieverbräuche bis 2030 auf ca. 3 Millionen Tonnen CO_2 und bis 2050 auf ca. 2,5 Millionen Tonnen CO_2 sinken werden. Diese Entwicklung basiert auf der Annahme, dass der Anteil an erneuerbaren Energien auch ohne kommunale energiepolitische Maßnahmen weiter steigen wird. So wird angenommen, dass Solarthermie, Photovoltaik und der Einsatz von Wärmepumpen und Festbrennstoffkesseln auf Biomassebasis auch ohne kommunale Maßnahmen in gewissem Maße[66] zunehmen werden.

Abbildung 5—10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (gerundet, bis 2010 realer Verbrauch temperaturkorrigiert) und CO_2-äq-Emissionen im Trend-Szenario, Landeshauptstadt Dresden, 2005 - 2050



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt

5.3.4 Vorausschätzung der Energiekosten 2030

Die Entwicklung der Energiekosten ist ein entscheidendes Kriterium für die soziale Verträglichkeit der Energieversorgung. So erhöht sich mit einem weiteren Anstieg der Energiepreise, insbesondere für fossile Energie, der Druck, den zu erwartenden Kostensteigerungen mittels Energieeffizienzmaßnahmen auszuweichen. Klimaschutz erbringt in diesem Verständnis eine doppelte „Dividende": zum einen in ökologischer Hinsicht durch die Verminderung von CO_2-Emissionen, zum anderen in ökonomisch-sozialer Hinsicht durch eine Kostenentlastung und der damit verbundenen Möglichkeit, weiterhin erschwingliche Energie zu konsumieren.

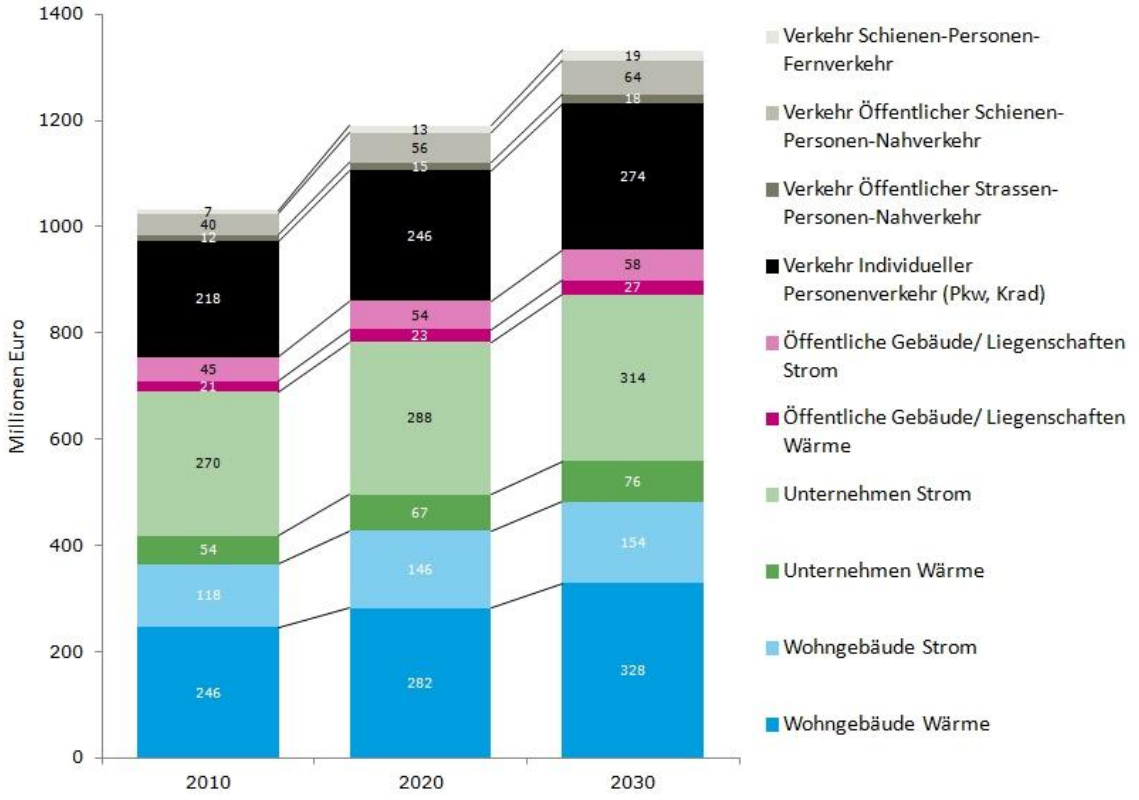
Ausgehend von den Energieverbräuchen im Jahr 2010 und den Prognosen für die Energieverbräuche in den Jahren 2020 und 2030 ergibt sich für die nächsten 20 Jahre für Dresden eine deutliche Zunahme der Energiekosten für Haushalte, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen. Die zugrunde gelegten Annahmen basieren auf einer Fortschreibung der aktuellen Situation und den zu erwartenden Maßnahmen für den Klimaschutz, die durch die Landeshauptstadt Dresden sowie auch auf Landes-, Bundes- oder EU-Ebene umgesetzt werden. Maßnahmen, die im Rahmen dieses Konzepts empfohlen werden, werden hier zunächst nicht berücksichtigt. Die Annahmen zu den Energiepreisentwicklungen im Referenzpreis-Szenario, die in Kapitel 5.3.2 skizziert werden, sind für die Kostendarstellung genutzt worden.

Die in nachstehender Abbildung dargestellte Energiekostenentwicklung reflektiert die zu erwartenden Energieeffizienzeffekte, die allein durch die bereits beschlossenen bzw. bereits realisierten und künftig unter den Annahmen des Trend-Szenarios zu realisierenden Maßnahmen erreicht

[66] Es wird eine Ausbaurate von 13 Prozent pro Jahr für Solarthermie, von 10 Prozent pro Jahr für Photovoltaik, von 4 Prozent pro Jahr für Festbrennstoffkessel und von 4 Prozent pro Jahr für Wärmepumpen angenommen.

werden können. Durch die zu erwartende demografische und ökonomische Entwicklung sowie durch die zu erwartenden Preisentwicklungen werden diese Kostenreduktionseffekte kompensiert – mit dem Ergebnis einer Zunahme der Energiekosten in sämtlichen Verbrauchssektoren. Um die Preisverträglichkeit der Energieversorgung auch zukünftig zu sichern, ist daher ein weitaus größeres Engagement durchaus angezeigt.

Abbildung 5—11: Vorausschätzung der Energiekosten gesamt nach Verbrauchssektoren (Trend-Szenario) Landeshauptstadt Dresden, 2010-2030 (in Mio. Euro)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA, Umweltamt.
Erläuterung: Dargestellt sind die Energiekosten auf Basis der Arbeitspreise. Für die Vorausschätzung der Energiekosten wurde angenommen, dass erhebliche Energieeffizienzsteigerungen innerhalb des Prognosezeitraumes zu erwarten sind. Dies führt zu einer Reduktion der Energieverbräuche, weshalb für die Energiekostenentwicklung nicht in den gleichen Raten wie die vorausgeschätzte Energiepreisentwicklung verläuft. Die Entwicklungsdynamik der Energiekosten ist folglich geringer als jene der Energiepreise.

Gemäß den genannten Erwartungen werden die Energiekosten der Dresdner **Haushalte** für Wärmeenergie und Stromverbrauch bis 2030 zunehmen. Ausgehend von 2010 werden die Ausgaben bis 2020 um 64 Millionen Euro auf rund 428 Millionen Euro und bis 2030 um weitere 54 Millionen Euro auf dann 482 Mio. Euro ansteigen. Im Jahr 2020 ist auf Basis der Bevölkerungsprognose bereits von jährlichen Pro-Kopf-Ausgaben für die in Haushalten konsumierte Energie in Höhe von 780 Euro auszugehen. Unter Einbeziehung der Annahmen zur Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße ergeben sich damit jährliche Energiekosten von 1.507 Euro je Haushalt. Dies sind 203 Euro mehr als noch im Jahr 2010. Ein durchschnittlicher Dresdner Haushalt wird 2020 rund 992 Euro für den jährlichen Wärmeverbrauch und 515 Euro für den Stromverbrauch zu entrichten haben.

Zehn Jahre später – im Jahr 2030 – ist mit jährlichen Pro-Kopf-Ausgaben für Wärme und Strom der Haushalte in Höhe von 863 Euro zu rechnen. Pro Haushalt werden sich die Energiekosten damit auf 1.693 Euro belaufen. Bei den Wärmekosten ist für einen durchschnittlichen Dresdner Haushalt von jährlich 1.147 Euro auszugehen, während sich die Stromkosten auf 536 Euro belaufen werden. Insgesamt bedeuten die Energiepreise pro Haushalt im Jahr 2030 eine Steigerung um 176 Euro gegenüber 2020 und sogar um 379 Euro gegenüber 2010.

Für die **Unternehmen** in Dresden werden die Energiekosten ebenfalls ansteigen, auch wenn Energieeffizienzmaßnahmen eingeleitet werden. Allerdings treten durch die zu erwartenden Preisentwicklungen sowie durch die Zunahme der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit kostenkompensatorische Effekte auf. Basierend auf den zu erwartenden Entwicklungen der Energiepreise, der Energieverbräuche und der wirtschaftlichen Situation ist für die Dresdner Unternehmen von einer Steigerung der Energiekosten von rund 55,6 Millionen Euro bis 2030 auszugehen.

Auch für die **öffentlichen Einrichtungen** sind steigende Energiekosten zu erwarten. Ausgehend von den im Jahr 2010 aufzuwendenden 65,7 Millionen Euro werden sich die Energiekosten auf 71,7 Millionen Euro im Jahr 2020 und auf 78,8 Millionen Euro im Jahr 2030 belaufen. In den nächsten 20 Jahren werden sich dabei die Kosten für Wärme um 7,7 Millionen Euro erhöhen. Im selben Zeitraum werden die Stromkosten um 5,4 Millionen Euro ansteigen.

Trotz der erwarteten Zunahme des Kraftstoffeinsatzes erneuerbarer Energien ist ein weiterer Anstieg der Energiekosten im **Verkehrssektor** nicht auszuschließen. Verursacht wird dieser Kostenanstieg durch die Pkw- und Kraftradnutzung im individuellen Personenkraftverkehr. Für den individuellen Personenkraftverkehr geht die Vorausschätzung von einer Steigerung der Energiekosten um ca. 50 Millionen Euro bis 2030 aus. Darüber hinaus werden auch die Energiekosten im öffentlichen Nahverkehr sowie im Schienenpersonenfernverkehr in den nächsten 20 Jahren weiter ansteigen.

5.4 Mögliche zukünftige Konkurrenzsituationen bei der lokalen Nutzung regenerativer Energiequellen

5.4.1 Konkurrenzsituation von nachwachsenden Rohstoffen und der regionalen Lebensmittelproduktion

Die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen für beispielsweise Pflanzen-Kraftstoffe ist weltweit im Aufwind. Als weltweit größte Produzenten gelten Brasilien, gefolgt von den USA. Auch in Europa wird der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen aktiv durch die Europäische Union in Form von Subventionen und Forschungsgeldern gefördert. Bis zum Jahr 2020 soll jeder Mitgliedstaat mindestens zehn Prozent seiner erneuerbaren Energien aus Biokraftstoffen beziehen. Laut der EU-Kommission haben Biokraftstoffe den Vorteil, den Treibhausgasausstoß zu reduzieren, neue Jobs und Absatzmärkte zu schaffen und die Abhängigkeit von Ölimporten zu verringern (Deutschlandfunk 2007).

Allerdings ist die Förderung von Biokraftstoffen auch kritisch zu betrachten[67]. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe zur energetischen Nutzung benötigt große Ackerflächen. Bei begrenzt zur Verfügung stehenden Nutzflächen, gerät der verstärkte Anbau nachwachsender Rohstoffe zur energetischen Nutzung in eine Konkurrenzsituation zur bisherigen Nutzung der Flächen. Dies bezieht sich weitestgehend auf die Nutzung zur Lebensmittelproduktion und zur Bewaldung. Eine Verdrängung der bisherigen Nutzung könnte somit einen Anstieg der Lebensmittelpreise sowie die vermehrte Abholzung von bewaldeten Flächen bewirken. Dies hat wiederum negative Effekte auf die CO_2-Bilanz. Zudem tritt durch den Anbau einiger nachwachsender Rohstoffe, wie zum Beispiel Raps, auch eine höhere Umweltbelastung auf, da sie mit einer höheren Bewirtschaftungsintensität angebaut werden (ITAS 2008).

In Deutschland wurden im Jahr 2008 mit insgesamt 1,6 Millionen Hektar 9,5 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen genutzt (Agentur für Erneuerbare Energien 2010: 37). Im Vergleich zum Jahr 1997 (400.000 Hektar) wurde der Anteil bis 2008 auf das Vierfache gesteigert. Bevor es zu einer Beeinträchtigung der Lebensmittelproduktion kommt, müssten nach Aussage des Sachverständigenrats für Umweltfragen drei bis vier Millionen Hektar Land für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden (SRU 2007: 2). Für die in die Herstellung von Biokraftstoffen involvierten Bauern hat die gestiegene

[67] Aktuell dazu u. a. die Empfehlungen der Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften zu Möglichkeiten und Grenzen der Bioenergie vom Juli 2012.

Verwendung von Biokraftstoffen positive und für Milch- und Viehbauern aufgrund gestiegener Futtermittelpreise negative Auswirkungen.

Hinsichtlich der Auswirkungen des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts auf die Landeshauptstadt Dresden wird diese Thematik regional betrachtet nicht verschärft. Die energetische Nutzung der Biomasse bezieht sich hauptsächlich auf lokale Abfallprodukte wie z. B. Altholz, Klärschlamm oder Bio- und Grünabfall. Des Weiteren wird die Nutzung von Festbrennstoffkesseln betrachtet, die Pellets oder Stückholz benutzen. Regionale Biomassepotenziale, welche im Effizienz-Szenario integriert sind, beziehen sich ebenfalls auf eine nachhaltige Forstwirtschaft sowie Abfallprodukte und zielen nicht auf den Anbau nachwachsender Rohstoffe zur energetischen Nutzung ab. Im Bereich der Verkehrsentwicklung wird kein Fokus auf die regionale Förderung von Biokraftstoffen gelegt, sondern stattdessen die Verringerung der Verkehrswege, der Ausbau der ÖPNV und der Ausbau der Radwege gefördert. Es wird angenommen, dass die Biokraftstoffverbrauchsentwicklung in Dresden hauptsächlich von der Bundespolitik beeinflusst wird und dem bundesdeutschen Trend folgt.

5.4.2 Nebenwirkungen und Konkurrenzsituationen bei einer Ausschöpfung der ermittelten theoretischen Potenziale in Bezug auf die Stadtökologie

Nicht nur mit der Energiegewinnung durch Biomasse, auch mit der Ausschöpfung theoretischer Potenziale lokaler erneuerbarer Energiequellen sind Auswirkungen auf die Stadtökologie verbunden. Die Energiegewinnung aus erneuerbaren Energiequellen ist im Vergleich zur Förderung fossiler Energie wesentlich flächenintensiver. Die Folge sind Flächenverbrauchs- und Nutzungskonflikte, insbesondere in den Städten, die durch eine hohe Einwohnerdichte und eine hohe Flächenversiegelung gekennzeichnet sind. Die umfassende Nutzung von z. B. Photovoltaik- oder Windenergieanlagen innerhalb der Stadt würde eine zusätzliche Beanspruchung des vorhandenen Flächenpotenzials bewirken.
Dies hat Konsequenzen auf die Flächennutzung, da es zu Nutzungskonflikten und zur Beanspruchung von Lebensräumen zum Zweck der Energieerzeugung führt. Zudem würden großflächige Photovoltaik- oder Windenergieanlagen eine Veränderung des Landschafts- bzw. des Stadtbildes bewirken. In naturbelassenen Gebieten, wie der Dresdner Heide, kann ein großflächiger Einsatz von Windenergieanlagen auch Störungen der Lebensräume von Tieren sowie die Gefahr von Kollisionen mit sich bringen.[68] Neben den durch Ausschöpfung der Potenziale erneuerbarer Energiequellen hervorgerufenen Flächenkonkurrenzen sind weitere, vor allem naturräumliche Auswirkungen u. a. auf Fauna und Flora, Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes, Zerschneidungswirkungen und Lärmemissionen zu erwarten.[69]

Eine großflächige Nutzung der Solarthermie, wie sie im „Fernwärme-Szenario Kopenhagen" (siehe Kapitel 6.3.1) enthalten ist, kann aufgrund einer starken Beschattung des Bodens und einer veränderten Lichtreflexion ebenfalls Veränderungen hervorrufen. Aufsteigende Warmluft und eine sich daraus ergebende Erwärmung der näheren Umgebung können ebenfalls Nebenwirkungen einer großflächigen solarthermischen Anlage sein. In Städten wie Dresden steigt somit die Gefahr einer Verschärfung des „Urban Heat Island"-Effekts (Wärmeinsel-Effekt), d. h. der städtischen Temperaturdifferenz zum Umland.[70] Um das gesamte Potenzial der Solarenergie in Dresden auszuschöpfen, müssten alle geeigneten Dachflächen mit Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen versehen werden. Dabei kann die Sonneneinstrahlung, zum Beispiel durch eine Verschattung von Bäumen, beeinträchtigt werden. Um das maximale Solarpotenzial auszunutzen, müssten alle Bäume gestutzt werden. Hier besteht eine Flächenkonkurrenz, die sich im Sinne der Bürger und des Erhalts einer urbanen Lebensqualität nur auflösen lässt, indem auf maximale Potenzialausschöpfung verzichtet wird.
Die Nutzung der Geothermie kann sich durch innerstädtische Erdbohrungen, in Form von Gefährdungen von Boden und Grundwasser, negativ auf die Stadtökologie auswirken. Risiken wie die Erwärmung, Abkühlung und Verunreinigung des Grundwassers sind dabei zu beachten. Diese

[68] Vgl. Bundesamt für Naturschutz; Bosch & Partner GmbH (2010): Planerische Steuerung der Nutzung Erneuerbarer Energien - Möglichkeiten und Grenzen. S. 3.
[69] Vgl. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). [www.bbsr.bund.de/nn_1052174/BBSR/DE/Raumbeobachtung/AktuelleErgebnisse/2012/Erneuerbare/EE__im__Raum.html, Abruf: 11.05.2012].
[70] Vgl. Herden, Christoph; Rassmus, Jörg; Gharadjedaghi, Bahram (2006): Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen, S. 23-28. [www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript247.pdf, Abruf: 11.05.2012].

Risiken können jedoch bei sachgerechter Errichtung von Geothermie-Anlagen auf ein Minimum reduziert werden.

Es wird deutlich, dass ein mögliches Konfliktpotenzial darin besteht, den Flächenanspruch durch Ausschöpfung der Potenziale lokaler erneuerbarer Energien, wie Windenergieanlagen, Erdbohrungen oder Solaranlagen, mit dem Naturschutz in Einklang zu bringen. Darüber hinaus ist der soziale Aspekt nicht zu vernachlässigen. Dieser entsteht mit der durch den Einsatz von großen Windenergieanlagen in städtischen Gebieten möglichen Einschränkungen der Aufenthaltsqualität in der freien Landschaft. Eine integrierte Planung ist daher wesentlich, um nachhaltige Lösungen zu erreichen. Dies wurde bei der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden berücksichtigt.

6. THEMENFELDER IM FOKUS – BESTAND & PERSPEKTIVEN

Auf Grundlage der Bestandsaufnahme erfolgt an dieser Stelle die Analyse und Darstellung der Potenziale sowie die Entwicklung von Szenarien und konkreten Maßnahmen. Das Ausschöpfen der bestehenden Potenziale und die Umsetzung der definierten Maßnahmen in den energetischen Aktionsfeldern gewährleistet die Erreichbarkeit der spezifischen Ziele des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden und damit letztendlich die Erreichbarkeit des Leitziels, „Dresden auf den Weg zu höchster Energieeffizienz" zu führen.

Die Potenzialanalyse und Maßnahmenentwicklung je Themenfeld ist entlang einer „Trias energetica" strukturiert. Diese dreistufige Struktur folgt dem Ansatz, dass eine Reduktion des Energieverbrauchs (Stufe 1) die Grundvoraussetzung einer nachhaltigen, also auch energie- und kosteneffizienten, und damit letztlich auch sozialverträglichen Energieversorgung ist. Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels sollten technischer und sozialer Natur sein, d. h. konkrete technische Reduktionsmöglichkeiten sollten durch begleitende nicht-technische Förderinstrumente unterstützt werden.

Der verringerte Verbrauch ist dann soweit wie möglich durch eine hochgradig energie- und kosteneffiziente Bereitstellung fossiler Energien (Stufe 2) und den Einsatz erneuerbarer Energien (Stufe 3 abzudecken. Die Stufen 2 und 3 beinhalten folglich Vorschläge, wie der reduzierte Verbrauch auf Erzeugungsseite gedeckt werden kann. Insbesondere auf dritter Stufe sollten dezentrale und zentrale Nutzungslösungen berücksichtigt werden.

Abbildung 6—1: Trias energetica der spezifischen Ziele des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden

Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt

Im Folgenden werden je energetischem Aktionsfeld (spezifischem Ziel) die Rahmenbedingungen und die Ist-Situation vorangestellt. Für alle Potenziale wird die Betrachtung aus theoretischen sowie aus realisierbaren Gesichtspunkten durchgeführt. Das theoretische Potenzial spiegelt dabei die Verbesserungsmöglichkeiten wider, die mit Hilfe aktueller Technologien und intelligentem Nutzerverhalten möglich wären.
Aus dem Potenzial werden jeweils drei Szenarien, ein Trend-, ein Aktions- und ein Effizienz-Szenario abgeleitet. Diese beinhalten mögliche Energieverbrauchsreduktionspfade und CO_2-Emissionseinsparungseffekte. Das **Trend-Szenario** spiegelt die Entwicklung ohne zusätzliche klimapolitische Maßnahmen auf kommunaler Ebene wider und spannt zusammen mit dem Effizienz-Szenario einen Entwicklungskorridor auf.
Das **Aktion-Szenario** geht von einer Umsetzung mittlerer Intensität zusätzlicher Maßnahmen, das **Effizienz-Szenario** hingegen von einer Umsetzung hoher Intensität zusätzlicher Maßnahmen und einem weitgehend koordinierten Zusammenwirken aller Akteure aus. Die einzelnen Intensitäten sind in den folgenden thematischen Unterkapiteln dargestellt.

Im Anschluss werden Maßnahmen und begleitende Förderinstrumente vorgeschlagen, die die Umsetzung der Ziele ermöglichen sollen. Anschließend wird dargestellt, welche Effekte die jeweiligen Maßnahmen haben könnten. Es erfolgt eine Zusammenstellung auf Maßnahmen- und auf Szenario-Ebene, in der auch die Ersparnisse hinsichtlich der Energiekosten reflektiert werden, die sich gegenüber der Referenzsituation (Trend-Szenario) ergeben. Über die thematischen Analysen hinaus wird eine Reihe übergeordneter Maßnahmen vorgeschlagen, insb. in den Bereichen Raum- und Verkehrsplanung. Beispielhaft angewandt werden die Maßnahmen in Kapitel 6.6 auf die Modellstadtteile Friedrichstadt und die Leipziger Vorstadt.

6.1 Aktionsfeld „Energieverbrauch reduzieren"

6.1.1 Reduktion des Wärmeverbrauchs im Gebäudebestand

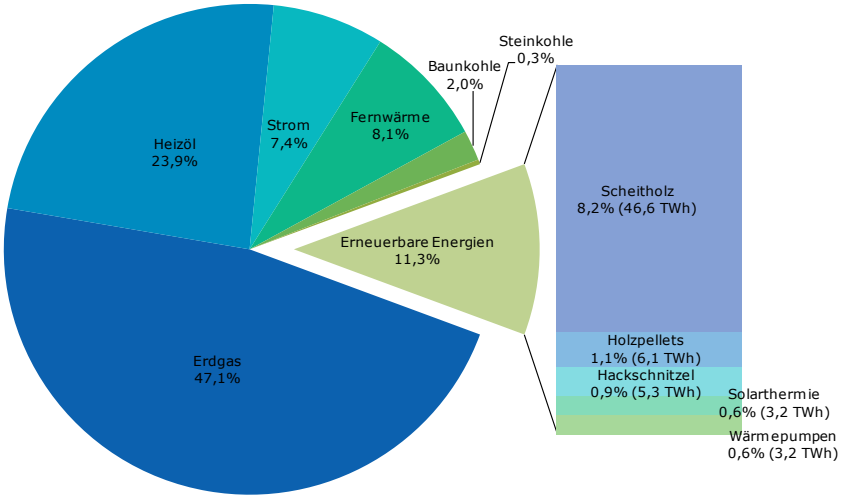
6.1.1.1 Wärmeverbrauch in Deutschland

Auf den Wärmeverbrauch entfallen etwa 50 Prozent des bundesweiten Energieverbrauchs. Bei den privaten Haushalten fällt der Energieverbrauch für die Gebäudeheizung noch stärker ins Gewicht. In einem Wohngebäude entfallen mehr als 80 Prozent auf Heizung und Warmwasser.

Der Wärmeverbrauch wird durch den Warmwasserverbrauch und über die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste der Gebäudehülle sowie durch den Stand der Technik der wärmeerzeugenden Anlagen und deren Verteil- und Speicherverlusten bestimmt. In Deutschland sind nur etwa 12 Prozent der Heizungen auf dem aktuellen Stand der Technik. Die Erneuerung des Heizungsbestandes zusammen mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien bietet somit ein großes Potenzial im Klimaschutz. Dank weitreichender Fördermaßnahmen zur energetischen Sanierung und Energieeffizienz (KfW 2012) ist seit 1997 der Energieverbrauch im Gebäudebestand trotz wachsender Wohnfläche gesunken. So hat sich im Vergleich zu 1990 die Energieeffizienz im Gebäudebestand um 15 Prozent verbessert (BMVBS 2007).

Pro Jahr beträgt die Quote der energetisch vollständig sanierten Gebäude, die zwischen 1900 und 1979 erbaut worden sind, 2,2 Prozent. Dies entspricht einem absoluten Wert von 230.000 Gebäuden deutschlandweit. Trotz der erreichten Erfolge sind bisher allerdings weniger als 30 Prozent aller möglichen energetischen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt worden. Entsprechend groß ist das verbleibende Verbesserungspotenzial (BMVBS 2007). Der Ausbau der Wärmeversorgung durch erneuerbare Energieschützt Verbraucher zudem vor schnell steigenden Öl- und Gaspreisen. Der Wärmeverbrauch in Deutschland wird zu 90 Prozent aus fossiler Energie abgedeckt, mit einem Anteil von 10 Prozent ist die erneuerbare Wärmeenergieversorgung erst zu einem geringen Teil erschlossen.

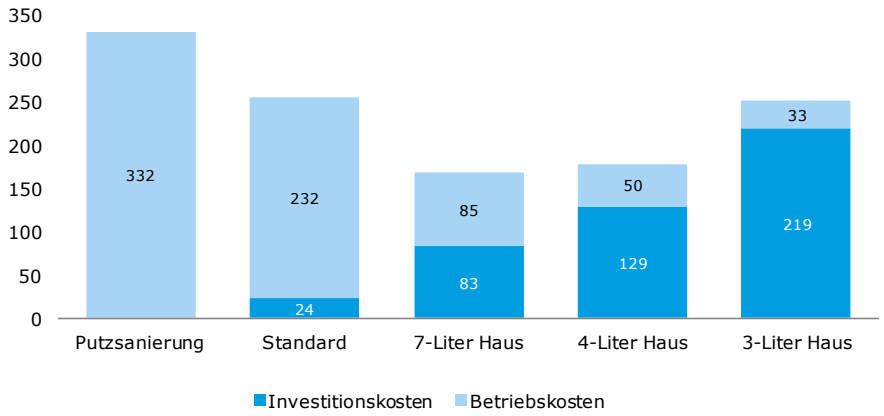
Abbildung 6—2: Anteil der Wärmeenergieträger am Wärmeverbrauch in privaten Haushalten in Deutschland, 2009



Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2011. Eigene Darstellung Ramboll-KEEA

Gebäude können in unterschiedlicher Tiefe energetisch saniert werden. Neben den gebäudespezifischen Charakteristika beeinflussen die durchgeführten Maßnahmen die Investitionskosten und somit die Wirtschaftlichkeit der Sanierung. Die folgende Abbildung zeigt die energetischen Gesamtkosten für verschiedene Sanierungsstufen: Putzsanierung, Standard, 7-Liter-, 4-Liter- und 3-Liter-Haus. Die Kosten sind unterteilt in Investitionskosten, die zur energetischen Sanierung notwendig sind, sowie energetische Betriebskosten für Heizung und Warmwasser. Es ist ersichtlich, dass mit steigender Sanierungstiefe die Investitionskosten zunehmen und die Betriebskosten abnehmen. Ausgehend von einem Betrachtungszeitraum von 25 Jahren, einem Kalkulationszinsfuß von fünf Prozent und einem Wärmepreis von 5 ct/kWh ist die optimale Sanierungstiefe aus Gesamtkostensicht das 7-Liter-Haus mit 168.000 Euro, eng gefolgt vom 4-Liter-Haus mit 179. 000 Euro (IWU 2006).

Abbildung 6—3: Gesamtkostenbetrachtung der Sanierungsmöglichkeiten (in 1.000 Euro)



Quelle: IWU (2006)

Das 7-Liter-Haus ist auf einen Endenergiebedarf von 70 kWh/m² Wohnfläche ausgelegt. Vorgesehene Sanierungsmaßnahmen dafür sind die Dämmung der Außenwand mit einem 20-cm-Wärmedämmverbundsystem (λ = 0,035 W/(mK)), einer 14-cm-Dämmung zwischen den Sparren (λ = 0,035 W/(mK)), einer 8-cm-Kellerdeckendämmung (λ = 0,035 W/(mK)), der Austausch der Isolierverglasung mit Uw = 2,8 W/(m²K) gegen eine gute Wärmeschutzverglasung mit Uw= 1,1 W/(m²K) sowie der Einbau einer Abluftanlage mit dezentralen Zuluftöffnungen und einem zentralen Abluftventilator (IWU 2006).

6.1.1.2 Bestand in Dresden

Der **Sanierungsstand** der Gebäude in Dresden ist ein wesentlicher Erhebungspunkt, der in den folgenden Analysen Aufschluss über die energetischen Einsparpotenziale im Wärmebereich der Gebäude geben kann.

Als Anhaltspunkt für die Sanierungsstände in Dresden werden bundesweite Erhebungen zugrunde gelegt und an Dresden angepasst. In Deutschland beträgt die jährliche Quote der energetisch vollständig sanierten Gebäude, die zwischen 1900 und 1979 erbaut worden sind, 2,2 Prozent. Kumuliert sind bisher weniger als 30 Prozent aller möglichen energetischen Sanierungsmaßnahmen in Deutschland durchgeführt worden (BMVBS 2007).
In Dresden wird davon ausgegangen, dass aufgrund der weitreichenden Aufwertungsmaßnahmen nach der Wiedervereinigung die Sanierungsquote über dem Bundesdurchschnitt liegt. Laut einer Bürgerumfrage der Landeshauptstadt Dresden kann von einem Sanierungsstand im Wohngebäudebestand von 50 Prozent für Ein- und Zweifamilienhäuser (E/ZFH) und von 80 Prozent für Mehrfamilienhäuser (MFH) ausgegangen werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass sich diese hohen Sanierungsstände nur auf eine mäßige Sanierungstiefe beziehen und nicht das energetische Optimum erreichen.

Die Ein- und Zweifamilienhäuser sind durchschnittlich von einem **Heizwärmebedarf** von 207 kWh/m²a (bezogen auf die Wohnfläche) auf ein Niveau von 123 kWh/m²a saniert worden. Dazu kommen die Verluste in der Wärmeverteilung von 21 kWh/m²a (unsaniert) bzw. 11 kWh/m²a (saniert).
Bei Mehrfamilienhäusern ist eine durchschnittliche Verbesserung von 138 kWh/m²a Wohnfläche auf 86 kWh/m²a Wohnfläche angenommen (Heizwärmebedarf), mit Verlusten in der Wärmeverteilung in Höhe von 15 kWh/m²a (unsaniert) bzw. 8 kWh/m²a (saniert).

Tabelle 6-1: Heizwärmebedarf Wohngebäude, Bestand, Landeshauptstadt Dresden 2005[71]

Heizwärmebedarf der Wohngebäude	Ein-/Zweifamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Summe
Anzahl	28.171	26.609	54.780
Wohnfläche [m²]	3.334.093	15.677.582	19.011.675
Sanierungsgrad	50%	80%	
Heizwärmebedarf unsaniert [kWh/m²a]	207	138	
Verluste Wärmeverteilung unsaniert [kWh/m²a]	21	15	
Heizwärmebedarf unsaniert [GWh/a]	**381**	**480**	**861**
Heizwärmebedarf saniert [kWh/m²a]	123	86	
Verluste Wärmeverteilung saniert [kWh/m²a]	11	8	
Heizwärmebedarf saniert [GWh/a]	**224**	**1.170**	**1.394**
Heizwärmebedarf gesamt [GWh/a]	**605**	**1.650**	**2.255**
Durchschnitt			**118 kWh/m²a**

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Aufsummiert ergibt sich für die Wohngebäude im Bestand ein jährlicher Heizwärmebedarf von 2.255 GWh, davon entfallen 605 GWh auf Ein- und Zweifamilienhäuser und 1.650 GWh auf Mehrfamilienhäuser. Eine Übersicht der Sanierungsstände und sich daraus ergebenen Heizwärmebedarfe bietet die obige Tabelle.

Für die **Nicht-Wohngebäude** konnten keine Daten zum Sanierungsstand erhoben werden. Hier wird der bundesdeutsche Trend zugrunde gelegt und ein Sanierungsstand von 30 Prozent angenommen. Dies kann durch die Datenbank „Heizatlas" plausibilisiert werden, in der durchschnittliche Sanierungswerte regional differenziert aufgelistet sind. Anhand der für Dresden vorgegebe-

[71] Die Anzahl der Gebäude in der Abschätzung des Wärmebedarfs beziehen sich auf das Basisjahr 2005 und weicht um 2,8 Prozent vom Gebäudestand 2010 ab.

nen Werte in der Datenbank ergibt sich ein durchschnittlicher Sanierungsstand aller Gebäude von 36 Prozent (Heizatlas, 2011). Bezogen auf die Fläche der Nicht-Wohngebäude in Dresden, 760 ha, und ausgehend von einem durchschnittlichen Heizwärmekennwert von 180 kWh/m²a ergibt sich ein absoluter Heizwärmebedarf von 1.369 GWh/a.

Beim Warmwasserverbrauch von **Wohngebäuden** kann in der Landeshauptstadt Dresden von einem gleichen Sanierungsstand wie beim Heizwärmebedarf ausgegangen werden. So sind für Ein- und Zweifamilienhäuser (E/ZFH) 50 Prozent anzunehmen und für Mehrfamilienhäuser (MFH) 80 Prozent. Pro Quadratmeter und Jahr wird von einem Warmwasserbedarf von 12,5 kWh gemäß der Energieeinsparverordnung ausgegangen (EnEV 2009). Diese Annahme gilt sowohl für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie für Mehrfamilienhäuser. In Bezug auf Sanierungsstand, Speicher- und Verteilverluste wird allerdings zwischen den verschiedenen Häusertypen unterschieden.

Für Wohngebäude wurden in der Landeshauptstadt Dresden im Jahr 2005 483 GWh pro Jahr an Energie für die Bereitstellung von Warmwasser benötigt. Davon entfielen 121 GWh pro Jahr auf Ein- und Zweifamilienhäuser und 362 GWh pro Jahr auf Mehrfamilienhäuser.
Diese Zahlen setzen sich wie folgt zusammen: Der Warmwasserbedarf für E/ZFH betrug ohne Wärmeverluste 41,7 GWh pro Jahr und für MFH 196 GWh pro Jahr. Bei unsanierten E/ZFH addierte sich noch ein Wärmeverlust von 56 GWh hinzu, der bei sanierten E/ZFH 23 GWh betrug. Diese Verluste setzten sich jeweils aus Speicher- und Verteilverlusten zusammen. Bei MFH kamen Wärmeverluste in Höhe von 71 GWh bei unsanierten und bei sanierten MFH in Höhe von 95 GWh hinzu. Für Nicht-Wohngebäude wird kein Warmwasserbedarf angenommen, da dieser je nach Nutzung des Gebäudes stark variiert und im Durchschnitt nur einen geringen Anteil am gesamten Warmwasserbedarf ausmacht (GRE 2005).

Tabelle 6-2: Warmwasserbedarf der Wohngebäude, Bestand (2005), Dresden

Warmwasserbedarf der Wohngebäude	Ein-/Zwei-familienhäuser	Mehrfamilien-häuser	Summe
Warmwasserbedarf [GWh/a]	**41,7**	**196,0**	**237,7**
Verteilverluste unsaniert [kWh/m²a]	25	19	
Speicherverluste unsaniert [kWh/m²a]	9	4	
Wärmeverlust unsaniert [GWh/a]	**56,3**	**70,9**	**127,2**
Verteilverluste saniert [kWh/m²a]	10	6	
Speicherverluste saniert [kWh/m²a]	4	1	
Wärmeverluste saniert [GWh/a]	**23,0**	**95,3**	**118,3**
Summe [GWh/a]	**121,0**	**362,2**	**483,2**

Quelle: IWU und EnEV 2009, eigene Berechnung Rambøll-KEEA

6.1.1.3 Potenzial

Ausgehend von der Bestandsanalyse der Gebäude, werden im Folgenden das Sanierungspotenzial und die daraus folgenden Energieeinsparungen abgeschätzt. Dazu sind die grundsätzlichen Trends in der Siedlungsstruktur, die gegenwärtigen Sanierungsstände sowie die wirtschaftliche Sanierungstiefe ausschlaggebend.

Die **Sanierungsstände** in Dresden sind bei 50 Prozent für Ein- und Zweifamilienhäuser und bei 80 Prozent für Mehrfamilienhäuser angesetzt. Daraus resultiert ein Heizwärmebedarf bei Wohngebäuden von 605 GWh für Ein- und Zweifamilienhäuser und von 1.650 GWh für Mehrfamilienhäuser.
Je nach Sanierungsstandard und entsprechendem Investitionseinsatz kann dieser Heizwärmebedarf reduziert werden. Für einen Standard nach EnEV 2009 ergäbe dies ein Reduktionspotenzial von 15 Prozent, für den Standard 7-Liter-Haus 39 Prozent, für den Standard 5-Liter-Haus 55 Prozent, für einen Niedrigenergiehaus-Standard 66 Prozent und für einen Passivhaus-Standard 87 Prozent.

Tabelle 6-3: Reduktionspotenzial der Heizwärme bei Wohngebäuden, Landeshauptstadt Dresden (in GWh/a)

Heizwärmebedarf	Ein-/Zwei-familienhaus	Mehr-familienhaus	Summe	Reduktions-potenzial
IST-Zustand, Ø 118 kWh/m²a	605	1.650	2.255	-
Neubau nach EnEV 2009 A) 111 kWh/m² für E/ZFH B) 63 kWh/m²a für MFH	448	1.460	1.908	15
7-Liter-Haus, 70 kWh/m²a			1.372	39
5-Liter-Haus, 52 kWh/m²a			1.012	55
Niedrigenergiehaus-Standard, 40 kWh/m²a	133	627	760	66
Passivhaus-Standard, 15 kWh/m²a	50	235	285	87

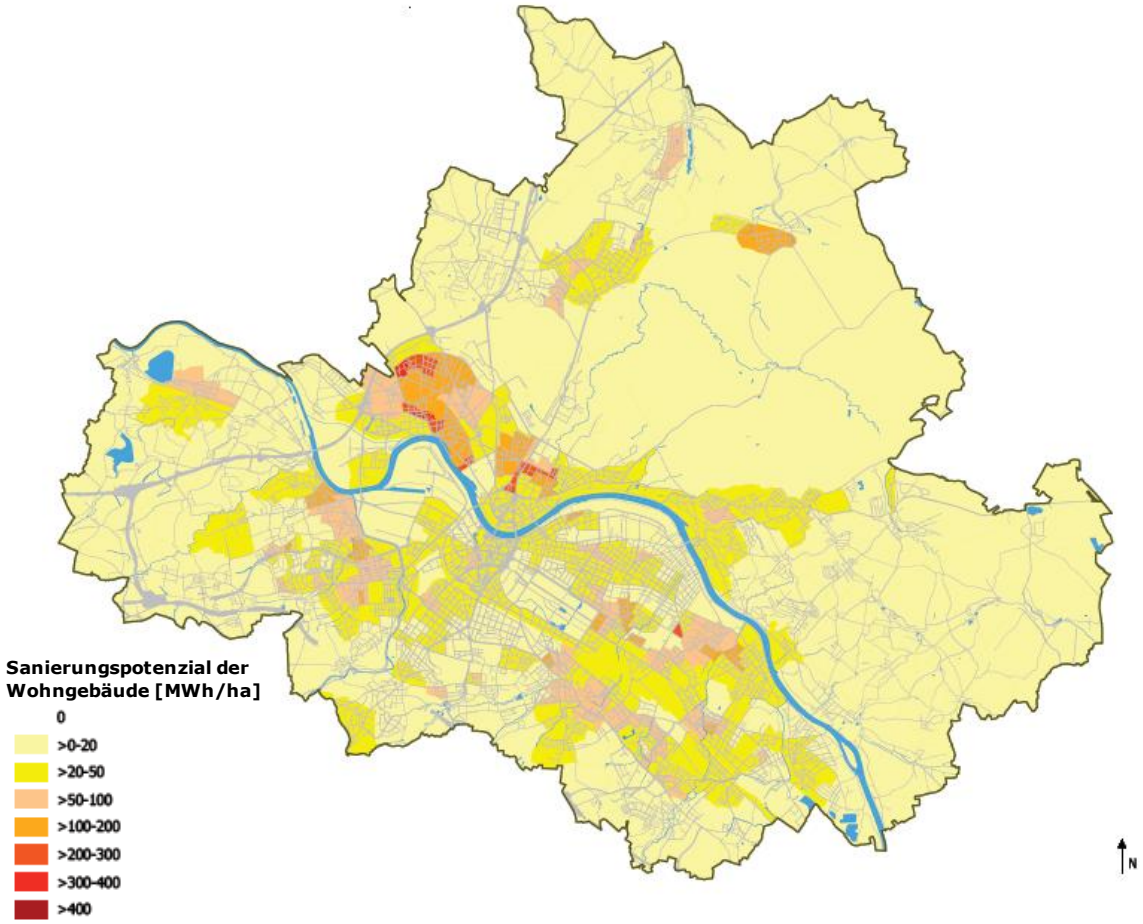
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011c, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Das theoretische Potenzial, das durch Gebäudesanierungen erreicht werden könnte, läge bei 87 Prozent des Heizwärmebedarfs von 2005, das sind 1.962 GWh pro Jahr. Dieses theoretische Potenzial ist allerdings mit sehr hohen Investitionskosten verbunden und wirtschaftlich daher nicht sinnvoll umsetzbar. Das wirtschaftliche Sanierungsoptimum im Gebäudebestand ist zwischen einem 4-Liter- und einem 7-Liter-Haus anzusetzen (IWU 2006; McKinsey 2007). Innerhalb dieser Bandbreite hängt der optimale Sanierungspunkt vor allem von den Gebäudespezifika, d. h. Typologie sowie Baujahr, ab. Laut IWU sind Gebäude aus dem Zeitraum von 1968 bis 1978 im Vergleich zu Bauten aus den Jahren 1948 bis 1968 auf ein niedriges energetisches Niveau von ca. 50 kWh/m²a wirtschaftlich zu sanieren. In Dresden sind ca. 18 Prozent des Gebäudebestands in dieser Zeit erbaut worden, hauptsächlich als Wohnblöcke. Basierend auf dieser Spezifik, wird der **wirtschaftliche Sanierungsstandard für Dresden** auf durchschnittlich **52 kWh/m²a** angesetzt. Basierend auf diesem durchschnittlichen Heizwärmebedarf (987 GWh/a) entspricht das realisierbare Potenzial der Energieeinsparung 56 Prozent bzw. 1.268 GWh pro Jahr.

Für Nicht-Wohngebäude sind entsprechend des Bundestrends 30 Prozent als saniert angesetzt, was einen Heizwärmebedarf von 1.369 GWh pro Jahr ergibt. Der durchschnittliche Heizkennwert beträgt 180 kWh/m²a Wohnfläche. Überträgt man die theoretische Potenzialbetrachtung einer Passivhaussanierung auf die von Nicht-Wohngebäuden, ergeben sich theoretische Einspareffekte von 1.254 GWh pro Jahr. Realistisch betrachtet wird eine geringere Sanierungstiefe angenommen. Ausgehend von dem, im Vergleich zu Wohngebäuden, höheren Heizwärmebedarf, wird auch der realisierbare Sanierungsstandard höher angesetzt. Aufgrund fehlender spezifischer Daten für Nicht-Wohngebäude wird hier der EnEV-Standard als Ansatzpunkt für das realisierbare Potenzial angenommen. In Abstimmung mit der Landeshauptstadt Dresden wird der mögliche Sanierungsstandard auf 85,5 kWh/m² pro Jahr angenommen. Basierend auf diesem potentiellen durchschnittlichen Heizwärmebedarf (650 GWh), entspricht das realisierbare Potenzial der Energieeinsparung 52 Prozent oder 718 GWh pro Jahr. Allerdings ist hier zu berücksichtigen, dass das Potenzial eine größere Fläche umfasst, da der Sanierungsstand geringer ist als im Wohngebäudebestand. Dies wird in der folgenden Szenarienentwicklung berücksichtigt.

Betrachtet man diese Potenziale für den Dresdner Wohngebäudebestand räumlich differenziert, ergibt sich folgendes Bild:

Abbildung 6—4: Sanierungspotenzial im Wohngebäudebestand räumlich differenziert, Landeshauptstadt Dresden, 2011 (in MWh/ha)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Die Abbildung zeigt die Sanierungspotenziale für Dresden. Hierzu wurden die Sanierungsraten einzelner Stadtteile mit den jeweiligen Gebäudetypologien verschnitten. Das größte Sanierungspotenzial, das heißt im Bereich von 300 bis 400 MWh pro Hektar pro Jahr, befindet sich demnach in Pieschen und Trachenberge sowie in der äußeren Neustadt. Weitere Potenziale bestehen in Seidnitz und Dobritz, in Strehlen, Reick und Prohlis sowie in Cotta und Löbtau. Eine genaue Prüfung der Gebäude im Einzelfall, auch im Hinblick auf Denkmalschutz oder andere individuelle Spezifika muss bei der konkreten Umsetzung berücksichtigt werden. Der Aspekt des Denkmalschutzes wird im folgenden Kasten näher beleuchtet.

Unter Berücksichtigung der erwarteten zukünftigen Bevölkerungsentwicklung zeigen insbesondere die Stadtteile einen hohen Handlungsbedarf, in denen ein positiver Bevölkerungstrend zu verzeichnen ist und in denen großes Sanierungspotenzial besteht. Hier trifft ein steigender Energiebedarf auf Gebiete mit energetischem Handlungsspielraum. Dies sind vor allem Pieschen und die Neustadt, aber auch Cotta und Löbtau.

SANIERUNG IM DENKMALSCHUTZ

Zweck des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege ist es, den Bestand eines geschützten Bauwerks als Sinn stiftendes historisches Dokument zu erhalten. Aus diesem Grund sollten denkmalpflegerisch wichtige Merkmale eines Gebäudes oder eines Ensembles grundsätzlich nur wenig oder gar nicht verändert werden (SMI 2011). Denkmale, Altbauten, historische Stadtkerne und Stadtquartiere von baukulturellem Rang geben einer Stadt ein unverwechselbares Gesicht. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bei Baudenkmalen können in unterschiedlicher Form erfolgen: Dämmung der Gebäudehülle, einzelner Bauteile oder des Dachs. Zur Verringerung von Transmissionswärmeverlusten ist die Instandhaltung der originalen Fenster und Türen, der Einbau einer Wärmeschutzverglasung oder eines zusätzlichen Kastenfensters - oder der komplette Austausch der Fenster und Türen denkbar. Auch finden Formen erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Photovoltaik, Erdwärme oder Außenluftwärmeübertragender Anwendung. Darüber hinaus können anlagetechnische Maßnahmen, wie der Einbau moderner Heizungsanlagen und Lüftungsanlagen, zu höherer Energieeffizienz beitragen (SMI 2011).

Um das Ziel des Denkmalschutzes zur erreichen, unterliegt die energetische Sanierung denkmalgeschützter Gebäude vielfältigen Auflagen und Genehmigungspflichten der Denkmalbehörde. Im Sächsischen Denkmalschutzgesetz heißt es, dass ein Denkmal nur mit Genehmigung „in seinem Erscheinungsbild oder seiner Substanz verändert oder beeinträchtigt werden" (SächsDSchG: §12, Abs. 1) darf. Darunter fallen auch Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung, da sie mit baulichen Veränderungen am Gebäude verbunden sind (SMI 2011). Genannte Auflagen stellen die energetische Denkmalsanierung damit vor besondere Herausforderungen und verlangen vor allem individuelle Prüfungen und Lösungen. Besonders Türen und Fenster stellen häufig einen Zielkonflikt zwischen energetischer Sanierung und Vorgaben vom Denkmalamt dar.

Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz werden dadurch aufwändiger und teurer. Deshalb hat die KfW ein Förderprogramm aufgelegt, das die energetische Sanierung von Baudenkmälern (Denkmalliste oder per Gesetz) und besonders erhaltenswerter Gebäude (Einstufung der Kommunen) unterstützen soll, wobei sowohl die Komplettsanierung zum „KfW-Effizienzhaus"-Denkmal aber auch Einzelmaßnahmen gefördert werden.
Auch die energetische Stadtsanierung wird bei der KfW in Kooperation mit dem BMVBS unterstützt. Der Sanierungsprozess muss über die Betrachtung des Einzelgebäudes hinaus auf eine breite städtebauliche Basis gestellt werden. Gebäude, Quartiere und Stadtteile sowie vorhandene Infrastrukturnetze müssen im Zusammenhang betrachtet werden, um die jeweils unterschiedlichen Potenziale zur energetischen Sanierung zu nutzen und die Maßnahmen sinnvoll miteinander zu verknüpfen. Zielgruppe sind an dieser Stelle nicht nur Kommunen, sondern auch Wohnungsgesellschaften, Wohnungseigentümer oder Eigentümerstandortgemeinschaften. Das Programm dient insbesondere der energetischen Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden sowie erhaltenswerter Bausubstanz

6.1.1.4 Szenarien

Die Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse haben gezeigt, dass Wohngebäude in Dresden bereits einen relativ hohen Sanierungsstand haben, dieser allerdings verbessert werden kann. Für Wohngebäude kann ein Sanierungsstandard von durchschnittlich 52 kWh/m² Wohnfläche (Heizwärmebedarf, ohne Warmwasser) als anstrebenswert angesehen werden. Die spezifische Wirtschaftlichkeit einer Gebäudesanierung hängt dabei, unter anderem, von den Gebäudecharakteristika und den durchzuführenden Renovierungsmaßnahmen ab. Eine genauere Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt in Abschnitt 6.1.1.5. Aufgrund der bereits vorhandenen hohen Sanierungsquote werden in den Szenarien nur die in nächster Zeit zu sanierenden Gebäude betrachtet.

Für die zukünftige Entwicklung der **Wohngebäude** wurden daher folgende Annahmen getroffen. Im Trend-Szenario wird von einer Sanierungsquote von 0,5 Prozent pro Jahr ausgegangen, was 274 Gebäuden pro Jahr entspricht (Bezugsgröße: 54.780 Wohngebäude in 2005). Wird rechnerisch diese Sanierungsquote ab 2012 konstant gehalten, ergäbe sich bis 2030 eine gesamtsanierte Fläche von 2.380.000 m². Im Vergleich zum Ausgangsjahr (2005) würde der Anteil der sanierten Wohnfläche im Jahr 13 Prozent betragen, wodurch 166 GWh im Jahr 2030 eingespart werden könnten. Finanziell würde dies Investitionskosten von 25,3 Mio. Euro pro Jahr bedeuten, unter der Annahme, dass Kosten von 266 Euro pro Quadratmeter sanierte Fläche entstehen (IWU 2006).
Für das Aktion-Szenario ist ab 2012 eine Sanierungsquote von 0,8 Prozent pro Jahr angesetzt und für das Effizienz-Szenario eine Quote von 1,0 Prozent pro Jahr. Die jeweilige Sanierungstiefe bleibt bei allen drei Szenarien konstant bei durchschnittlich 52 kWh/m²a Heizwärmebedarf. Dies ergibt im Jahr 2030 eine Energieeinsparung von 229 GWh im Aktions- bzw. 276 GWh im Effizienz-Szenario. Im Vergleich zum maximalen Potenzial, dass theoretisch erreicht werden könnte (1.962 GWh/Jahr), entspricht die Einsparung im Effizienz-Szenario knapp 14 Prozent.

Der lineare Ansatz ist aufgrund der langfristigen Betrachtungsweise von 25 Jahren (rückwirkend von 2005 bis 2030) gewählt. Zu beachten ist, dass diese Werte immer Mittelwerte sind und keine temporären Sanierungszyklen berücksichtigen.

Tabelle 6-4: Szenario-Annahmen Gebäudesanierungen bei Wohngebäuden

Szenarien 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
jahresdurchschnittliche Sanierungsrate[72] [%]	0,5	0,8	1,0
ab Jahr	2012	2012	2012
Anzahl sanierter Gebäude pro Jahr	274	438	548
Fläche saniert pro Jahr [m²/a], Ø 347 m²/Gebäude	95.000	152.000	190.000
Fläche saniert kumuliert 2005 bis 2030 [m²]	2.380.000	3.400.000	4.090.000
Anteil sanierter Wohnfläche im Jahr 2030 ggü. 2005 [%]	13	18	22
Eingesparte Energie im Jahr 2030 [GWh/a] bei Sanierung von Ø 118 auf 52 kWh/m²	**166**	**229**	**276**
Investitionen pro Jahr [€/a]	25.270.000	40.432.000	50.540.000
Lokale Arbeitsplätze pro Jahr	253	404	505

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011, IWU 2006, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Für **Nicht-Wohngebäude** werden analoge Szenarien vorgeschlagen. Mit einer Sanierungsrate von 0,5 Prozent pro Jahr im Trend-Szenario, von 0,8 Prozent im Aktion-Szenario und von 1,0 Prozent im Effizienz-Szenario können jeweils etwa 90 GWh, 144 GWh oder 180 GWh pro Jahr ab 2030 eingespart werden. Die Nicht-Wohngebäude werden dabei auf einen Standard von 85,5 kWh/m² saniert. Die Einsparungen sind im Effizienz-Szenario mit Investitionskosten von 20,2 Millionen pro Jahr verbunden.

[72] Es wird eine einheitliche Sanierungsrate für Dresden angenommen. Das heißt, es wurde nicht getrennt nach von Fernwärme versorgten und nicht von Fernwärme versorgten Gebieten.

Tabelle 6-5: Szenario-Annahmen Gebäudesanierung an Nicht-Wohngebäuden

Szenarien 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
Jahresdurchschnittliche Sanierungsrate [%]	0,5	0,8	1,0
Fläche saniert pro Jahr [m²/a]	38.000	60.800	76.000
Fläche saniert kumuliert 2006 bis 2030 [m²]	950.000	1.520.000	1.900.000
Anteil sanierter Fläche im Jahr 2030 ggü. 2005 [%]	12,5	20	25
Eingesparte Energie im Jahr 2030 [GWh/a] bei Sanierung von Ø 180 auf 85,5 kWh/m²	**89,8**	**143,6**	**179,6**
Investitionen pro Jahr [€/a]	10.108.000	16.172.800	20.216.000
Regionale Arbeitsplätze pro Jahr	101	162	202

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011, IWU 2006, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

6.1.1.5 Maßnahmen

6.1.1.5.1 Dämmen und Dichten der Gebäudehülle von Wohngebäuden mit Sanierungspotenzial und Verringerung der Verluste bei der Warmwasserbereitstellung

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist die energetische Sanierung (Dämmen und Dichten der Gebäudehülle) des Wohngebäudebestandes in Dresden auf ein wirtschaftliches Sanierungsniveau.

Als wirtschaftlich sinnvolle Sanierung wird die Sanierung auf ein 7-Liter-Haus angenommen, was einem jährlichen Heizölverbrauch von circa sieben Litern pro Quadratmeter entspricht (McKinsey 2007; IWU 2006) bzw. 75 kWh/m²a. Dieser setzt sich zusammen aus 52 kWh/m²a für Heizwärme und 23 kWh/m²a für Warmwasser.

Die Umsetzung der Maßnahme sollte zur Sicherstellung der Systemeffizienz der Energieversorgung Dresdens stets in Abstimmung mit Maßnahmen zum Ausbau und zum Erhalt des Fernwärmesystems stattfinden. Dabei gilt es, stadtteildifferenzierte Aussagen zu treffen. In Dresden wird aufgrund des in 0 aufgeführten Sanierungspotenzials eine detaillierte Prüfung der Gebäude in den Stadtteilen Pieschen und Trachenberge, in der äußeren Neustadt sowie in Seidnitz/Dobritz und in Cotta und Löbtau empfohlen.

Werden ebenfalls Rückschlüsse aus den stadtteildifferenzierten Bevölkerungsprognosen für die zukünftige Wärmeverbrauchsentwicklung hergeleitet, ergibt sich, dass in den Stadtteilen Cotta, Löbtau, Naußlitz, Dölzschen, Mockritz, Coschütz, Plauen; Blasewitz, Striesen, Mickten, Kaditz, Trachau, Leipziger Vorstadt, Pieschen sowie der Neustadt (ohne Leipziger Vorstadt) eine Bevölkerungszunahme zu erwarten ist. Dies kann in diesen Stadtteilen zum einen zu einer Konkurrenzsituation unter den potenziellen Mietern führen. Diese vermieterfreundliche Situation würde den Sanierungsdruck auf die Vermieter, um die Wohnungen attraktiver zu gestalten, reduzieren. Zum anderen würde der Zuzug den Leerstand in diesen Stadtteilen verringern und den Wärmeverbrauch pro Gebäude erhöhen. Eine energetische Sanierung dieser Gebäude wäre dann wirtschaftlicher und effizienter.

Umsetzungshorizont
Zum Stand der Konzepterstellung (2012) war der Sanierungsgrad Dresdens ausgesprochen hoch. Dies ist auf die innerhalb der letzten 15 bis 20 Jahre sehr intensiv durchgeführten Instandsetzungs- und Sanierungstätigkeiten zurückzuführen. Nichtsdestotrotz bestehen in den verschiedenen Stadtteilen noch Sanierungspotenziale, die auch kurzfristig gehoben werden könnten. Gemeint sind vor allem die 10 Prozent der Wohnungen, die bislang unsaniert geblieben sind und teilweise heute leer stehen.

Darüber hinaus hat dieses Konzept einen zeitlichen Horizont von 18 Jahren (bis 2030). In diesen Zeiträumen werden sich wiederum wirtschaftlich sinnvolle Sanierungsprojekte – nicht zuletzt durch den technologischen Fortschritt – im Bereich des Wohngebäudebestandes in Dresden ergeben, wodurch die energetische Sanierung des Wohngebäudebestandes mit der Zeit wieder an Bedeutung gewinnen wird.

Förderung des Nutzerverhaltens
Um eine Umsetzung der Maßnahme erfolgreich und effizient im Sinne der Klimaschutz- und Energieeffizienzstrategie zu gestalten, eignen sich die folgenden Instrumente.

Es wird erwartet, dass weder die prognostizierten Preise am Strom- und Wärmemarkt mit +0,5 bis +1,0 Prozent noch die bestehenden steuerlichen Anreize ausreichen werden, um weitreichende Sanierungsmaßnahmen in Dresden anzustoßen. Eine weitere Herausforderung ist die unterschiedliche Verteilung zwischen Investoren und Nutzern der Investition in Mietgebäuden. So liegen die Investitionen in Sanierungsmaßnahmen zum größten Teil beim Vermieter (insb. bei fehlender Umlagemöglichkeit auf die Mieten infolge Leerstand), während der Nutzen – die verringerten Energiekosten – dem Mieter zugutekommen. Daher müssen verstärkt weitere Förderfaktoren eingebracht werden, um die Energieeffizienzziele zu erreichen.

(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
- Energieberatung der Mieter und Wohnungseigentümer durch Wohnungseigentümerinitiativen, Schornsteinfeger, Handwerker, Energieberater, Quartiersmanager. Energieberatungen sind oft bereits etabliert, zum Beispiel vom Eigentümerverein „Haus & Grund", werden aber kaum nachgefragt. Die Bundesregierung hat zum Juni 2012 die Förderung von Energieberatungen erneut angehoben. So bezuschusst das BMWi eine Beratung für Ein- und Zweifamilienhäuser mit bis zu 400 Euro, für Mehrfamilienhäuser mit bis zu 500 Euro. Stromeinsparberatungen werden mit 50 Euro und thermografische Untersuchungen werden mit 100 Euro unterstützt.
  Wichtig hierbei ist eine zielgruppenorientierte Beratung: Junge Familien haben andere Bedürfnisse und wirtschaftliche Möglichkeiten als Menschen im Renteneintrittsalter. Eine Koordinierung der Beratungen könnte durch einen Quartiersmanager erfolgen.
- Thermografie-Spaziergänge in den Stadtteilen zur Sensibilisierung der Gebäudeeigentümer. Koordinierend dafür kann ein Quartiersmanager eingesetzt werden, dessen Personalkosten von der KfW mitgetragen werden.
- Kommunikation von gebäudespezifischen Energieverbräuchen mit Gebäudeenergieausweisen (Energieausweis gemäß EnEV) für größere Wohnhäuser
- Energieverbräuche sollten transparent kommuniziert werden und es kann ein Benchmarking mit anderen Verbrauchern bzw. Unternehmen etabliert werden. Eine verursachergerechte Abrechnung ist zwar vielerorts bereits gegeben, kann in Mehrfamilienhäusern allerdings verbessert werden.
  Die Kommunikation von Benchmarks und Verbräuchen über bestimmte Zeiträume kann in den Wohnungsgenossenschaften, zum Beispiel über die Mieterzeitung oder über Merkblätter erfolgen. Des Weiteren ist auch die Nutzung einer Smartphone-App oder Homepage-Anwendung möglich. Letzteres kann auch dazu beitragen, dass die Energiekosten nicht nur in der finalen Betriebskostenabrechnung wahrgenommen werden, sondern auch in kürzeren Zeitintervallen Informationen über den Energieverbrauch das Verbrauchsverhalten ändern können. Verbesserungsmöglichkeiten bestehen in der flächendeckenden Nutzung von Stromzählern an Geräten, die viel Strom verbrauchen. Neben der Angabe in Kilowattstunden könnten hier auch die aktuellen Kosten angegeben werden. Dies würde ein permanentes Kostenbewusstsein fördern.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers
- Etablierung von Anreizsystemen im Sinne von Bonus-Malus-Systemen für
  - energetisch sanierte Gebäude bzw. Energieeinsparungen
  - Belohnung niedriger Vor- und Rücklauftemperaturen im Fernwärmenetz (in Kombination mit Maßnahme „Ausbau Fernwärmenetz")
- Kommunikation/Bewerbung bestehender Förderlinien: regional, national, europäisch

- Im Hinblick auf die steigenden Energiepreise (vgl. Kapitel 5.3.2) und die wachsende alternde Bevölkerung mit geringeren Renteneinkommen (vgl. Kapitel 5.1.1) wäre eine spezielle Energieberatung für diese Bevölkerungsgruppe sinnvoll. Fördermittel für diesen Zweck können im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundes beantragt werden.
- Informationskampagnen und regelmäßige Foren zum Erfahrungsaustausch über Sanierungen und Energiesparmöglichkeiten könnten eingerichtet werden. Spezielle Themen wie die Sanierung denkmalgeschützter Gebäude könnten in diesem Umfeld behandelt werden.
- Vorgabe und Kontrolle einer verursachergerechten Abrechnung, auch in großen Mehrfamilienhäusern

Effektivität der Maßnahme
Die Investitionskosten hängen stark von den spezifischen Gebäudecharakteristika und von weiteren Renovierungsmaßnahmen ab. So variieren die Investitionskosten von 266 Euro pro Quadratmeter (IWU 2007) bis 122 Euro pro Quadratmeter (IWU 2006). Im letzteren Fall werden nur die Kosten betrachten, die einer energetischen Renovierung zugeordnet werden und nicht die Renovierungsvollkosten.

Energetische Sanierungen werden meistens in Zusammenhang mit anderen Modernisierungsmaßnahmen vollzogen, die weniger ertragstüchtig, aber notwendig sind. Dies beeinflusst die Wirtschaftlichkeit der Gesamtsanierung. Dementsprechend variieren auch die Amortisationszeiten der Maßnahme von 25 bis 50 Jahre.

KOSTEN	
Investitionskosten:	250 bis 300 EUR/m²
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	260 bis 310 EUR/m²

NUTZEN	
Ertrag (-) / Verlust (+):	-60 bis 40 EUR/m²
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	0,5 t CO_2/m²
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-120 bis 80 EUR/t CO_2

Durch die Verminderung des Energieverbrauchs können Energiekosten gesenkt werden. Zudem führt die Umsetzung der Maßnahme zu einer konstanten Reduktion des Wärmeverbrauchs und somit zu einer Absenkung der Grundlast – der permanent benötigten Leistung in der Energieversorgung. Die Versorgungssicherheit kann hiermit positiv beeinflusst werden.

Umsetzbarkeit und Akzeptanz in der Bevölkerung
Soziale Akzeptanz findet die Umsetzung dieser Maßnahmen aufgrund der energieverbrauchs- und damit energiekostensenkenden Wirkung, wodurch die Mieter/Nutzer der Wohngebäude entlastet werden. Dabei ist zu beachten, dass die Umlage der Investitionen auf die Kaltmiete die eingesparten Energiekosten nicht überschreitet. Hierzu ist ein transparenter Umsetzungsprozess zwischen Vermieter und Mieter erforderlich. Die ökonomische Vorteilhaftigkeit auf individueller Ebene ist abhängig vom gewünschten Sanierungsstandard. Finanzierbar wird die Umsetzung aufgrund der Erträge aus den Energiekosteneinsparungen. Außerdem existiert eine Vielzahl an Förderprogrammen zur energetischen Sanierung (insbesondere seitens der KfW). Die wirtschaftliche Rentabilität der Umsetzung auf Ebene der Stadt Dresden ergibt sich allerdings durch einen passgenauen Abgleich mit der vorhandenen netzgebundenen Energieversorgung. Hier gilt es, im Einzelfall räumlich-differenziert zu prüfen, wo energetische Sanierungen zu einem Effizienzverlust im Gesamtsystem der Dresdner Energieversorgung durch Beeinträchtigung der Fernwärmeversorgung führen könnten.

6.1.1.5.2 Dämmen und Dichten der Gebäudehülle von Nicht-Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden mit Sanierungspotenzial

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist die energetische Sanierung und der Neubau von Nicht-Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden zu einem wirtschaftlichen Niveau von 85 kWh/m² pro Jahr.

Im Bereich der öffentlichen Gebäude erfolgt die energetische Sanierung bestehender Gebäude ebenso wie der Neubau bereits auf dem der Maßnahme zugrunde liegenden Standard. So werden gemäß dem seit 1998 bestehenden städtischen CO_2-Rahmenprogramm kommunale Gebäude in Dresden grundsätzlich auf einem „EnEV minus 25 Prozent"-Standard saniert. Ebenso erfolgt der Neubau öffentlicher Gebäude gemäß einem entsprechenden Stadtratsbeschluss auf Passivhaus-Standard, sofern die Errichtung wirtschaftlich ist und in Gebieten erfolgt, die nicht mit Fernwärme versorgt sind. Insofern unterstützt diese Maßnahme bereits bestehende Richtlinien zum Neubau und zur energetischen Sanierung öffentlicher Gebäude in Dresden.

Umfangreiche Investitionen in kommunalen Gebäuden erfolgen vorrangig in Kindertagesstätten und Schulen. Daher werden Anregungen aus diesen Verwaltungsbereichen im Folgenden beispielhaft dargestellt. Es ist allerdings nicht Aufgabe des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts ein Teilkonzept für öffentliche Gebäude vorzustellen.

Umsetzungshorizont
Eine Umsetzung der Maßnahme ist bereits ab 2012 möglich, wenngleich angesichts des relativ hohen Sanierungsstandes kurz- bis mittelfristig geringere Potenziale gehoben werden können. Analog zum Maßnahmenvorschlag für den Bereich Wohngebäude ist jedoch im Zeithorizont des Konzepts, also bis 2030 und 2050, ein neu entstehender Sanierungsbedarf zu erwarten.

Förderung des Nutzerverhaltens
Um eine Umsetzung der Maßnahme erfolgreich und effizient im Sinne der Klimaschutz- und Energieeffizienzstrategie zu gestalten, eignen sich die folgenden Instrumente.

(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
- Etablierung und weitere Umsetzung von Energiesparprogrammen in den öffentlichen Einrichtungen und Unternehmen (Energiesparwettbewerbe)
- Energieverbräuche transparent kommunizieren, Benchmarking zwischen den Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung und der Unternehmen, Dokumentation des eigenen Verbrauchs über die Zeit etablieren. Zum Teil wird dies bereits vorgenommen, sollte allerdings flächendeckend umgesetzt werden.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers
- Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle (z. B. im Hochbauamt), die qualifiziertes technisches Personal für die kommunalen Gebäude zur Verfügung stellt und Erfahrungen aus bereits durchgeführten Projekten verarbeitet und weitergibt. Diese zentrale Koordinierungsstelle könnte auch die Informationskampagnen und regelmäßigen „Energie-Foren" (siehe unten) veranstalten.
- Etablierung von Anreizsystemen im Sinne von Bonus-Malus-Systemen für
  - energetisch sanierte Gebäude bzw. Energieeinsparungen
  - Belohnung niedriger Vor- und Rücklauftemperaturen im Fernwärmenetz (in Kombination mit Maßnahme „Ausbau Fernwärmenetz")
- Förderung für Energieberatungen/Energiecoaches (die IHK Dresden bietet für Unternehmen Unterstützung durch Energiecoaches an)
- Informationskampagnen und regelmäßige Foren zum Erfahrungsaustausch über Sanierungen und Energiesparmöglichkeiten könnten eingerichtet werden. Spezielle Themen wie die Sanierung denkmalgeschützter Gebäude könnten in diesem Umfeld behandelt werden.
- Kommunikation/Bewerbung bestehender Förderlinien: regional, national, europäisch
- Informationskampagnen der Stadt über Energiesparmöglichkeiten und Schaffung von Beratungsstellen

Effektivität der Maßnahme
Gebäudesanierung (Nicht-Wohngebäude bzw. öffentliche Einrichtungen) auf 8,5-Liter-Haus-Standard (bei einer Amortisationszeit von über 50 Jahren):

KOSTEN	
Investitionskosten:	250 bis 300 EUR/m²
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	100 bis 150 EUR/m²

NUTZEN	
Ertrag (-) / Verlust (+):	100 bis 200 EUR/m²
CO_2-Einsparung (über Laufzeit):	0,74 t CO_2/m²
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	135 bis 270 EUR/t CO_2

Durch die Verminderung des Energieverbrauchs können Energiekosten gesenkt werden. Zudem führt die Umsetzung der Maßnahme zu einer Absenkung der Grundlast, da der Wärmeverbrauch konstant reduziert wird, und leistet somit einen Beitrag zur Versorgungssicherheit

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Soziale Akzeptanz finden Maßnahmen zur energetischen Sanierung grundsätzlich aufgrund der energieverbrauchs- und damit energiekostensenkenden Wirkung. Zudem entstehen mit der Umsetzung, gerade in Nicht-Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden, keine nennenswerten Belastungen für die Bevölkerung. Darüber hinaus wirkt sich der energiekostensenkende Effekt letztlich auf die Kostenstruktur der Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen aus, wodurch positive Effekte für die Bürger, durch Stabilisierung der Verbraucherpreise und Kosteneffizienz der öffentlichen Verwaltung, resultieren können.
Die ökonomische Vorteilhaftigkeit ist für die öffentlichen Gebäude und Einrichtungen prioritäres Kriterium. Investitionen, die durch Unternehmen getätigt werden, folgen ebenfalls dem ökonomischen Rentabilitätskriterium. Förderprogramme zur energetischen Sanierung und zum Neubau von Passivhäusern können sowohl in der öffentlichen Verwaltung als auch in den Unternehmen Investitionen anstoßen und werden auch bereits umfangreich in Anspruch genommen. Im Interesse der Effizienzsicherung des gesamten Energieversorgungssystems ist auch hier wiederum eine Abstimmung der Sanierungs- und Neubaustrategien mit dem vorhandenen Fernwärmeversorgungssystem notwendig. Während das Hochbauamt verpflichtet ist, systematisch zu prüfen, dass öffentliche Gebäude im Passivhausstandard nur dort errichtet werden, wo es zu keinen Beeinträchtigungen der Fernwärmeversorgung kommen kann, können Unternehmen zu solchen Prüfungen nur motiviert und über die Relevanz informiert werden.

WÄRMEVERBRAUCH REDUZIEREN IN ÖFFENTLICHEN GEBÄUDEN
Das Beispiel Kindertagesstätten:

Als positives Beispiel für die Sanierung kommunaler Gebäude werden die Kindertagesstätten beschrieben. Von den in Dresden vorhandenen circa 250 Kitas wurden 2011 noch 90 städtisch betrieben. Jedoch sind die Gebäude überwiegend in städtischem Eigentum. Diese sind in den letzten Jahren umfangreich saniert oder ersetzt worden, bis zum Jahr 2011 mit einem Investitionsvolumen von rund 40 Millionen Euro. In den nächsten drei Jahren sollen zusätzlich über 30 Millionen Euro investiert werden. Die umfangreiche Sanierung und der Bestandsersatz haben dazu geführt, dass inzwischen nur noch Gebäude mit einem mittleren bis niedrigen Wärmebedarf betrieben werden.

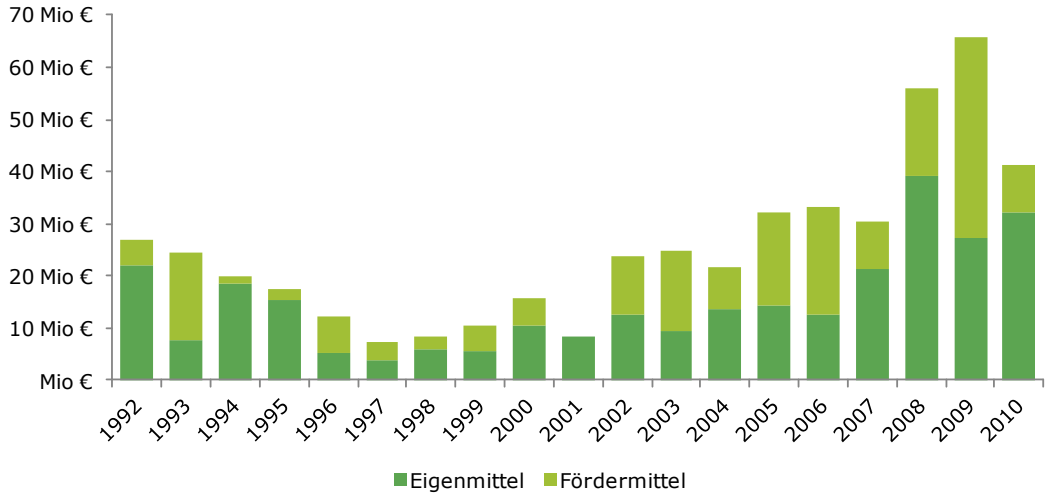
Für die Neuschaffung von Kita-Plätzen, die durch den Bevölkerungszuwachs in Dresden notwendig sind, werden mindestens die erhöhten städtischen Zielvorgaben für kommunale Neubauten von „EnEV minus 25 Prozent" umgesetzt. Sofern es wirtschaftlich ist, werden die neuen Kitas in Passivbauweise errichtet, wie zum Beispiel die neue Kindertagesstätte in der Bautzener Landstraße 92 (am alten Straßenbahnhof Bühlau). Für den Bau und Betrieb von energetisch hocheffizienten Kitas bleibt die Frage offen, ob dieser formulierte Mindeststandard in der Baupraxis auch eingehalten wird. Dies ist in Zukunft über eine koordinierte Bauüberwachung zu kontrollieren (Prüfauftrag). Ob die energetischen Werte sich dann auch während der Nutzung einstellen, ist ebenfalls aus wirtschaftlichen Gründen zu überprüfen (Monitoring der Gebäudekennwerte als Prüfauftrag). Nur auf diesem Wege können Erfahrungen aus der baulichen Praxis bei neuen Investitionsvorhaben berücksichtigt werden und zu einer Optimierung im Sinne des Klimaschutzes führen. Diese wichtige Rückkopplung ist bislang nicht gegeben.

Weitere Energieeffizienzmöglichkeiten bestehen im gering- und nichtinvestiven Bereich. Insbesondere über die Bedienung der Anlagentechnik und dem rationellen Nutzerverhalten bei dem Betreiben der Kitas bestehen deutliche Einsparmöglichkeiten. Speziell sanierte und hocheffiziente Gebäude, wie Passivhäuser, müssen bewusst „bedient" und in den Regelungskennwerten angepasst werden, damit sich der geringe Energieverbrauch auch in der Praxis einstellt. Zielgruppe der täglichen Bedienung sind neben den ErzieherInnen insbesondere die Hausmeister, deren besondere Aufgabe das energieeffiziente Betreiben des Gebäudes sein sollte. Das setzt eine Identifikation mit der anvertrauten Aufgabe am Objekt und Sachverstand voraus. Dafür sind günstige Strukturen zu schaffen über die Qualifikation der Hausmeister, die Definition von Aufgaben (tägliche Kontrolle der Heizungsanlage, Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung, geschlossene Fenster usw.) und über den Dialog der Hausmeister untereinander für einen Austausch in Sachfragen und energetischen Problemstellungen. Eine weiterhin dauerhafte Anstellung und fachliche Qualifizierung der Hausmeister bei der Stadt würde diesen Prozess begünstigen.
Langfristig vorteilhaft wäre es, einen ausreichenden Stab an Fachpersonal vorzuhalten, der die immer umfangreicher und technisch aufwendiger werdende Haustechnik auf das jeweilige Nutzungsregime eines Gebäudes abstimmt und damit z. B. die Fahrweise der modernen Heizungsanlagen fortwährend energie- und kosteneffizient gestaltet (Erstellung eines entsprechenden Organisations- und Strukturvorschlages als weiterführender Untersuchungsauftrag).

WÄRMEVERBRAUCH REDUZIEREN IN ÖFFENTLICHEN GEBÄUDEN
Das Beispiel Schulen:

Die Schulgebäude in Dresden sind ein zentrales Handlungsfeld bei der Sanierung der öffentlichen Gebäude. Trotz verstärkter Investitionen in Sanierungsmaßnahmen, die teilweise durch gestiegene Fördermittel und teilweise durch einen erhöhten Einsatz an Eigenmitteln finanziert werden konnten (vgl. folgende Abbildung), bleibt weiterhin ein großer Investitionsbedarf in Sanierungsmaßnahmen. Diese umfassen neben energetischen Sanierungen auch notwendige Ersatzinvestitionen im Gebäudebestand. So belief sich der Sanierungsstau der Schulverwaltung im Jahr 2008 auf insgesamt 650 Millionen Euro und konnte trotz Abschluss zahlreicher Sanierungen und Neubauten, bedingt durch spezielle Baupreiserhöhungen sowie den fortschreitenden Verschleiß der Gebäudesubstanz, nicht wesentlich abgebaut werden.

Abbildung 6—6: Investitionen in Sanierungen der Schulgebäude, Dresden, 1992 - 2010



Quelle: Landeshauptstadt Dresden, Schulverwaltungsamt, 2012

Vorgabe ist es, öffentliche Gebäude nach dem jeweils geltenden EnEV-Standard „minus 25 Prozent" zu sanieren. Dies ist für Schulgebäude eine große Herausforderung bei mangelnden Mitteln und notwendigen Ersatzinvestitionen. Der Kompromiss sind oft Teilsanierungen, die vom Gesamtkonzept her betrachtet nur bedingt effektiv sind.
Eine erhöhte Förderung für Schulen zur Verbesserung der schulischen Infrastruktur im Freistaat Sachsen kann laut der neuen Förderrichtlinie „SchulInfra – FöriSIF" beantragt werden. Allerdings ist die Erhöhung an einen höheren Sanierungsstandard von EnEV 2009 „minus 30 Prozent" gebunden.

Um diese Herausforderung zu meistern, ist es wichtig, die Erfahrungen aus durchgeführten Sanierungs- und Neubauprojekten zentral zu sammeln, um daraus Schlüsse zu ziehen. In diesem Rahmen können Erfahrungen aus Pilotprojekten, wie der 62. Grundschule im Passivhausstandard, eingespeist werden.
Ein weiterer essenzieller Faktor um die Investitionen effektiv nutzen zu können, ist die Bereitstellung eines qualifizierten technischen Dienstes. Dies können qualifizierte Hausmeister und eine zentrale Leitstelle sein, die alle Gebäude der LH Dresden in ihrer Regie hat. Die moderne Heizungs- und Lüftungstechnik erfordert eine adäquate ingenieurtechnische Ausbildung des Überwachungspersonals.

Nichtinvestive Maßnahmen zur Änderung des Nutzerverhaltens, wie zum Beispiel Energiespar-Wettbewerbe oder erhöhte Transparenz in der Energienutzung, wurden bereits in verschiedenen Schulen eingesetzt. Hier gilt es, dies flächendeckend auszubreiten und die Fortführung zu gewährleisten. Auch hierbei kann eine zentrale Koordinierungsstelle unterstützend wirken.

6.1.1.5.3 Optimierung der Heizungssysteme: hydraulischer Abgleich

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist es die bestehenden Heizungssysteme in ihrem Betrieb zu optimieren. Wichtiger Baustein ist die regelmäßige Kontrolle der Heizungsregelung sowie der hydraulische Abgleich in den Heizsträngen. Dieser dient dazu jeden Heizkörper nur mit der erforderlichen Wassermenge zu versorgen und so den Energieverbrauch des Systems zu reduzieren.

Umsetzungshorizont
Eine Umsetzung der Maßnahme ist bereits ab 2012 möglich.

Förderung des Nutzerverhaltens
Um eine Umsetzung der Maßnahme erfolgreich und effizient im Sinne der Klimaschutz- und Energieeffizienzstrategie zu gestalten, eignen sich die folgenden Instrumente.

(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
Kommunikation der Optimierungsmöglichkeiten im Bereich der Heizungsregelung und ihrer wirtschaftlichen Effektivität sowie der wirtschaftlichen Bedeutung der regelmäßigen Wartung

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden
Qualifizierung von Handwerksbetrieben im Bereich Heizungsregelung und Kommunikation mit ihren Kunden

Effektivität der Maßnahme
Die Investitionskosten hängen von der Gebäudetypologie ab und können 500 bis 1200 Euro pro Gebäude betragen. Bei Mehrfamilienhäusern ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis höher als bei Ein- und Zweifamilienhäusern, wobei sich auch bei letzteren die Investitionen innerhalb von circa zwei Jahren amortisieren.

KOSTEN	
Investitionskosten:	500 bis 1200 EUR/Gebäude
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	5.000 bis 6.000 EUR/Gebäude

NUTZEN	
Ertrag (-) / Verlust (+):	-3.800 bis -5.500 EUR/Gebäude
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	25 t CO_2/Gebäude
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-152 bis -220 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit und Akzeptanz in der Bevölkerung
Soziale Akzeptanz findet die Umsetzung dieser Maßnahmen aufgrund der energieverbrauchs- und damit energiekostensenkenden Wirkung, wodurch die Mieter/Nutzer der Wohngebäude entlastet werden. Dabei ist zu beachten, dass die Umlage der Investitionen auf die Kaltmiete die eingesparten Energiekosten nicht überschreitet. Hierzu ist ein transparenter Umsetzungsprozess zwischen Vermieter und Mieter wesentlich. Die ökonomische Vorteilhaftigkeit ist auch bei kleineren Gebäuden gegeben und sollte gegenüber Gebäudeeigentümern transparent kommuniziert werden.
Technisch stellt eine optimierte Heizungsregelung kein Problem dar. Handwerksbetriebe sollten fachlich dazu befähigt werden, um eine flächendeckende Umsetzung zu gewährleisten (Kooperation mit Handwerkskammer).

6.1.1.5.4 Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung

Es wird hier nur der Gegenstand dieser zusätzlichen Maßnahme betrachtet. Bei stark gedämmten und abgedichteten Gebäuden bzw. im Fall, dass eine erneute Gebäudesanierung in den nächsten Jahren nicht vorgesehen ist, verbleiben als wirtschaftlich zu erschließende Einsparungen eine weitgehende Rückgewinnung der Energiemengen, die durch die übliche Gebäudenutzung zwangsläufig anfallen.

a) Dazu zählt die **Rückgewinnung der Wärmeverluste aus der Abluft** von Gebäuden. Hier entsteht durch den hygienischen Mindestluftwechsel in vom Menschen genutzten Innenräumen während der Heizperiode ein Energieaustrag, der durch moderne Anlagen einer zentralen Lüftungstechnik zu über 80 % zurückgewonnen werden kann. Der technische Aufwand einer nachträglichen Installation einer solchen Lüftung mit Wärmerückgewinnung ist erheblich und nicht für jedes Gebäude wirtschaftlich zu gestalten. Wann und wo derartige Nachrüstungen im Dresdner Gebäudebestand sinnvoll sind, sollte in weiteren Untersuchungen genauer bestimmt werden.
b) Während die unter a) skizzierte Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Gebäuden bereits in vielen Fällen angewendet wird (z. B. in allen Niedrigstenergie-/Passivhäusern oder sog. „Plusenergie"-Gebäuden) bleibt der im Alltag anfallende Warmwasserabfluss bislang energetisch ungenutzt. Für die Warmwasserbereitstellung werden pro Einwohner im Jahr bis zu 1000 kWh aufgewendet. Besonders effektiv ist die mögliche **Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser** in der Nähe des Anfallorts, also möglichst noch im betreffenden Gebäude. Danach kühlt dieses durch die Vermischung mit dem restlichen Abwasser in der Kanalisation und deren Verlegung im kühlen Erdreich rasch ab. Wird von einem erschließbaren thermischen Potenzial von ca. 20 % in der Wärmerückgewinnung der gesamten Warmwasseraufbereitung ausgegangen, ließen sich pro Einwohner ca. 200 kWh pro Jahr erschließen. Diese Energiemenge könnte z. B. mit Hilfe von Wärmepumpen wieder der Warmwasserbereitung oder der Gebäudeheizung zugeführt werden. Insgesamt wäre damit eine zusätzliche Energieeinsparung von bis zu 100 GWh an Wärme im Stadtgebiet bis 2030 zu erzielen.

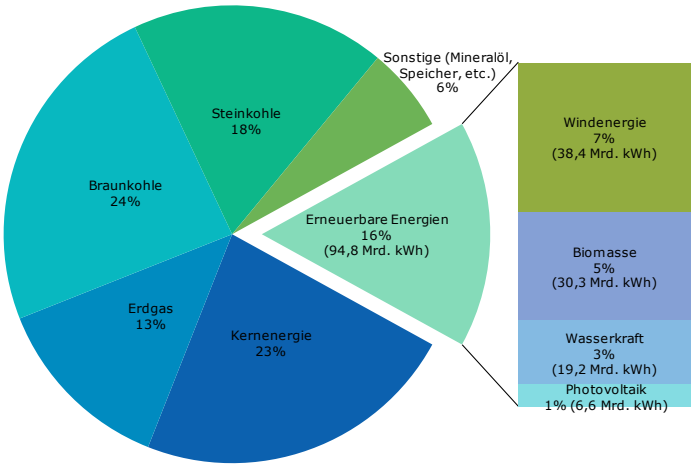
Die Punkte a) und b) bedürfen weiterer Untersuchungen, um auch deren wirtschaftliche Aspekte im Fall einer nachträglichen Installation abschätzen zu können. Erst mit diesem Hintergrundwissen und unter Einbeziehung neuer technischer Entwicklungen im haustechnischen Bereich kann eine umfassende Bewertung erfolgen. Aus diesem Grund wurden die hier beschriebenen Maßnahmen nicht in die Szenariobetrachtung/Potenzialübersicht und die Bewertung der Einzelmaßnahmen dieses Konzeptes aufgenommen.

6.1.2 Reduktion Stromverbrauch

6.1.2.1 Stromverbrauch in Deutschland

Der deutschlandweite Bruttostrombedarf lag im Jahr 2009 bei 582,5 Milliarden kWh. Die folgende Abbildung zeigt, wie sich die Anteile der einzelnen Stromerzeuger zusammensetzen. Die erneuerbaren Energien hatten in 2009 einen Anteil von 16,1 Prozent. Den größten Beitrag leistet dabei die Windenergie. Im Vorjahresvergleich zeigt die Stromgewinnung über Photovoltaikanlagen das größte Wachstum (Agentur für Erneuerbare Energien 2011).

Abbildung 6—7: Anteil der Energieträger an der Erzeugung elektrischer Energie in Deutschland, 2009



Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2010a. Eigene Darstellung Ramboll-KEEA

Im nationalen Energieeffizienzplan verfolgt das BMU das ambitionierte Szenario, die Energieproduktivität bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 1990 zu verdoppeln. Dies entspricht einer jährlichen Energieeffizienz-Steigerungsrate von drei Prozent. Im Jahr 2020 sollen so 40 Prozent der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Jahr 1990 eingespart werden. Dies hat außerdem einen geringeren Bedarf an neuen Kraftwerken und eine verringerte Importabhängigkeit zur Folge (BMU 2008b: 18f.).

Im Stromverbrauch bieten sich große Einsparmöglichkeiten, die den Energieverbrauch und den Treibhausgasausstoß vermindern können. Daneben gibt es auch großes wirtschaftliches Potenzial, da Deutschland heute schon einen weltweiten Spitzenplatz bei der Bereitstellung von Energieeffizienz-Technologien einnimmt (BMU 2008b: 2).

6.1.2.2 Bestand in Dresden

In Dresden wurden in 2005 ca. 2.640 $GWh_{(End)}$ Strom verbraucht[73]. Größter Verbraucher sind die Unternehmen. In diesem Verbrauchssektor sind in den vergangenen Jahren auch die stärksten Maßnahmen zur Stromeinsparung getroffen worden (vgl. Kapitel 4.3.2). Bei Haushalten zeichnete sich noch ein leichter Anstieg der Verbräuche auf. Dies ist in Teilen gegenläufig zu den Entwicklungen im Wärmeverbrauch. Zurückzuführen ist dies auf den gestiegenen Einsatz elektronischer Geräte.

6.1.2.3 Potenzial

In Dresden bestehen beim Stromverbrauch große Einsparmöglichkeiten. Als **theoretisches Potenzial** wird das Ziel der Bundesregierung mit einer Effizienzsteigerung von drei Prozent angenommen. Dies würde für Dresden eine Einsparung von etwa 1.400 GWh bis zum Jahr 2030 ergeben. Als **erschließbares Potenzial** wird, in Abstimmung mit der Landeshauptstadt Dresden, eine Effizienzrate von einem Prozent pro Jahr angenommen, auch aufgrund des bereits relativ geringen Stromverbrauchs pro Kopf. Dies ergäbe Einsparungen in Höhe von ca. 580 GWh bis 2030.

Einen weiteren Effekt auf den zukünftigen Stromverbrauch könnten der Klimawandel und die einhergehenden Stromverbrauchssteigerungen durch einen erhöhten Klimatisierungsbedarf ergeben. Der zukünftige Klimatisierungsbedarf in der Stadt Dresden wird von mehreren Faktoren bestimmt:

[73] Der genannte Wert beziffert die über das DREWAG- und das Enso-Netz in 2005 an Endverbraucher im Stadtgebiet gelieferten Elektrizitätzmengen zzgl. 90 GWh an Netzverlusten im Stadtgebiet. Enthalten sind nicht die Mengen an Bahnstrom für den Regional- und Fernverkehr der Deutschen Bahn AG (Vesorgung über eigenes Bahnstromnetz), der Stromeigenverbrauch der EVU u. a. kleinerer Stromerzeuger. Da die zugehörigen Energiemengen ebenso mit Emissionen verknüpft sind, werden diese zusätzlichen Strommengen in die nachfolgende Betrachtung der Reduktionspotenziale teilweise einbezogen.

- Im Wohngebäudebereich vom Lebensstil und Nutzerverhalten der Bewohner. Derzeit ist nach Aussage der Dresdner Wohnungsgenossenschaften und Wohnungseigentümern keine erhöhte Nachfrage nach Klimatisierung von Wohnungen zu erkennen.
- Der Architektur der Gebäude. Glas-Stahl-Fassaden mit einem hohen Fensterflächenanteil in West/Süd/Ost erhöhen den sommerlichen Wärmeeintrag in Gebäuden und den Aufwand beim sommerlichen Wärmeschutz. Über die Architektur und Baukonstruktion kann der Wärmeeintrag und die Möglichkeit zur passiven Kühlung (u. a. Nachtspülung) deutlich erhöht werden. Auch Temperaturkühlsysteme mit einer geringen Temperaturdifferenz (z. B. über Kühldecken) sind baukonstruktiv schon beim architektonischen Entwurf zu berücksichtigen.
- Dem fortschreitenden Prozess des Klimawandels mit einer zunehmenden Anzahl an hochsommerlichen Tagen.

Eine Grenze zur Minderung des Klimatisierungsbedarfs ist bei einer gesundheitlichen Gefährdung älterer und gesundheitlich geschwächter Bewohner Dresdens zu sehen. Hier ist insbesondere Aufklärung über angepasstes Verhalten, wie im mediterranen Bereich praktiziert, ein wichtiger Faktor.

Mögliche Stromverbrauchssteigerungen für Klimatisierungszwecke sind für die nächsten Jahre nicht in hohem Maße zu erwarten und werden daher nicht als Teil dieses Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts quantifiziert. Langfristig, über das Jahr 2030 hinaus, könnte dies einen größeren Einfluss einnehmen und sollte im Rahmen einer weiterführenden Studie betrachtet werden. Hier müsste insb. das zeitliche Zusammenfallen eines hohen Stromertrages aus Photovoltaikanlagen mit der Spitze des Klimatisierungsbedarfs untersucht werden. Hieraus können sich günstige Synergieeffekte ergeben, die bei einer direkten Stromanwendung im jeweiligen Gebäude zu einer unmittelbaren Entlastung der Stromnetze führen.

6.1.2.4 Szenarien

Ausgehend von dem vorhandenen Einsparpotenzial am jährlichen Stromverbrauch von insgesamt 1.400 GWh werden für die unterschiedlichen Szenarien unterschiedliche Energieeffizienz-Steigerungsraten angenommen.

Tabelle 6-6: Szenarioannahmen Stromsparmaßnahmen im Gebäudebestand Landeshauptstadt Dresden

Szenarien 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
jährliche Effizienz-Steigerungsrate [%]	0,5	0,8	1,0
Stromverbrauch 2030 [GWh]	2.330	2.160	2.060
Eingesparter Strom 2030 ggü. 2005 [GWh]	310	480	580
Ersparnis gegenüber Verbrauch 2005 [%]	**12**	**18**	**22**

Quelle: Rambøll-KEEA

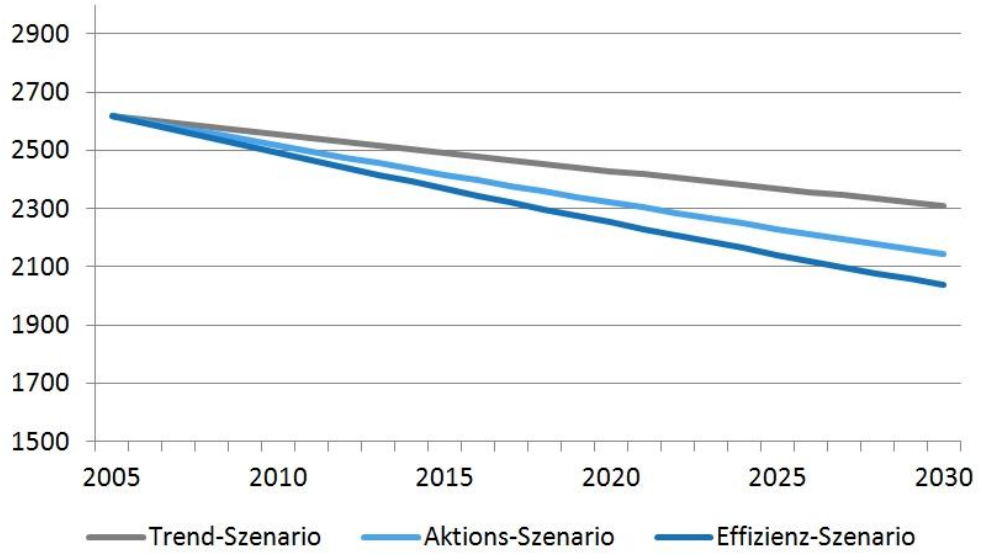
Im **Trend-Szenario** wird eine jährliche Effizienz-Steigerungsrate von 0,5 Prozent angenommen. Dies führt zu einem Stromverbrauch von 2.330 GWh im Jahr 2030 und entspricht einer gesamten Stromeinsparung von 310 GWh seit dem Basisjahr 2005. Insgesamt entspricht dies einer Einsparung von knapp 12 Prozent (gegenüber Verbrauch 2005). Grundlage dafür ist die erwartete Trendentwicklung gemäß dem Energiekonzept der Bundesregierung (EWI/GWS/Prognos, 2010).

Im **Aktion-Szenario** wird von einer Effizienz-Steigerungsrate von 0,8 Prozent ausgegangen, was zu einem Stromverbrauch von 2.160 GWh im Jahr 2030 führt. Insgesamt werden 18 Prozent Strom gegenüber dem Verbrauch im Basisjahr 2005 eingespart.

Im **Effizienz-Szenario** wird eine Effizienz-Steigerungsrate von einem Prozent angenommen. Im Vergleich zu der im nationalen Energieeffizienzplan (BMU 2008b) geforderten Rate von drei Prozent pro Jahr bis zum Jahr 2020 ist die für Dresden angenommene Rate immer noch moderat. Dies hängt mit dem bereits geringen Stromverbrauchsniveau der Haushalte zusammen. Hand-

lungsfähigkeit und -notwendigkeit bestehen bei der Stromeinsparung in Dresden insbesondere bei Unternehmen.
Mit einer Effizienzrate von einem Prozent können bis zum Jahr 2030 22 Prozent an Strom gespart werden. Dies entspricht einer eingesparten Energiemenge von 580 GWh bis zum Jahr 2030 und einem jährlichen Stromverbrauch im Jahr 2030 von ca. 2.060 GWh.

Abbildung 6—8: Szenarien verstärkte Stromsparmaßnahmen, Landeshauptstadt Dresden 2010-2030 (in GWh)



Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt (Hinweis: Das Aktions-Szenario wird im Weiteren nicht näher betrachtet.)

6.1.2.5 Maßnahme: Einsparung von Strom

Gegenstand der Maßnahme
Die Maßnahme zielt auf das Ausschöpfen sämtlicher Möglichkeiten zur Einsparung von Strom in den Wohngebäuden, Nicht-Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden ab. Dies beinhaltet:

- Ausschalten von Standby-Geräten
- Effiziente Beleuchtung
- Effiziente Geräte, insbesondere Kühl- und Gefrierschränke
- Effiziente Anlagen und Maschinen
- Ganzheitliches Lichtkonzept bei der Straßenbeleuchtung
- Ganzheitliche Energiekonzepte für EDV: „Green-IT" bei Verwaltung und Unternehmen

Umsetzungshorizont
Eine Umsetzung der Maßnahme ist bereits ab 2012 möglich.

Förderung des Nutzerverhaltens
Um eine Umsetzung der Maßnahme erfolgreich im Sinne der Klimaschutz- und Energieeffizienzstrategie zu gestalten, eignen sich die folgenden Instrumente. Die erwartete Energiepreisentwicklung (vgl. Kapitel 5.3.2) ist zu moderat, um von sich aus eine Steigerung der Stromeffizienz in Haushalten und Unternehmen anzureizen. Um den reduzierten Stromverbrauch laut dem Effizienz-Szenario zu erreichen, sind daher begleitende Fördermaßnahmen notwendig.

(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens

- Energieberatung: Energiesparmöglichkeiten könnten besser kommuniziert werden. Eine Struktur dafür ist mit dem Klimaschutzbüro als „Energie-Anlaufstelle" innerhalb der Verwaltung potentiell vorhanden. Diese könnte auch das bereits vorhandene Angebot an Energieberatungen und Fördermöglichkeiten dem Bürger näher bringen. So hat die Bundesregierung zum Juni 2012 die Förderung von Energieberatungen erneut angehoben und bezuschusst Stromeinsparberatungen mit 50 Euro.

- Wirtschaftliche Anreizsysteme: Förderlinien auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene bestehen bereits, könnten aber besser kommuniziert werden. Bestehende Institutionen mit entsprechender Expertise wie die kommunale Verwaltung oder lokale Banken könnten als Wissensvermittler fungieren.
- Energieverbrauch transparent gestalten: Ein wesentlicher Aspekt ist das Wissen über den eigenen Verbrauch und ein Vergleich mit ähnlichen Verbrauchern. Ein erster Schritt wäre die transparente Kommunikation und individuelle Abrechnung aller Verbräuche. Letzteres ist bereits oft gegeben, kann allerdings in Mehrfamilienhäusern flächendeckender ausgeführt werden. Ein zweiter Schritt wäre der Vergleich mit einer homogenen Vergleichsgruppe. Ein (anonymisierter) Vergleich mit anderen Verbrauchern sowie mit dem eigenem Verbrauch über definierte Zeiträume zeigt persönliche Verbesserungspotenziale auf. In Unternehmensabteilungen oder Verwaltungseinheiten könnten ebenfalls Vergleiche stattfinden und intern veröffentlicht werden. Um individuelle Stromverbräuche besser zu verstehen und „Stromfresser" aufzudecken, sind Messungen sinnvoll. Hierzu könnten bei den Hausverwaltungen oder den Energieversorgern Messgeräte ausgeliehen werden.
  Zur weiteren Ausgestaltung eines transparenten Energieverbrauchs ist es sinnvoll, die Möglichkeiten von Smartphones und deren Software zu verwenden. Analog zur transparenten Wärmenutzung sollten auch die Kosten elektrischer Energie nicht nur in der finalen Betriebskostenabrechnung, sondern in der täglichen Nutzung sichtbar gestaltet werden. Stromzähler könnten neben den momentan verbrauchten Kilowattstunden auch die entsprechenden Kosten darstellen und somit ein permanentes Kostenbewusstsein fördern.
- Lastvariabler Stromverbrauch: Durch den Einsatz „intelligenter Zähler" kann der Stromverbrauch intelligent und lastvariabel gestaltet werden. Monetäre Anreize müssten hier beim Verbraucher gegeben werden, wie es bereits bei Großverbrauchern der Fall ist.
  Ein weiterführender Aspekt wäre die Integration des fluktuierenden Stromangebots aus erneuerbaren Energien in den lastvariablen Tarif. Hierzu müsste eine intelligente Steuerung zwischen den Verbrauchern und dem kurzfristigen Stromangebot betrieben werden.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers

- Wirtschaftliche Anreizsysteme: Mit Hilfe von Gerätetausch- und Zuschussaktionen können Geräte-Modernisierungen unterstützt werden. Einen weiteren Anreiz kann die Stadtverwaltung durch die Erweiterung von Beschaffungsrichtlinien geben.
- Lastvariabler Stromverbrauch: Ein großes Verbesserungspotenzial besteht in der Optimierung des Lastmanagements zwischen Verbrauchern und Erzeugern. Dafür müssten technische und regulatorische Anforderungen bestimmt werden.
- Vorgabe und Kontrolle einer verursachergerechten Abrechnung, auch in großen Mehrfamilienhäusern.
- Reduktion der Grundgebühren, die durch höhere variable Preise kompensiert werden können. Dies würde Geringverbrauchern zu einem Kostenvorteil verhelfen.
- Förderung von Energiemanagement in Betrieben: Die Senkung des betrieblichen Gesamtenergieverbrauchs und des Verbrauchs von Grund- und Zusatzstoffen steht dabei im Vordergrund. Betriebliche Energiemanagementsysteme werden häufig eigens zur Erreichung der politischen Energieziele und -vorgaben, aber auch aus wirtschaftlichen (Kostensenkung) sowie ökologischen (Reduzierung von Umweltbelastungen) Gründen in Unternehmen eingesetzt. Untergeordnete Maßnahmen des betrieblichen Energiemanagements sind: Energiecontrolling, Optimierung der Betriebstechnik, Modernisierung technischer Anlangen mit geringerem Energieeinsatz.

Effektivität der Maßnahme

Investitionen in Stromeffizienz, bei einer Amortisationszeit von fünf Jahren:

KOSTEN	
Investitionskosten:	6 Mio. EUR
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	20 Mio. EUR

NUTZEN	
Ertrag (-) / Verlust (+):	-14 Mio. EUR

CO_2-Einsparung (über Laufzeit):	47.000 t CO_2
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-300 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit/Akzeptanz in der Bevölkerung
Investitionen in Stromsparmaßnahmen sind technisch erprobt und wirtschaftlich sinnvoll. Die Amortisationszeiten liegen bei oft unter fünf Jahren und verringern sich bei den erwarteten steigenden Strompreisen. Langfristig bestehen hier erhebliche Kosteneinsparmöglichkeiten.
Daher sind für diese Maßnahmen keine Widerstände zu erwarten. Die Herausforderung ist es allerdings, die Verbräuche transparent zu gestalten, die Bevölkerung umfassend zu informieren und zum Handeln zu bewegen.
Eine größere Herausforderung ist bei der Umsetzung des lastvariablen Stromverbrauchs gegeben. Hier müssen die Anreizsysteme so ausgestaltet werden, dass die Verbraucher von einer kontrollierten Nutzung des Stroms überzeugt werden.

Zusätzliche Untersuchungen zur Stromeinsparung
Auch außerhalb der Gebäude sind umfangreiche Stromeinsparungen möglich. Dies betrifft v. a. die **Stadtbeleuchtung**, die **Lichtsignalanlagen** und den **Elektrizitätseinsatz in der Wasserversorgung**.
Bei der Wasserversorgung kann von einem durchschnittlichen Energieeinsatz von ca. 75 kWh pro Einwohner im Jahr ausgegangen werden. Der Stromverbrauch für die Stadtbeleuchtung in Dresden liegt bei jährlich 25 bis 30 kWh pro Einwohner. Bei der Straßenbeleuchtung sind durch technische Neuerungen und das partielle Abschalten jeder zweiten Lampe während einiger Nachtstunden schon erhebliche Einsparungen erzielt worden. Die sukzessive Einführung der LED-Technik anstelle der bisher verwendeten Gashochdrucklampen, wie sie bereits bei der Anstrahlung der Brücke „Blaues Wunder" zum Einsatz kommt, kann weitere Reduktionspotenziale erschließen.
Das technisch realisierbare Einsparpotenzial wird für beide Felder mit mindestens 20 % angesetzt, wovon bis 2030 durchaus die Hälfte (entspricht ca. 10 kWh/Einwohner und Jahr) realisiert werden könnte. Dies würde zu einer zusätzlichen Stromeinsparung von insgesamt mehr als 5.000 MWh pro Jahr führen.

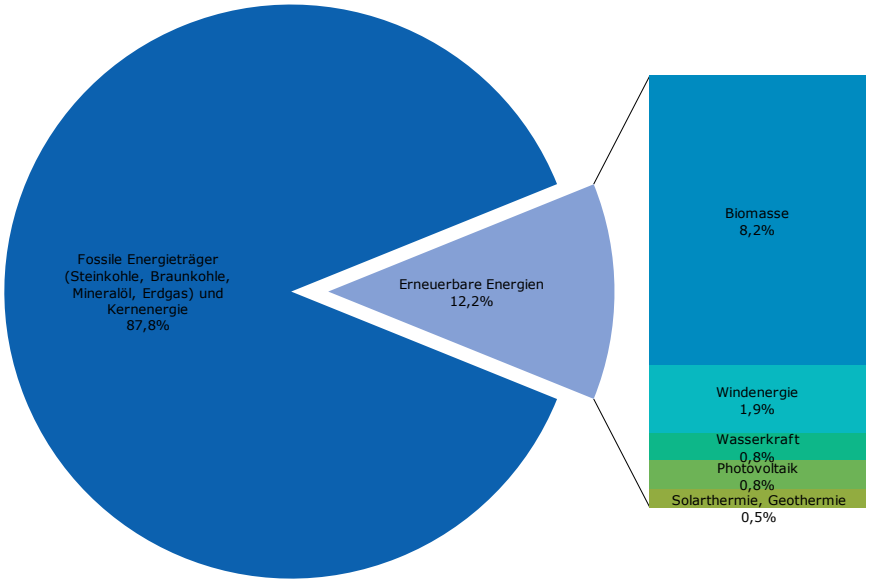
6.2 Aktionsfeld Bereitstellung erneuerbarer Energien

Erneuerbare Energien leisten einen erheblichen Beitrag zu einer zukunftsfähigen Energiepolitik, da Wind-, Solar-, Wasser-, Bioenergie und Geothermie zeitlich unbegrenzt zur Verfügung stehen. Diese Energiequellen verursachen kaum CO_2-Emissionen und helfen somit, die Umwelt- und Klimaschutzziele zu erreichen. Die Europäische Union (EU) hat beschlossen, den Anteil der erneuerbaren Energien in der EU bis 2020 auf 20 Prozent zu steigern. Dabei ist für Deutschland das nationale Ziel von 18 Prozent vorgesehen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Energiegesamtverbrauch von Deutschland lag 2011 bereits bei circa zwölf Prozent. Das Potenzial ist längst noch nicht ausgeschöpft. Laut dem Bundesverband Erneuerbare Energien können bis zum Jahr 2020 rund 28 Prozent des deutschen Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien abgedeckt werden. Im Einzelnen verteilt sich dieser auf 22 Prozent im Verkehrssektor, 25 Prozent im Wärmesektor und etwa 47 Prozent im Stromsektor.

Neben einer klimafreundlichen Energieversorgung hat der Ausbau erneuerbaren Energien einen positiven Beschäftigungseffekt. Die Branche der erneuerbaren Energien entwickelt sich zu einem starken Wirtschaftszweig. Die Zahl der Arbeitsplätze hat sich seit 1998 um den Faktor fünf erhöht. Aktuell beschäftigt die Branche der erneuerbaren Energien rund 340.000 Menschen bei Anlagenherstellern, Projektierern und Zulieferbetrieben. Die Zuwachsrate im Bereich der erneuerbaren Energien betrug in den letzten elf Jahren mehr als 400 Prozent, während andere Wirtschaftszweige Stellen abgebaut haben (vgl. Agentur für Erneuerbare Energien 2012).

Die Strahlung der Sonne ist dabei die hauptsächliche regenerative Energiequelle, die unbegrenzt, umweltfreundlich und kostenlos zur Verfügung steht. Über die Strahlung der Sonne kann auf unterschiedliche Weise Energie gewonnen werden.

Abbildung 6—9: Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland, 2011



Quelle: BMU 2012. Eigene Darstellung Ramboll-KEEA

Mit Photovoltaikanlagen wird über das Sonnenlicht direkt elektrischer Strom erzeugt. Auch die Solarthermie-Anlagen nutzen direkt die Energie der Sonne und wandeln sie in Wärme um. Daneben ist die solare Kühlung ein innovativer Einsatzbereich der Sonnenenergie, der an Bedeutung zunimmt. Auch die „passive" Solarenergienutzung spielt bei Gebäuden eine wesentliche Rolle. Diese erfolgt ohne eine „aktive" Umwandlungstechnik über lichtdurchlässige Elemente der Außenhülle eines Gebäudes. Dazu gehören vor allem Fenster und Glasfassaden. Ohne eine Dämmschicht können auch Außenwände, die der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, während der Heizperiode zu solaren Energiegewinnen in der Gebäudeenergiebilanz beitragen. In diesem Fall würden allerdings die Wärmeverluste durch die fehlende Dämmschicht überwiegen.
Indirekt fallen die regenerativen Energien aus Windkraft und Biomasse auch in die Kategorie der Sonnenenergie, da meteorologische Effekte und Fotosynthese auf der Strahlung der Sonne beruhen.

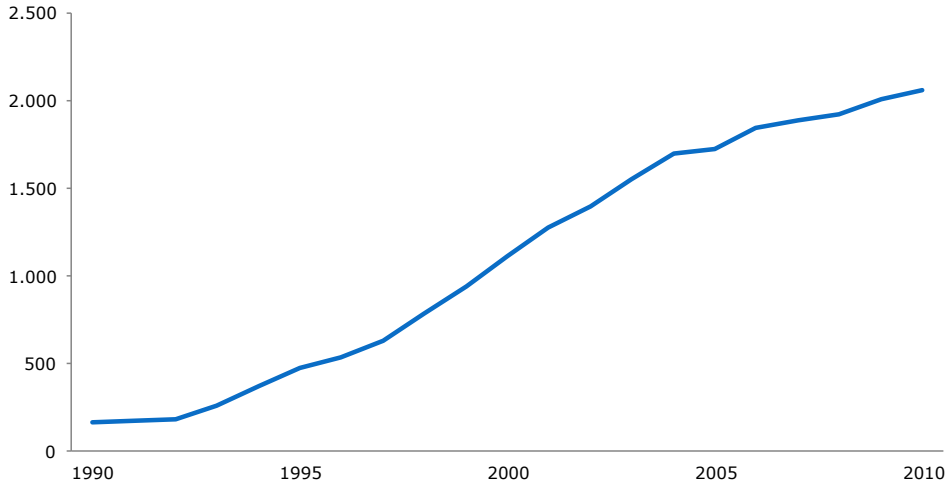
6.2.1 Wind

6.2.1.1 Entwicklung der Windenergienutzung

Die energetische Nutzung von Windenergie trägt weltweit zu einer Reduzierung von CO_2 und der Abhängigkeit von Rohstoffimporten bei. Nach China (42.000 MW) und den USA (40.000 MW) hatte Deutschland (27.125 MW) 2010 die drittgrößte Kapazität zur Stromerzeugung aus Windenergieanlagen (DENA 2012). Seit der 1990ern kann in Deutschland, gefördert durch politische Initiativen wie dem EEG, ein rasanter Anstieg der installierten Windenergieleistung beobachtet werden.

Dies ist auch auf eine starke technische Entwicklung zurückzuführen. Während in den 1980er und frühen 1990er Jahren kleine und mittlere (50 kW - 600 kW) Windenergieanlagen entwickelt und aufgestellt wurden, konzentriert sich die Konstruktion mittlerweile auf Anlagen mit Leistungen im Megawattbereich. Gegenwärtig liegt die typische Leistung einer deutschen Windenergieanlage auf dem Festland („on shore") bei rund zwei MW. Moderne Windkraftanlagen besitzen eine Leistung von drei bis acht MW und sind somit in der Lage im Laufe eines Jahres genügend Strom zu produzieren, um mehr als 3.000 Haushalte mit Strom zu versorgen. Sie besitzen eine Nabenhöhe von 100 bis 140 Metern und einen Rotordurchmesser von etwa 80 bis 130 Metern. Die Nennleistung hängt von lokalen Standortgegebenheiten ab. Die Lebensdauer einer Anlage ist abhängig von dem Modell und der Wartung und liegt zwischen 15 und 25 Jahren.

Abbildung 6—10: Durchschnittliche Leistung neu installierter Windkraftanlagen in Deutschland, 1990-2010 (in MW)



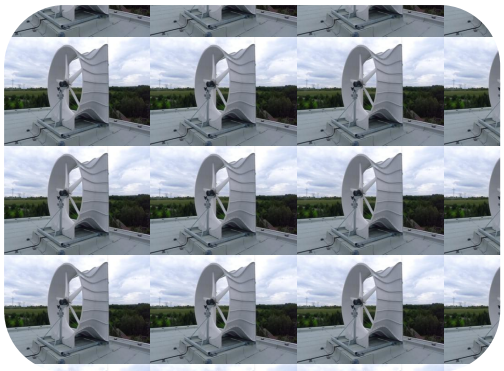
Quelle: Deutsches Windenergie-Institut 2010. Eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Zurzeit werden circa sechs Prozent des gesamten Stromverbrauchs der Bundesrepublik Deutschland durch Windkraft abgedeckt. 2010 produzierten die in Deutschland installierten Windenergieanlagen etwa 36,5 Milliarden kWh Strom mit einer installierten Anlagenleistung von 27,2 GW.

Dem gegenüber steht ein geschätztes Potenzial an on shore-Windenergie von 25 GW installierter Leistung. Off shore bietet allein das deutsche Küstenmeer und die ausschließliche Wirtschaftszone Potenzial von weiteren 25 GW. Neben dem Neubau von Anlagen kann dieses Potenzial auch durch den Austausch älterer Anlagen durch modernere, leistungsfähigere Anlagen („Repowering") ausgeschöpft werden. Daraus könnte ein jährlicher Stromertrag von 85 bis 100 TWh entstehen, was 15 Prozent des heutigen Stromverbrauchs in Deutschland entspräche.
Langfristig könnten in Deutschland somit etwa 50 GW Windenergieleistung installiert werden. In diesem Szenario könnte der derzeitige Stromverbrauch Deutschlands zu 25 Prozent mit Windenergie abgedeckt werden (Bundesverband WindEnergie e.V. 2012: 4).

6.2.1.2 Bestand in Dresden

Innerhalb der städtischen Grenzen Dresdens sind keine EEG-Anlagen zum Erhebungszeitraum (2005) zu verzeichnen. Zum heutigen Zeitpunkt (2012) sind lediglich einige Kleinwindkraftanlagen zu erwähnen, die insgesamt eine Leistung kleiner 10 kW aufweisen und somit für das IEuKK vernachlässigbar sind. Der durch sie erzeugte Strom kann nicht nach dem EEG vergütet werden, da dieses eine Vergütung erst ab einer Leistung von 50 kW vorsieht (Einspeisevergütung 2012).



Kleinwindkraftanlage auf dem Dach der Eisenbahner Wohnungsbaugenossenschaft (EWG)
Dresden, Kesselsdorfer Straße 161
Quelle: Rambøll-KEEA

Bezieht man sich bei der Bestandsbetrachtung nicht auf das Territorialprinzip, sondern auf das Verursacherprinzip, im Sinne einer Dresdner Eigentümerschaft an Anlagen, kann der Bilanzkreis auf die Bestände der Stadtwerke DREWAG ausgeweitet werden. Die DREWAG betreibt drei Windparks außerhalb von Dresden. Der Windpark Ziepel in der Nähe der Stadt Möckern in Sachsen-Anhalt besteht aus acht Windkraftanlagen und hat eine Gesamtleistung von 16 MW. Bei Görlitz betreibt die DREWAG den Windpark Fichtenhöhe mit zwei installierten Windkraftanlagen und einer Nennleistung von vier

MW. Der Windpark Reichenbach bei Gera setzt sich aus drei Windkraftanlagen zusammen mit einer Gesamtleistung von sechs MW (DREWAG 2011). Diese insgesamt 26 MW sind an dieser Stelle der Vollständigkeit halber aufgeführt. Aufgrund der außerterritorialen Lage werden sie für das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept nicht weiter berücksichtigt.

6.2.1.3 Potenzial für Dresden und das Umland

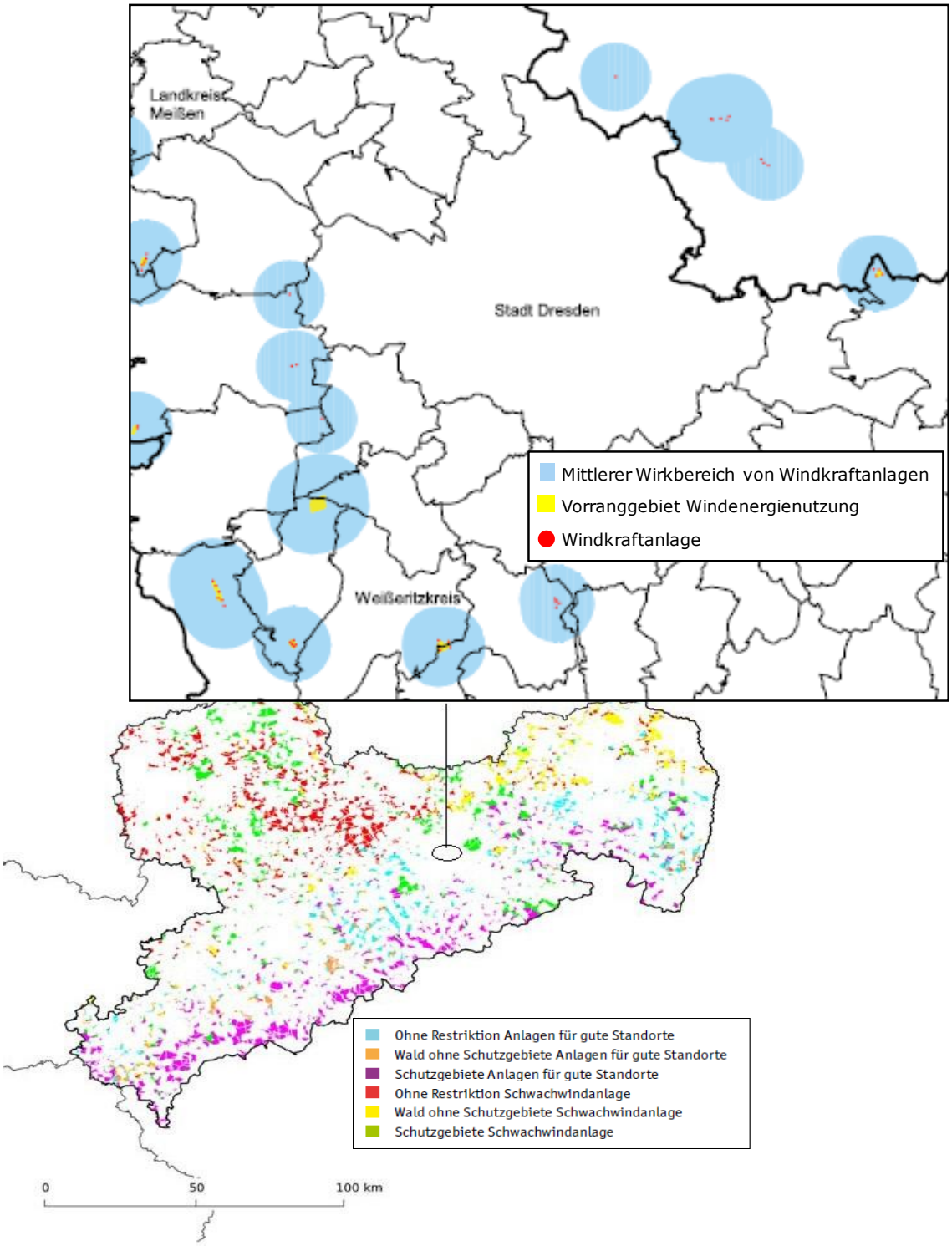
Wie in der Bestandsaufnahme gezeigt, existieren im Stadtgebiet der Landeshauptstadt Dresden zurzeit keine wesentlichen zur Stromerzeugung beitragenden Windkraftanlagen. Theoretisch gesehen ist ein Potenzial für größere Anlagen in Dresden jedoch gegeben. Dieses **theoretische Potenzial** der Windkraftausschöpfung kann, basierend auf der zur Verfügung stehenden Landwirtschaftsfläche von 11.500 ha, geschätzt werden. Ausgehend von Windkraftanlagen mit einer sehr hohen Kapazität, z. B. von fünf MW, und angenommen, dass alle 300 Meter eine Windkraftanlage gebaut werden kann, ergeben sich auf der Landwirtschaftsfläche potenzielle 1.278 Anlagen. Bei einer Auslastung von 1.800 Stunden, würde dies eine Energieausbeute von 11.502 GWh/a für das theoretisch maximale Potenzial ergeben. Das wäre die 4,5-fache Menge des in Dresden benötigten Stroms.

Die folgende Karte stellt die **allgemeinen Windpotenziale** für den Freistaat Sachsen dar. Türkis markierte Flächen stellen geeignete Standorte ohne Restriktionen für Windkraftanlagen dar. Es fällt eine Konzentration solcher Standorte südwestlich von Dresden auf, im westlichen Gebiet des Landkreises Sächsische Schweiz/Osterzgebirge. Diese vorhandenen Potenziale werden in den Szenarien berücksichtigt, indem im Effizienz-Szenario der Betrieb von Windkraftanlagen außerhalb von Dresden zur Strombereitstellung für das Stadtgebiet angenommen wird.

Realistisch ist dieses **Potenzial** durch unterschiedliche Aspekte eingeschränkt. So sind lt. dem Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge, Teilfortschreibung Wind (2003, Fortschreibung 2010) auf dem Stadtgebiet von Dresden keine Vorrang- und Eignungsflächen für die Windenergienutzung ausgewiesen.

Absolute Ausschlussgebiete gibt es aufgrund von regional bedeutsamen Zugbahnen sowie Rast- und Sammelplätzen von Großvogelarten entlang der Elbe. Landschaftsökologische Ausschlussgebiete gibt es an der Nord-, West- und Ostspitze des Stadtgebiet Dresdens. Landschaftsästhetisch begründete Ausschlussgebiete stellen die dicht besiedelten Gebiete sowie Gebiete von der Elbe aus in Richtung der südwestlichen Stadtgrenze dar. Hinzu kommen Hindernisbegrenzungsbereiche für Flugzeuge im nordwestlichen Stadtgebiet. Mögliche Standorte könnten sich aber im Schönfelder Hochland oder in der Nähe der Autobahnen ergeben. Die technische, wirtschaftliche und soziale Machbarkeit müsste jedoch an jedem spezifischen Standort geprüft und in zukünftigen Regionalplänen aufgenommen werden. Anhand dieser beschränkten möglichen Einsatzgebiete wird innerhalb der Stadtgrenzen die Errichtung von fünf Windkraftanlagen mit jeweils drei MW Leistung im Effizienz-Szenario als Diskussionsgrundlage vorgeschlagen. Dies ergäbe eine Gesamtenergie von 27 GWh/a. Der genaue Standort kann nur im Ergebnis spezifischer lokaler Windmessungen sowie einer Debatte verschiedener Interessensvertreter gefunden werden.

Abbildung 6—11: Windpotenzial Sachsen und Windkraftanlagen in der Region Dresden, 2010



Quelle: Bundesverband WindEnergie e.V. 2012 Ausschnitt: Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal-Osterzgebirge 2003: Karte A

Aufgrund der geringen Möglichkeiten, innerhalb der Stadtgrenzen Dresdens Windkraftanlagen zu erreichten, ist auch die Region um Dresden in Betracht zu ziehen. Wie der Fortschreibung des Regionalplans des Regionalen Planungsverbandes Oberes Elbtal/Osterzgebirge aus dem Jahr 2010 entnommen werden kann, gibt es in der Region Dresden einige Windkraftanlagen, die in Vorranggebieten[74] für die Windenergienutzung stehen. Westlich des Stadtgebietes der Landes-

[74] Vorranggebiete sind nach § 8 (7) Nr. 1 des Raumordnungsgesetzes „Gebiete, die für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen sind und andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind."

hauptstadt Dresden gibt es mehrere Windkraftanlagen in den Gebieten der Städte Wilsdruff und Freital. Im Landkreis Bautzen, nordöstlich von Dresden, existieren Windkraftanlagen in den Gemeinden Ottendorf-Okrilla, Wachau und Arnsdorf und auf dem Stadtgebiet von Radeberg. Des Weiteren werden im Regionalplan Vorranggebiete ausgewiesen in den Gemeinden Nossen, Lommatzsch, Diera-Zehren, Taubenheim, Riesa, Wülknitz und Glaubitz, Stolpen, Dippoldiswalde, Reinhardtsgrimma, Höckendorf, Mohorn, Pretzschendorf und Rabenau. In allen Gemeinden sind bereits Windkraftanlagen im Bau oder Betrieb (Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2010).

Angesichts der aus landschaftsästhetischen Gründen berechtigten Einwände, dass es nur beschränkt zur Errichtung von Windkraftanlagen in Dresden selbst kommen wird, ist ein Ausschöpfen möglicher Potenziale aus Windenergie in die Region Dresdens zu verorten. Hier besteht gemäß den genannten Vorrang- und Eignungsgebieten ein hohes Potenzial an Windenergie, das gegebenenfalls zur Energieversorgung für Dresden genutzt werden könnte.

6.2.1.4 Szenarien

In diesem Kapitel werden die Szenarien für den Ausbau der Windenergie beschrieben. Die Ergebnisse sind Tabelle 6-7 zusammengefasst.

Im **Trend-Szenario** werden keine weiteren Anlagen gebaut, das heißt, dass nur die Kleinwindkraftanlagen bestehen bleiben und im Schadensfall durch gleichwertige ersetzt werden. Die installierte Leistung der Windenergie bleibt im Jahr 2030 bei wenigen kW und das vorhandene Potenzial wird so gut wie gar nicht ausgeschöpft.

Im **Aktion-Szenario** wird davon ausgegangen, dass keine Windkraftanlagen auf der Grundlage des bestehenden Regionalplans installiert werden.

Im **Effizienz-Szenario** wird davon ausgegangen, dass ein Windpark mit fünf Windkraftanlagen innerhalb der Stadtgrenzen von Dresden errichtet wird. Dies würde bei einer Reduzierung der Abstandsflächen bei einer angenommenen, möglichen neuen Regionalplanung der Fall sein. Jede Windkraftanlage hat dabei eine Leistung von drei MW. Insgesamt wird eine Gesamtleistung von 15 MW installiert und eine elektrische Energie von 27 GWh/a erzeugt. Der Bau dieses Windparks sollte im Jahr 2020 erfolgen. Gemäß Erfahrungsberichten (KEEA) benötigt die Genehmigungsplanung für den Bau von Windkraftanlagen durchschnittlich drei Jahre. Bei Start der Genehmigungsplanung im Jahre 2017 könnten die Anlagen somit frühestens 2020 ans Netz gehen. Des Weiteren kann sich Dresden für den Ausbau von Windkraft in der Region Dresden einsetzen. Regionale Windparks sind über den sich verbessernden CO_2-Emissionsfaktor des Stromimports berücksichtigt und nicht separat aufgeführt.

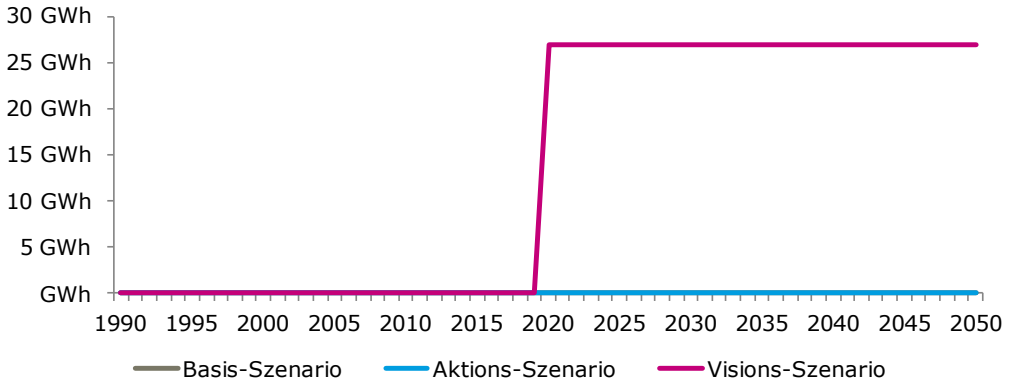
Tabelle 6-7: Effizienz-Szenario-Annahmen für den Ausbau von Windenergie im Stadtgebiet

Szenarien 2030	Effizienz-Szenario
Leistung [kW]	15.000
elektrische Energie [GWh/a]	27
CO_2-Reduktion [t/a]	15.000
Baujahr	2020

Quelle: Rambøll-KEEA
Anmerkung: Es wird eine Laufzeit von 20 Jahren angenommen; die insgesamt erzielte CO2-Einsparung beträgt 310.500 t.

Die Stromproduktion der drei Szenarien, die sich aus den geplanten Neuinstallationen ergibt, ist im zeitlichen Verlauf bis zum Jahr 2050 in der folgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 6—12: Szenarien Ausbau Windenergie in der Stadt und Region Dresden, Landeshauptstadt Dresden, 2010 - 2050 (in GWh)



Quelle: Rambøll-KEEA
Anmerkung: Bezeichnung der Szenarien wurde in den übrigen Berichtsteilen geändert: Basis-Szenario in Trend-Szenario, Visions-Szenario in Effizienz-Szenario.

6.2.1.5 Maßnahmen: Ausbau von Windkraftanlagen[75]

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist der Ausbau von Windkraftanlagen in Dresden. Da es im Stadtgebiet nur wenige Möglichkeiten zur Installation gibt, sind nur fünf einzelne Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von jeweils drei MW vorgesehen. Konkret geht es dabei um Standorte im Schönfelder Hochland und in Nähe zu den Autobahnen. Wenn die Region Dresden mit berücksichtigt würde, könnten weitere Windkraftanlagen in Betracht gezogen werden.

Umsetzungshorizont
Die Maßnahme könnte ab 2017 umgesetzt werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
Verbraucher können durch den Kauf elektrischer Energie mit geringen CO_2-Emissionen den Ausbau erneuerbarer Energie anregen. Ein weiterer fördernder Aspekt ist die enge Beteiligung von Bürgern im Planungsprozess der Windparks bis hin zu finanziellen Angeboten von Bürger-Kapitalbeteiligungen. Dies würde auch die Akzeptanz von siedlungsnahen Windparks erhöhen.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers
Es könnten Betreibermodelle für die regionale Windkraft mit maximaler regionaler Wertschöpfung definiert etabliert werden. Darüber hinaus könnten Windstandorte mit regionalen Partnern gesichert und entwickelt werden. Die soziale Akzeptanz der Maßnahme wird dabei sichergestellt.

Effektivität der Maßnahme
Für ein Megawatt Leistung entstünden Investitionskosten in Höhe von 1,2 Millionen Euro. Über die Laufzeit würden abgezinst 1,5 bis 2 Millionen Euro pro MW als Erträge erzielt. Der Gewinn betrüge -0,3 bis -0,8 Millionen Euro/MW und die Amortisationszeit beliefe sich auf acht Jahre. Über die Laufzeit würden 20.700 Tonnen CO_2 pro MW eingespart. Die Vermeidungserträge betrügen -14 bis -39 EUR pro Tonne CO_2.

KOSTEN	
Investitionskosten:	1,2 Mio. EUR/MW
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	1,5 bis 2 Mio. EUR/MW

NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	-0,3 bis -0,8 Mio. EUR/MW
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	20.700 t CO_2/MW
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-14 bis -39 EUR/ tCO_2

[75] Gemäß Stadtratsbeschluss vom 20.06.2013 wird die Errichtung von Windkraftanlagen im gesamten Dresdner Stadtgebiet abgelehnt.

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Die Installation von Windkraftanlagen im Stadtgebiet ist zwar umstritten, da verschiedene Ausschlussgebiete berücksichtigt werden müssen. Allerdings wäre eine Installation in der umliegenden Region gut machbar. Die Umsetzung der Maßnahme ist mit Einschluss der EEG-Umlage darüber hinaus auch wirtschaftlich sinnvoll. Die Installation von Windkraftanlagen hat einen negativen Einfluss auf die Versorgungssicherheit, da es eine hohe Fluktuation gibt. Für den Ausbau von Windkraftanlagen ist zunächst eine Änderung des Regionalplans zum Ausbau von Windenergie in der Planungsregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge erforderlich; Grundlage dafür sind u. a. Windpotenzialkarten für die Randgebiete der Stadt Dresden. Dabei ist zu beachten, dass die Ausweisung von Vorrang- und Eignungsflächen für die Windenergiegewinnung einen erheblichen Zeitfaktor von teilweise über zehn Jahren darstellen kann.

6.2.2 Photovoltaik

6.2.2.1 Entwicklung der Photovoltaiknutzung

Sonnenenergie kann mittels Photovoltaikanlagen, auch PV-Anlagen genannt, in Strom umgewandelt werden. Diese Anlagen können auf Dächern, Fassaden oder auf Freiflächen installiert werden.
PV-Anlagen setzen sich aus Solarzellen zusammen. Diese bestehen aus dünnen Schichten eines Halbleiters, meist Silizium, welcher durch das einfallende Sonnenlicht eine Gleichspannung erzeugt. Gleichstrom kann für elektrische Geräte oder Batterien direkt genutzt werden oder mittels eines Wechselrichters in Wechselstrom transformiert werden, um in das öffentliche Stromnetz eingespeist oder durch Wechselstromgeräte genutzt zu werden.

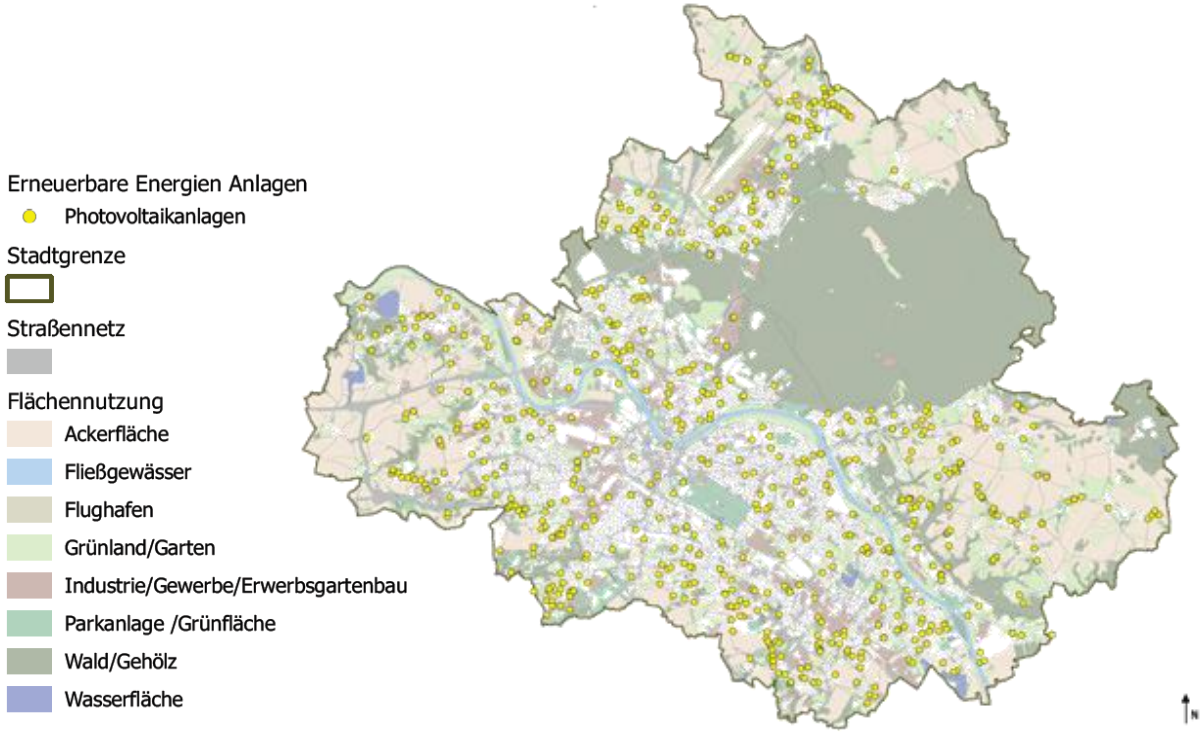
Die installierte Photovoltaik-Leistung in Deutschland ist in den letzten Jahren sprunghaft gestiegen. Waren im Jahr 2000 deutschlandweit nur 56 MW Photovoltaik-Leistung installiert, so waren es 2009 bereits 9.687 MW. Durch Gesetzesinitiativen wie dem „100.000 Dächer"-Programm, dem KfW-Umweltprogramm oder dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz wurden und werden finanzielle Anreize zur Weiterentwicklung und Installation von Photovoltaik-Anlagen geschaffen. Das Potenzial für die energetische Nutzung von Sonnenenergie ist, gemessen an der jährlichen Sonneneinstrahlung, sehr groß. Diese liegt zwischen 900 und 1.200 kWh pro Quadratmeter. Für solare Nutzung sind bundesweit 234.400 Hektar Gebäudeflächen geeignet, bisher werden davon nur 2,5 Prozent genutzt (Agentur für Erneuerbare Energien 2010: 19).

6.2.2.2 Bestand in Dresden

Im Jahr 2010 waren in der Landeshauptstadt Dresden 711 Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 7.522 kWp[76] in Betrieb (EEG-Anlagenstammdaten 2010). In untenstehender Abbildung ist zu erkennen, dass die Photovoltaik-Anlagen relativ gleichmäßig über Dresden verteilt sind, wobei es in den Ortschaften Schönfeld-Weißig/Schullwitz besonders wenig und in den Stadtteilen Coschütz/Gittersee und Weixdorf besonders viele Photovoltaik-Anlagen gibt. Trotz der dichten Siedlungsstruktur im Zentrum von Dresden existieren dort relativ wenige Photovoltaik-Anlagen auf den Gebäuden. Zum Großteil ist dies bedingt durch die Konzentration historischer Bauten im Zentrum, die aus Gründen des Denkmalschutzes oder des ästhetischen Stadtbildes keine Installation ermöglichen.

[76] kWp: Kilowatt-Peak; Spitzenleistung im Sinne der optimalen Leistung einer Photovoltaik-Anlage, abhängig vom Standort, der Modultemperatur und der Sonneneinstrahlung.

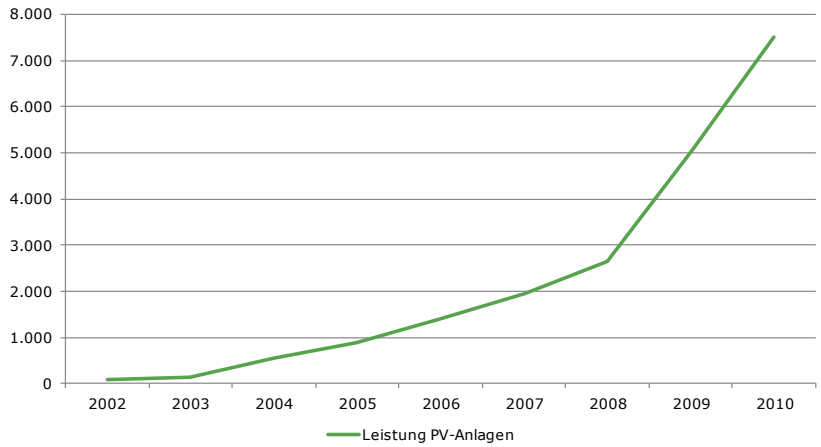
Abbildung 6—13: Photovoltaik-Anlagen im Stadtgebiet, Landeshauptstadt Dresden, 2010



Quelle: EEG Anlagenstammdaten 2010, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Mit der Errichtung einer wachsenden Zahl an Photovoltaik-Anlagen hat seit 2002 die Leistung exponentiell zugenommen. Lag sie 2002 noch bei 94 kWp, stieg sie bis 2007 um das 20-fache auf 1.954 kWp an. Ab 2007 war der Leistungszuwachs noch größer. Im Jahr 2010 lag die gesamte Leistung der PV-Anlagen in Dresden bei 7.522 kWp. Dies entspricht einer elektrischen Energie von 5,22 GWh, welche 0,2 Prozent des Stromverbrauchs von Dresden deckt. Dieser enorme Zuwachs ist unter anderem auf politische Fördermaßnahmen wie dem Erneuerbare-Energien-Gesetz zurückzuführen. Diese Dynamik wird in der Potenzialbetrachtung mit berücksichtigt, in dem das Jahr 2010 als Basisjahr für die Photovoltaik in den Szenarien angenommen wurde.[77]

Abbildung 6—14: Leistung installierte Photovoltaik-Anlagen, Landeshauptstadt Dresden 2002 - 2010 (in kWp)



Quelle: EEG-Anlagenstammdaten 2010, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

[77] Die Stromerzeugung aus PV –Anlagen hat sich bereits 2011 gegenüber 2010 um 6,3 GWh auf 11,75 GWh erhöht. Die bis Ende 2011 installierte Leistung betrug 13,55 MW gegenüber 11,3 MW im Jahr 2010; es wurden über 200 neue PV-Anlagen in Betrieb genommen.

6.2.2.3 Potenzial

Das Potenzial des Ausbaus der **Photovoltaik** in Dresden ergibt sich aus der vorhandenen Globalstrahlung sowie den verfügbaren Flächen (Gebäude- und Freiflächen) in Dresden. Für die Globalstrahlung, definiert als Sonnenstrahlung in kWh pro Quadratmeter werden Durchschnittswerte des Deutschen Wetterdienstes hinzugezogen (Sun AREA 2010: 10). In Dresden liegt die Globalstrahlung bei 1.050 kWh pro Quadratmeter (SMUL 2008).

Datengrundlage für die Ermittlung verfügbarer Flächen ist das Solarkataster der Landeshauptstadt Dresden. In diesem sind alle technisch potenziell nutzbaren Gebäudeflächen für Photovoltaik-Anlagen erfasst, die durch Laserscandaten einer Überfliegung im Jahr 2009 für Dresden aufgenommen wurden. Mit diesen Daten wurde ein digitales Oberflächen-Modell (DOM) entwickelt, welches mit der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) verschnitten die technisch geeigneten Dachflächen abbildet.
Die Potenziale für freistehende Photovoltaik-Anlagen, z. B. auch entlang von Verkehrstrassen, sind hier nicht dargestellt. Es wird empfohlen, diese in einem anschließenden Prüfauftrag zu erheben.

Das durch das digitale Oberflächen-Modell erhobene theoretische Potenzial setzt sich aus den Standortfaktoren Exposition, Neigung, Verschattung und Globalstrahlung sowie einer Mindestgröße der Dachfläche zusammen. Die optimale Dachexposition ist südlich, hier werden bis zu 100 Prozent der Energie genutzt und die optimale Dachneigung liegt bei 30 bis 45 Grad (Steinbeis 2010: 11 ff). Die Verschattung von Dachflächen hängt von der geographischen Breite, der jeweiligen Tages- und Jahreszeit, des Sonnenazimuts und der Sonnenhöhe ab (SMUL 2008).
Für die Mindestgrößen der Dachflächen gilt, dass sich ab zehn Quadratmetern Photovoltaik-Anlagen anbieten (SMUL 2008). Es wird ein Wirkungsgrad von 15 Prozent angenommen (SUN-AREA 2010: 7).

Die Ergebnisse dieses digitalen Oberflächen-Modells sind auf der Homepage der Landeshauptstadt Dresden im sog. Themenstadtplan (http://stadtplan.dresden.de/) einzusehen. Ein Ausschnitt der Solarpotenzialkarte findet sich in der unten stehenden Abbildung. Dunkelrot steht für Flächen, die sehr gut geeignet sind (mehr als 900 kWh/kWp), orange für gut geeignete Flächen (800 - 900 kWh/kWp) und hell-orange für bedingt geeignete Flächen (700 - 800 kWh/kWp) (Landeshauptstadt Dresden, Themenstadtplan 2012).

Abbildung 6—15: Ausschnitt Solarpotenzial-Dachkataster Dresden

Quelle: Landeshauptstadt Dresden Themenstadtplan 2012

In der Landeshauptstadt Dresden eignen sich von insgesamt 146.365 Gebäuden 100.941 für eine Nutzung der Sonnenenergie für Solarthermie oder Photovoltaik, was einer Fläche von 7.819.209 Quadratmetern entspricht (SUN-AREA 2010: 13). Aufgrund der höheren Nutzbarkeit von Strom- statt Wärmeenergie wird der Photovoltaik ein Vorrang gewährt. Bei zukünftig sinkenden PV-Preisen könnte Photovoltaik die Solarthermie weiter verdrängen.

Etwa 50 Prozent der nutzbaren Gebäudeflächen sind sehr gut für Photovoltaik-Anlagen geeignet, 28 Prozent gut und 23 Prozent nur bedingt; siehe nachstehende Tabelle. Neben den unterschied-

lich geeigneten Flächen für PV und der dazugehörigen kWp-Leistung ist auch der Stromertrag dargestellt.

Tabelle 6-8: Ergebnisse Solarpotenzialanalyse Photovoltaik Dresden, 2010

Eignung	Fläche [m²]	Anteil an potenzieller Fläche [%]	kWp-Leistung	Stromertrag [GWh/a]
sehr gut geeignet	3.855.400	49 %	550.771	537
gut geeignet	2.178.218	28 %	311.316	265
bedingt geeignet	1.784.591	23 %	254.941	191
Gesamt	**7.818.209**	**100 %**	**1.117.028**	**993**

Quelle: Eigene Darstellung nach SUN-AREA 2010: 13

Das oben dargestellte theoretisch mögliche Potenzial wird aber durch bautechnische Restriktionen und anderen Faktoren, wie dem Eigentümerverhältnis und der Frage, ob das Gebäude noch mindestens 20 Jahre bestehen bleibt, eingeschränkt. In der Praxis kann man von einem realisierbaren Potenzial von 30 Prozent ausgehen (Klärle 2011). In Bezug auf einen theoretisch möglichen Stromertrag von 993 GWh pro Jahr ergibt sich daraus ein realisierbares Potenzial von knapp 300 GWh pro Jahr. Dies deckt etwa zehn Prozent des Stromverbrauchs des Bilanzierungsjahres 2005.

Zusätzlich zu den beschriebenen Potenzialen der Gebäudeflächen für Solarenergie gibt es noch Potenziale für Freiflächen, wofür momentan keine Daten vorliegen. Zudem ist es durch die aktuelle Änderung des EEG offen, wie attraktiv die Installation von Freiflächenanlagen in urbanen Strukturen derzeit ist und zukünftig sein wird. Auch sind diese Anlagen als Einzelobjekte stark investorenabhängig. Daher werden Freiflächen-Potenziale nicht in der Szenarien-Betrachtung berücksichtigt, sondern als Prüfauftrag für eine weiterführende Untersuchung empfohlen. Ziel dabei ist die Ermittlung der Flächen, die kurz- und mittelfristig zur Verfügung stehen würden.

6.2.2.4 Szenarien

Anhand der Potenziale für Gebäudeflächen werden die drei Ausbauszenarien für **Photovoltaik** differenziert. Sie unterscheiden sich in ihren Installationsraten und den daraus resultierenden installierten Flächen. Startpunkt für die Prognosen ist das Jahr 2010, zwischen 2005 und 2010 ist die tatsächliche Entwicklung nachgebildet. Die horizontale, magentafarbene Gerade stellt das umsetzbare Potenzial an Solarstrom in Dresden in Höhe von 298 GWh pro Jahr dar.

Tabelle 6-9: Szenarioannahmen Ausbau Photovoltaik

Szenarien bis 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
jahresdurchschnittliche Installationsrate[78] [%]	10	50	100
Installierte Fläche [m^2]	137.000	684.000	1.370.000
Anteil installierter Fläche am Potenzial [%]	5	18	34
Elektrische Energie [GWh]	**15**	**53**	**100**

Quelle: Rambøll-KEEA

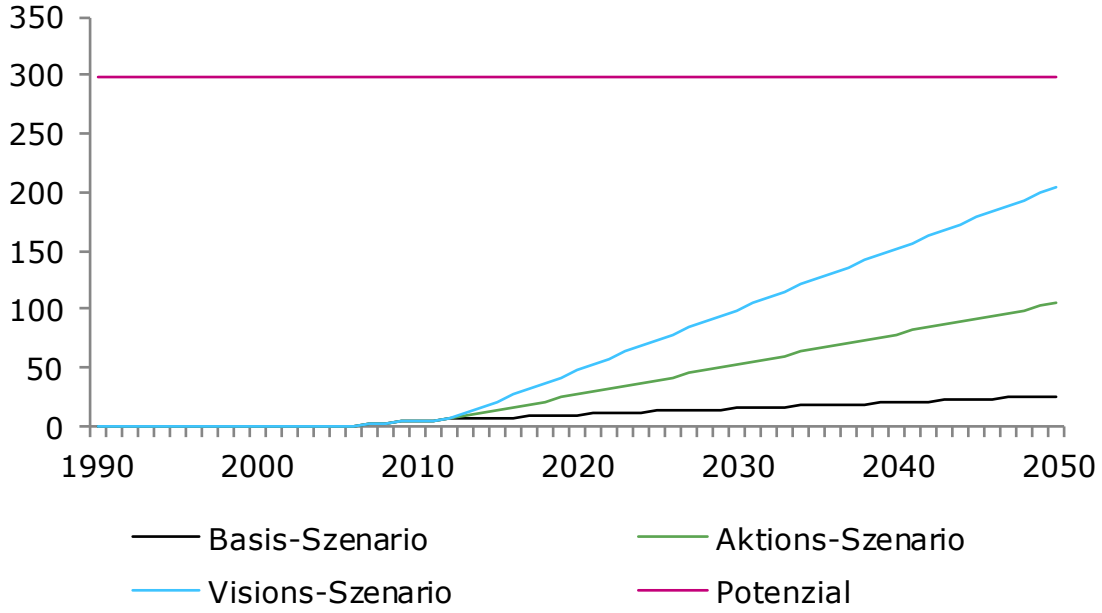
Im Trend-Szenario wird davon ausgegangen, dass die derzeitige Installationsrate gegenüber anderen erneuerbaren Energieformen zurückgeht. Sie wird auf zehn Prozent geschätzt. Mit dieser Installationsrate wird im Jahr 2030 mit einer installierten Fläche von 137.000 Quadratmetern lediglich sechs Prozent des umsetzbaren Potenzials erreicht. Die daraus resultierende elektrische Energie liegt 2030 bei 15 GWh.

Im Aktion-Szenario wird eine Installationsrate von 50 Prozent angesetzt. Diese kann nur durch eine politische Förderung erreicht werden. Im Jahr 2030 wird damit nur 18 Prozent des umsetzbaren Potenzials erreicht. In diesem Szenario kann Solarstrom in Höhe von 53 GWh gewonnen werden.

[78] Die Installationsrate bezieht sich auf die jährliche Zuwachsrate, das heißt die Rate an jährlich neu installierten Anlagen.

Im Effizienz-Szenario wird von einer Installationsrate von 100 Prozent ausgegangen. Dies ist nur mit Hilfe einer aktiven politischen Förderung erreichbar. Im Jahr 2030 werden 34 Prozent des umsetzbaren Potenzials genutzt. Dies entspricht einer installierten Fläche von 1.370.000 Quadratmetern, aus denen eine elektrische Energie von 100 GWh gewonnen werden kann.

Abbildung 6—16: Szenarien Ausbau Photovoltaik, Landeshauptstadt Dresden 2010 - 2050 (in GWh)



Quelle: Rambøll-KEEA
Anmerkung: Bezeichnungen der Szenarien wurden in den übrigen Berichtsteilen geändert: Basis-Szenario in Trend-Szenario, Visions-Szenario in Effizienz-Szenario.

6.2.2.5 Maßnahme: Ausbau Photovoltaik

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist der Ausbau von Photovoltaik-Flächen auf Dachflächen in ganz Dresden. Darüber hinaus können zum Beispiel auch Photovoltaik-Anlagen auf Freiflächen, z. B. auf dem Südhang der Deponie Radeburger Straße oder entlang von Verkehrstrassen installiert werden. Die Installation der Anlagen könnte sich am Solarpotenzial der verschiedenen Flächen, das in einem Solarkataster dargestellt wird, orientieren.

Umsetzungshorizont
Die Maßnahme könnte ab 2012 umgesetzt werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
- Der Ausbau von Photovoltaik-Flächen kann durch den Einkauf von elektrischer Energie mit geringen CO_2-Emissionen gefördert werden.
- Mit Installationsunternehmen könnte ein Marketingkonzept entwickelt werden, das einen Marktanreiz bei privaten Hausbesitzern setzt und ihr Nutzerverhalten beeinflusst.
- Mit Hilfe des Solarkatasters könnte eine Vermarktung von Dachflächen stattfinden. Eine Dachflächenbörse ermöglicht die Koordination von Angebot und Nachfrage für geeignete Dachflächen bzw. Investitionen.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden
Für die Steuerproblematik der PV-Gewinnung und -nutzung bei den Wohnungsbaugenossenschaften könnte die Landeshauptstadt Dresden ein Lösungskonzept erarbeiten.

Effektivität der Maßnahme
Die Investitionskosten betragen 300 Euro/m² (erwartete Kostenentwicklung für 2013). Eine Investition in eine Photovoltaik-Anlage amortisiert sich nach zehn Jahren und erzielt einen Gewinn von -100 Euro/m². Die Erträge betragen abgezinst über die Laufzeit 400 Euro/m². Über die Laufzeit würden 1,5 Tonnen CO_2 /m² eingespart und die Vermeidungserträge beliefen sich auf -67 Euro/t CO_2.

KOSTEN	
Investitionskosten:	300 EUR/m²
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	400 EUR/m²

NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	-100 EUR/m²
CO_2-Einsparung (über Laufzeit):	1,5 t CO_2/m²
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-67 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Die Technologie der Photovoltaik wird bereits vielfach eingesetzt und in der Bevölkerung akzeptiert. Mit Einbeziehung der EEG-Umlage ist die Installation der Anlagen darüber hinaus wirtschaftlich. Die Installation der Anlagen hat jedoch negative Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit, da die Energieerzeugung fluktuiert. Andererseits ist die Sonne als Energiequelle unerschöpflich und kann lokal genutzt werden. Damit trägt der Einsatz von Photovoltaik-Anlagen zu einer gesteigerten Unabhängigkeit von importiertem Strom bei.

6.2.3 Solarthermie

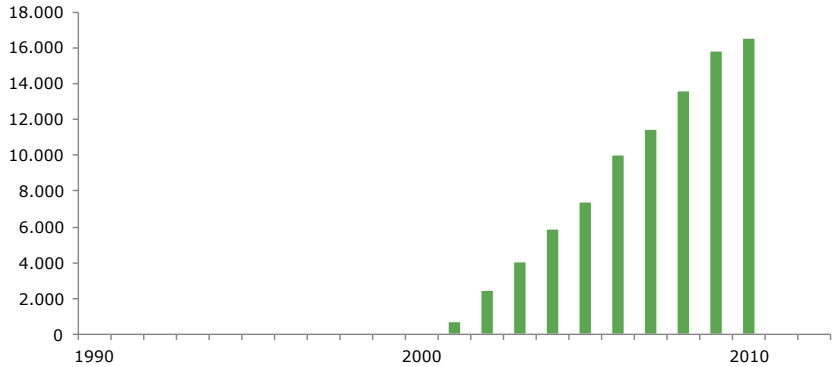
Eine weitere Möglichkeit, die eingestrahlte Sonnenenergie direkt zu nutzen, besteht in der Umwandlung von Sonnenenergie in Wärmeenergie. Dazu können Sonnenkollektoren genutzt werden, die Sonnenenergie absorbieren und in Wärme umwandeln. Diese Wärme wird an ein Trägermedium, meistens Wasser, übertragen, welches über ein Rohrsystem zu einem Speicher gepumpt wird. Dort wird es mit Hilfe eines Wärmetauschers an das Brauchwasser abgegeben und strömt abgekühlt zu den Kollektoren zurück. Solange nutzbare Wärme in den Kollektoren zur Verfügung steht, hält der Regler die Pumpe in Betrieb. Im Winter heizt ein Kessel die fehlende Wärme nach.

Die Wärmebereitstellung durch Solarthermie hat seit den 1990er Jahren stetig zugenommen. Bundesweit lag im Jahr 2010 die bereitgestellte Wärme durch Solarthermie bei 5.200 GWh. Das Potenzial für die wärme- oder kältetechnische Nutzung von Solarenergie ist in Deutschland noch nicht ausgeschöpft. Allein das Gebäudeflächenpotenzial für die Nutzung von Solarenergie in Deutschland beläuft sich auf 234.400 Hektar, von dem im Jahr 2008 nur 1.100 Hektar für Solarkollektoren genutzt wurden (Agentur für Erneuerbare Energien 2010: 26). Dies entspricht nur 0,5 Prozent des möglichen Potenzials. Zu beachten ist, dass das die Nutzung der Gebäudeflächen für Solarthermie in Konkurrenz zur PV-Nutzung steht.

6.2.3.1 Bestand in Dresden

In diesem Kapitel werden die bestehenden Solarthermie-Anlagen der Landeshauptstadt Dresden beschrieben. Datengrundlage dafür bildet der Solaratlas des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), der aktuelle Marktentwicklungen für Solarthermie-Anlagen aufzeigt. Dargestellt sind daher nur die von der BAFA geförderten Anlagen.
Wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist, hat der Bestand an installierten Flächen zur solarthermischen Nutzung von Sonnenenergie seit Anfang 2000 stark zugenommen. Waren es im Jahr 2001 noch etwa 1000 Quadratmeter installierte Fläche, so sind es gegen Ende des Jahres 2010 schon 16.500 Quadratmeter.

Abbildung 6—17: Installierte Fläche Solarthermie, Landeshauptstadt Dresden, 2001 - 2010 (in m²)



Quelle: Solaratlas 2012, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Nimmt man den Mindeststandard für Solarthermie-Anlagen nach dem Zertifikat „Standard Solar Keymark" als Grundlage für den Ertrag, den eine solche Anlage erwirtschaften sollte, so ergeben sich 420 kWh pro Quadratmeter (ESTIF 2012). Verrechnet man diesen Mindestertrag mit der installierten Fläche von 16.500 Quadratmetern im Jahr 2010, erhält man eine produzierte Wärme von mindestens 6,9 GWh pro Jahr. Damit können 1,4 Prozent des jährlichen Warmwasserbedarfs der Dresdner Wohngebäude gedeckt werden.

6.2.3.2 Potenzial

Neben der Photovoltaik bestehen große Potenziale zur Nutzung von Sonnenenergie im Bereich der **Solarthermie**. In diesem Kapitel wird das theoretische Potenzial für solarthermische Anlagen dargelegt. Die Ergebnisse resultieren aus der SUN-AREA-Studie für Dresden aus dem Jahr 2010. Dort wird eine Gebäudefläche von 7,8 Quadratkilometer für die Nutzung von Sonnenenergie für Photovoltaik oder Solarthermie ausgewiesen (SUN-AREA 2010: 13). Ein Teil kann für Solarthermie verwendet werden, allerdings hat die Installation von Photovoltaik-Anlagen Vorrang, da elektrische Energie energetisch und ökonomisch wertvoller ist als thermische Energie. Wie in Kapitel 6.2.2.3 beschrieben, könnte bei zukünftig sinkenden PV-Preisen, die Stromumwandlung aus Sonnenenergie die Solarthermie weiter verdrängen. Zurzeit wird angenommen, dass ein Zehntel der potenziellen Fläche von 7,8 km^2 für die Solarthermie verwendet werden kann. Diese potenzielle Teilfläche multipliziert mit dem festgelegten Mindeststandard für solarthermische Anlagen von 420 kWh pro Quadratmeter und Jahr, ergibt ein **theoretisches Potenzial** von fast 330 GWh/Jahr für die Solarthermie in Dresden.

Tabelle 6-10: Potenzial Solarthermie Landeshauptstadt Dresden (Stand 2010)

	Potenzial
Theoretisches Solarwärmepotenzial	328 GWh
Solarer Deckungsgrad Warmwasser	66,2 %
Solarer Deckungsgrad Heizwärme	14,6 %

Quelle: Sun-Area 2010, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Mit diesem Potenzial könnte der Warmwasserbedarf des aktuellen Wohngebäudebedarfes zu 66,2 Prozent gedeckt werden und der Heizwärmebedarf beim aktuellen Stand zu etwa 14,6 Prozent. Im Jahr 2010 wurden nur 2,2 Prozent dieses theoretischen Potenzials ausgenutzt. Es besteht demnach noch großer Spielraum für den Ausbau.

Eine weitere technische Möglichkeit besteht in der Installation von Solarkollektoranlagen mit saisonalem Speicher. Bei dieser Anlagentechnik sind Kollektorflächen in einer Größenordnung und Ausrichtung nötig, die eine konkrete Berücksichtigung beim Gebäudeentwurf verlangt. Daher ist diese Technik nur bei einem Neubau sinnvoll und kann als einzelnes Neubauprojekt – als Einzelgebäude oder Siedlung – betrachtet und bilanziert werden.
Eine andere technische Möglichkeit ist die Nutzung von solarthermischen Anlagen für die Prozesswärme von industriellen Anlagen. Diese erfordert eine Abstimmung der gesamten energetischen Prozesskette. Daher ist es im Rahmen eines Prüfauftrags sinnvoll, Einzelvorhaben im Woh-

nungsbau oder in der gewerblichen Wärmenutzung zu identifizieren und seitens der Stadtpolitik zu fördern.

6.2.3.3 Szenarien

Für den Ausbau solarthermischer Anlagen werden im Folgenden drei unterschiedliche Entwicklungsszenarien entwickelt. Sie unterscheiden sich jeweils in den angenommenen Installationsraten. Im Jahr 2010 werden durch die bereits installierten Anlagen nur 2,1 Prozent des theoretischen Potenzials von 328 GWh pro Jahr ausgeschöpft.

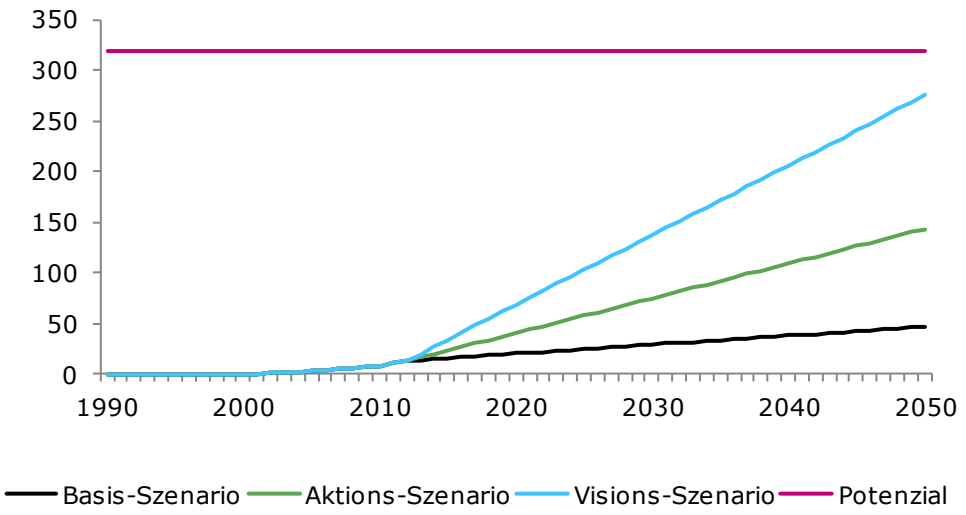
Tabelle 6-11: Szenarioannahmen Ausbau Solarthermie Dresden

Szenarien 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
jahresdurchschnittliche Installationsrate [%]	13,0	50,0	100,0
Installierte Fläche pro Jahr [m²]	2.150	6.120	14.400
Wärmeenergie für 2030 [GWh]	29	75	137
Anteil am Potenzial in 2030 [%]	**9**	**23**	**43**

Quelle: Rambøll-KEEA

Für das Trend-Szenario wurde die mittlere Ausbaurate von 13 Prozent der letzten Jahre als Trend für die zukünftige Installationsrate fortgeführt. Mit dieser Installationsrate wird jährlich eine Fläche von 2.150 Quadratmetern installiert. Dies entspricht im Jahr 2030 einer produzierten thermischen Energie von 29 GWh, was neun Prozent des möglichen Potenzials entspricht.
Im Aktion-Szenario wird von einer mittleren Ausbaurate von 50 Prozent ausgegangen, was einer jährlich neu installierten Fläche von 6.120 Quadratmetern entspricht. Für das Jahr 2030 führt diese Ausbaurate zu einer produzierten thermischen Energie von 75 GWh. Dies entspricht einer Ausschöpfung des Potenzials von 23 Prozent.
Das Effizienz-Szenario geht von einer sehr hohen Ausbaurate von 100 Prozent pro Jahr aus. Dafür müsste in etwa der Anlagenbestand aus dem Jahr 2010 in jedem Jahr neu installiert werden. Im Jahr 2030 könnte so eine thermische Energie von 137 GWh produziert werden, womit es zu einer Ausschöpfung von 43 Prozent des theoretischen Potenzials käme.
Nachfolgend werden die Entwicklung der drei Szenarien sowie das maximal erreichbare Potenzial graphisch dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass das Effizienz-Szenario sich dem maximalen Potenzial im Jahr 2050 stark annähert, während hingegen das Trend-Szenario lediglich dem heutigen Trend folgt.

Abbildung 6—18: Szenarien Ausbau Solarthermie, Landeshauptstadt Dresden 2010-2050 (in GWh)



Quelle: Rambøll-KEEA
Anmerkung: Bezeichnungen der Szenarien wurden in den übrigen Berichtsteilen geändert: Basis-Szenario in Trend-Szenario, Visions-Szenario in Effizienz-Szenario.

6.2.3.4 Maßnahmen

6.2.3.4.1 Ausbau der Solarthermie

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist die solarthermische Warmwasserbereitstellung in Haushalten und Unternehmen. Zu diesem Zweck könnte auf Dachflächen mit einer jährlichen thermischen Energieerzeugung von 420 kWh/m² die Solarthermie ausgebaut werden.

Umsetzungshorizont
Das Vorhaben könnte ab 2012 umgesetzt werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
Mit Hilfe von Installateuren könnte ein Marktanreiz bei privaten Hausbesitzern geschaffen werden. Darüber hinaus könnte das Solarkataster vermarktet werden und bestehende finanzielle Förderlinien stärker kommuniziert und transparent dargelegt werden. Der Aufbau einer Dachflächenbörse könnte zur Koordination von Angebot und Nachfrage geeigneter Dachflächen bzw. Investitionen angestoßen werden.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden
Finanzielle Fördermittel zur Verwirklichung des Vorhabens sind bereits verfügbar und bedürfen keiner Ergänzung durch die Stadt Dresden. Weitere lokale Anreize für den Ausbau, wie zum Beispiel Vorranggebiete, könnten in Verbindung mit der Fernwärme-Ausbaustrategie gegeben werden.

Effektivität der Maßnahme
Kosten und Nutzen der Maßnahme werden in der Tabelle dargestellt. Die Amortisationszeit einer Investition in solarthermische Warmwasserbereitstellung beträgt 15 bis 20 Jahre.

KOSTEN	
Investitionskosten:	700 bis 1.000 EUR/m²
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	600 bis 900 EUR/m²
NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	-200 bis 400 EUR/m²
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	3 t CO_2/m²
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-67 bis 133 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Die Technologie wurde bereits gut erprobt und vielfach eingesetzt. Die Anlagen nutzen lokale Sonnenenergiepotenziale, die nicht erschöpflich sind. Damit trägt die Nutzung von solarthermischen Anlagen zur Steigerung der Unabhängigkeit von Energieimporten wie Erdgas bei. Sie ist darüber hinaus in der Bevölkerung akzeptiert und gewünscht sowie wirtschaftlich langfristig machbar. Die Nutzung solarthermischer Anlagen zur Warmwasserbereitstellung setzt die Kombination mit Wärmespeichern und/oder alternativen Wärmeerzeugungstechniken voraus, da es sich um einen fluktuierenden Energieträger handelt. Diese Fluktuation verursacht eine Einschränkung in der Versorgungssicherheit. Vor der Umsetzung könnte eine Optimierung der Warmwasseraufbereitung geprüft werden, bei der die Hygiene nicht thermisch, sondern über andere Methoden (z. B. Ultrafiltration) gewährleistet wird. Im Wohnungsbau könnten darüber hinaus Einzelvorhaben für die Eignung der Installation von solarthermischen Anlagen mit saisonalem Speicher identifiziert werden. Möglichkeiten der Nutzung von Prozesswärme von industriellen Anlagen könnten ebenfalls untersucht werden.

Bei der Auswahl zur Nutzung geeigneter Potenziale ist auf den Nutzungskonflikt zu anderen Technologien der Wärmebereitstellung zu achten (BHKW, Fernwärme). Bei Nutzungskonflikten sollte die Technologie mit den geringsten CO_2-Vermeidungskosten bevorzugt werden.

6.2.3.4.2 Solarthermische Großanlage mit saisonalem Speicher (Energieversorger)

Gegenstand der Maßnahme
Diese Maßnahme zielt auf die Installation einer solarthermischen Großanlage zur zentralen Wärmeerzeugung durch einen Energieversorger ab. Die Anlage sollte mit einem saisonalen Speicher verbunden werden, damit eine ganzjährige Nutzung als Wärmegrundlast im Fernwärmenetz möglich wäre. Eine Installation könnte auf einer verfügbaren Brach-/Freifläche durchgeführt werden.

Umsetzungshorizont
Die Installation einer solarthermischen Großanlage könnte ab 2030 erfolgen.

Förderung des Nutzerverhaltens
Das Nutzerverhalten könnte mit den gleichen Maßnahmen gelenkt werden wie im Maßnahmenpaket „Fernwärme" (siehe Abschnitt 6.1.3.5). Ohne entsprechende politische Rahmenbedingungen ist eine Realisierung des Vorhabens nicht möglich.

Effektivität der Maßnahme
Die Kosten für die Installation einer solarthermischen Großanlage würden sich auf rund 200 Millionen Euro belaufen. Pro Jahr könnten mit der Anlage rund 9.000 Tonnen CO_2 eingespart werden.

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Die Installation der Anlage selbst ist technisch bereits gut machbar, während sich die saisonalen Speicher derzeit noch im Entwicklungsstadium befinden. Für eine Realisierung des Vorhabens würden sehr große Flächen benötigt, was unter Umständen zu Protesten und Widerstand in der Bevölkerung führen könnte. Vorab ist daher zu prüfen, ob geeignete Freiflächen überhaupt zur Verfügung stehen. Die Installation einer solarthermischen Großanlage ist unter ökonomischen Gesichtspunkten gegenwärtig noch nicht sinnvoll.

6.2.4 Geothermie

6.2.4.1 Entwicklung der Geothermienutzung

Mit dem Begriff der Geothermie wird die Nutzung der Erdwärme zur Gewinnung von Strom, Wärme und Kälte verstanden. Dabei wird zwischen der oberflächennahen Erdwärmenutzung und der Tiefengeothermie (ab 400 Meter Tiefe) unterschieden.

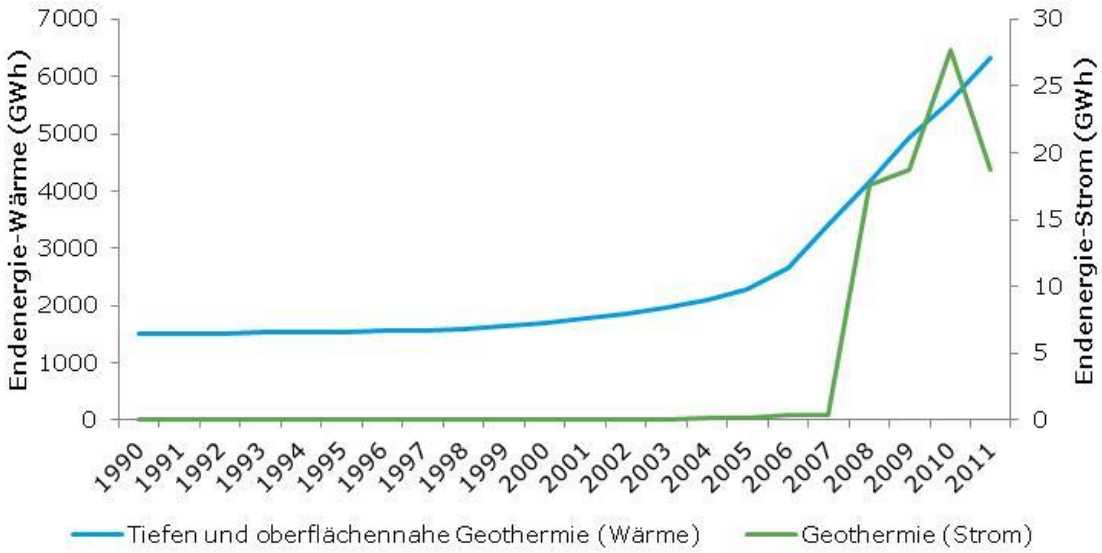
Innerhalb der oberen Schichten des Erdbodens besteht eine relativ konstante Temperatur, im Gegensatz zu den Temperaturschwankungen an der Erdoberfläche. Die in fünf bis zehn Metern gemessene Temperatur entspricht der Jahresmitteltemperatur des Standortes. In Deutschland liegt diese bei 8 - 10 °C. Die Temperaturen steigen pro Kilometer Tiefe um circa 30 °C bis zum Erdmittelpunkt bei etwa 6000 °C an.

Mittels unterschiedlicher Techniken, wie Erdwärmesonden (vertikale Bohrungen), Erdwärmekollektoren (horizontal und oberflächennah ins Erdreich eingebrachte Systeme) oder Erdwärmekörben, aber auch mit erdgebundenen Beton-Bauteilen, wird die Wärme an die Oberfläche befördert. Um die Wärme für Heizanwendungen für Gebäude zu nutzen, kommen meistens Wärmepumpen zum Einsatz. Im Sommer kann die Wärmepumpenheizung zusätzlich zum Kühlen genutzt werden.

Die energetische Nutzung von Erdwärme zur Stromerzeugung ist in Deutschland im Vergleich zu anderen Länder nicht sehr weit entwickelt. Waren im Jahr 2010 nur 7,5 MW (BMU 2011: 10) in Deutschland installiert, so hatten beispielsweise die USA 3.093 MW und die Philippinen 1.904 MW Leistung installiert (Bundesverband Geothermie 2010). Um die Tiefengeothermie für die Stromerzeugung zu nutzen, müssen bestimmte geologische Voraussetzungen bestehen. Wirtschaftlich sind solche Bereiche interessant, deren geologische Formationen Schichten mit heißem Wasser führen. Mit der petrothermalen Geothermie ist die Nutzung auch an Standorten ohne Heißwasservorkommen im Untergrund möglich (vgl. Agentur für Erneuerbare Energien 2010: 30).

Im Gegensatz dazu ist die energetische Nutzung von Erdwärme zur Wärmeerzeugung relativ weit entwickelt in Deutschland. Hier rangiert Deutschland weltweit auf Platz fünf, hinter den USA, China, Schweden und Norwegen (Bundesverband Geothermie 2010).

Abbildung 6—19: Endenergie (Strom und Wärme) Geothermie in Deutschland



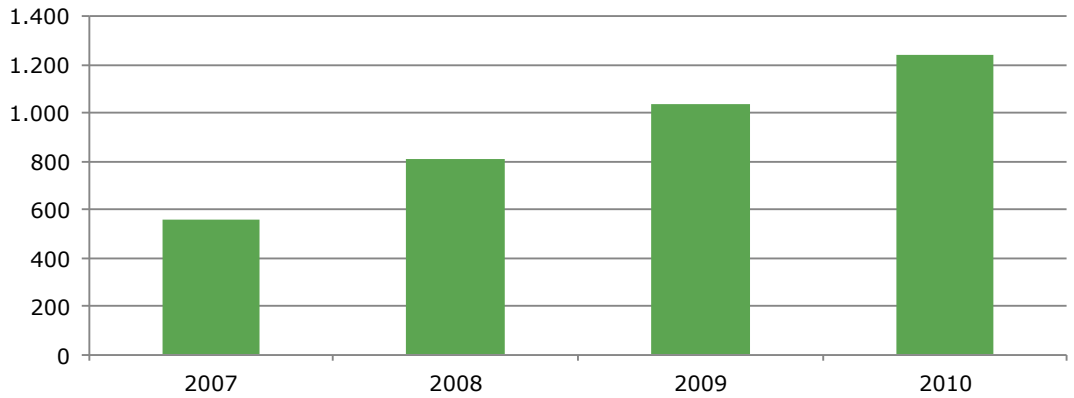
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2012: 6 ff.

Laut der Agentur für Erneuerbare Energien (2010: 29) belief sich die Stromerzeugung im Jahr 2008 aus Geothermie auf 20 GWh. Im Bereich der Wärmeerzeugung lag der Anteil von Geothermie dagegen schon bei 4.600 GWh pro Jahr (Agentur für Erneuerbare Energien 2010: 29).

6.2.4.2 Bestand in Dresden

In diesem Kapitel wird der Bestand an geothermalen Wärmepumpen der Landeshauptstadt Dresden beschrieben. Die Datengrundlage dafür bieten die erhobenen Daten der ENSO und der DREWAG. Im Jahr 2007 waren 559 Wärmepumpen in der Landeshauptstadt Dresden installiert. In den folgenden vier Jahren konnte ein deutlicher Zuwachs an Wärmepumpen verzeichnet werden. So sind es im Jahr 2010 mit 1.243 installierten Wärmepumpen schon mehr als doppelt so viele wie im Jahr 2007 (ENSO und DREWAG). Die Entwicklung der installierten Wärmepumpen in den Jahren 2007 bis 2010 ist nachfolgend graphisch dargestellt.

Abbildung 6—20: Anzahl Wärmepumpen im Stadtgebiet, Landeshauptstadt Dresden 2007 - 2010 (absolute Angaben)



Quelle: ENSO und DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Die folgende Tabelle zeigt neben der Anzahl der Wärmepumpen auch den Stromverbrauch der Wärmepumpen, den witterungsbereinigten Stromverbrauch der Wärmepumpen sowie die produ-

zierte Wärme jeweils in GWh auf. Da die Witterung in Deutschland einen erheblichen Einfluss auf den Wärmebedarf hat, können die absoluten Werte nur schwierig miteinander verglichen werden. Vor allem bei einer längerfristigen Betrachtung bieten witterungsbereinigte Daten eine präzisere Grundlage. Dafür werden Durchschnittswerte des Deutschen Wetterdienstes verwendet.

Tabelle 6-12: Bestand Wärmepumpen, Landeshauptstadt Dresden, 2007-2010 (in GWh)

Wärmepumpen	Anzahl	Stromverbrauch (GWh)	Stromverbrauch, witterungsbereinigt (GWh)	Wärmeproduktion (GWh)
2007	559	3,4	3,7	15
2008	808	5,2	5,7	23
2009	1.039	7,1	7,5	30
2010	1.243	8,8	8,1	32
Durchschnitt	**912**	**6,1**	**6,2**	**25**

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Als Grundlage für die Potenzial- und Szenarien-Betrachtung wird als Basisjahr ein Durchschnitt aus den vier vorhandenen Jahreswerten genommen. Es wird durchschnittlich eine Anzahl von 912 Wärmepumpen, ein Stromverbrach von 6,1 GWh, ein witterungsbereinigter Stromverbrauch von 6,2 GWh und eine produzierte Wärmeenergie von 25 GWh angenommen.

6.2.4.3 Potenzial

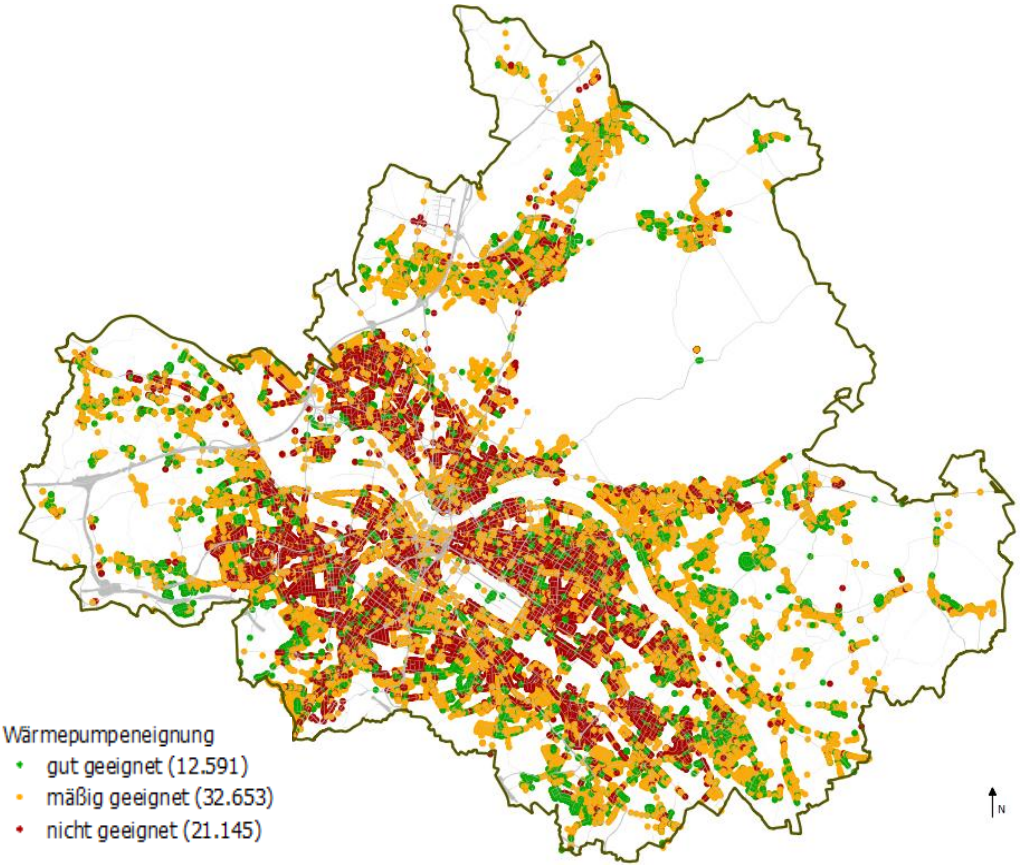
Das **theoretisch maximale Potenzial** der oberflächennahen Geothermienutzung kann anhand des Wärmebedarfs aller Gebäude in Dresden errechnet werden. Wird von einem COP von 4 ausgegangen, kann ein theoretisches Potenzial von 4.050 GWh berechnet werden. Eine differenzierte Betrachtung nach geeigneten Gebäuden und Gebietseignungen ermöglicht die Ermittlung des realistischen Potenzials.

Für die Bestimmung des **realistischen Potenzials** sind folgende Annahmen getroffen worden: Im ersten Schritt sind die Gebäude in drei Klassen aufgeteilt worden.

- In der Klasse „geeignet" befinden sich die Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser, die seit Mitte der 1990er Jahren neu gebaut wurden. Aufgrund des aktuellen wärmetechnischen Standards und einer generellen Beheizung mit niedrigeren Temperaturen des Heizsystems (möglichst kleiner als 55 °C) sind diese Gebäude für eine anlagentechnische Umgestaltung mit einer Wärmepumpe beim Auswechseln der Heiztechnik geeignet.
- Zu den mäßig geeigneten Gebäuden gehören alle Ein-, Zwei- und kleinen Mehrfamilienhäuser, die vor 1995 gebaut wurden. Wegen des schlechteren energetischen Standards wird davon ausgegangen, dass die Heizungstechnik mit höheren Systemtemperaturen von 70 °C bis 90 °C betrieben wird. Da Wärmepumpen bei hohen Temperaturen des Heizungsvorlaufs einen schlechten Wirkungsgrad aufweisen, müsste für eine effiziente Nutzung einer Wärmepumpe das Gebäude durch eine höhere Dämmung (die installierten Heizkörper müssen weniger leisten und könnten mit einer niedrigeren Temperatur betrieben werden) und/oder den Austausch der Heizkörper grundsätzlicher saniert werden. Dies ist natürlich wünschenswert in einer Kombination mit einer Wärmepumpe, bedeutet aber auch einen höheren Aufwand.
- Die „nicht geeigneten" Gebäude sind alle großen Mehrfamilienhäuser, Wohnblocks, Hochhäuser, Büro-, Fabrik- und Lagergebäude. Für den Einsatz einer Wärmepumpe sind generell große Umbauten mit einem hohen Dämmstandard und/oder großen Heizflächen notwendig, um die Gebäude effizient mit einer Wärmepumpe versorgen zu können. Dies ist nur in Einzelfällen mit dem entsprechenden hohen Aufwand möglich.

In der folgenden Abbildung ist die Verteilung der geeigneten Gebäude dargestellt. Zu erkennen ist die recht gleichmäßige Verteilung der geeigneten Gebäude über Dresden. Die nicht geeigneten Gebäude konzentrieren sich eher auf den Kernbereich der Stadt, der über das Fernwärmesystem bereits effizient versorgt ist.

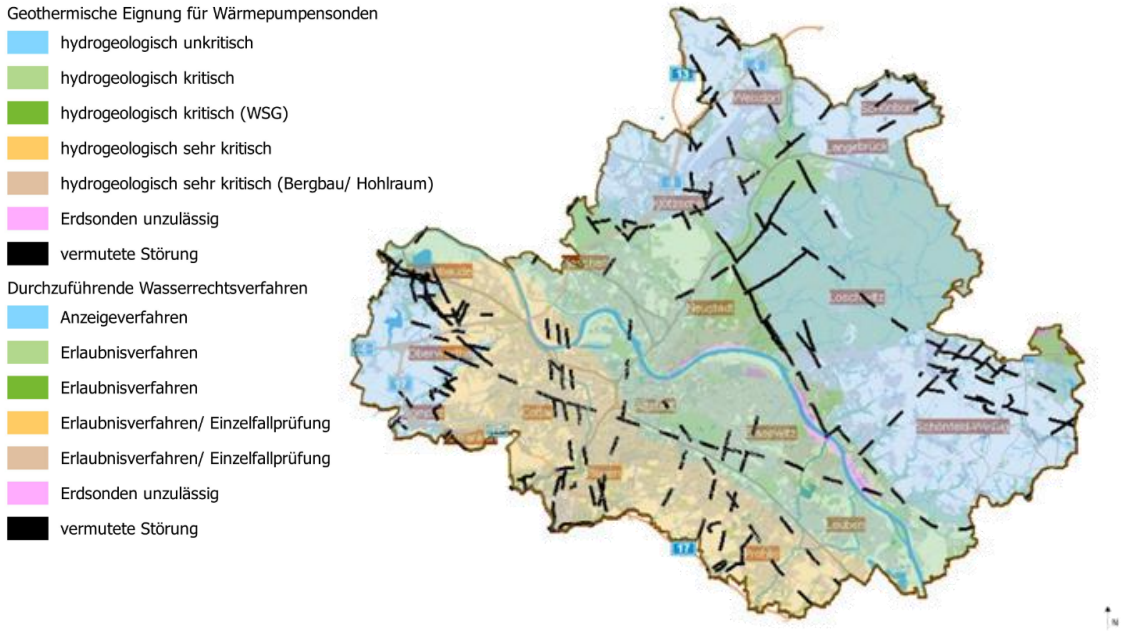
Abbildung 6—21: Verteilung der Gebäude mit Eignung für Wärmepumpen, Dresden



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Im zweiten Schritt werden die geologischen Voraussetzungen für die Bohrung für den Wärmetauscher als Restriktion betrachtet. In der folgenden Abbildung sind die hydrogeologisch ungeeigneten Gebiete dargestellt. Alle Gebiete die „kritisch", „sehr kritisch" oder „unzulässig" sind, wurden als Restriktion aufgenommen.

Abbildung 6—22: Gebiete mit Eignung für Wärmepumpensonden, Dresden

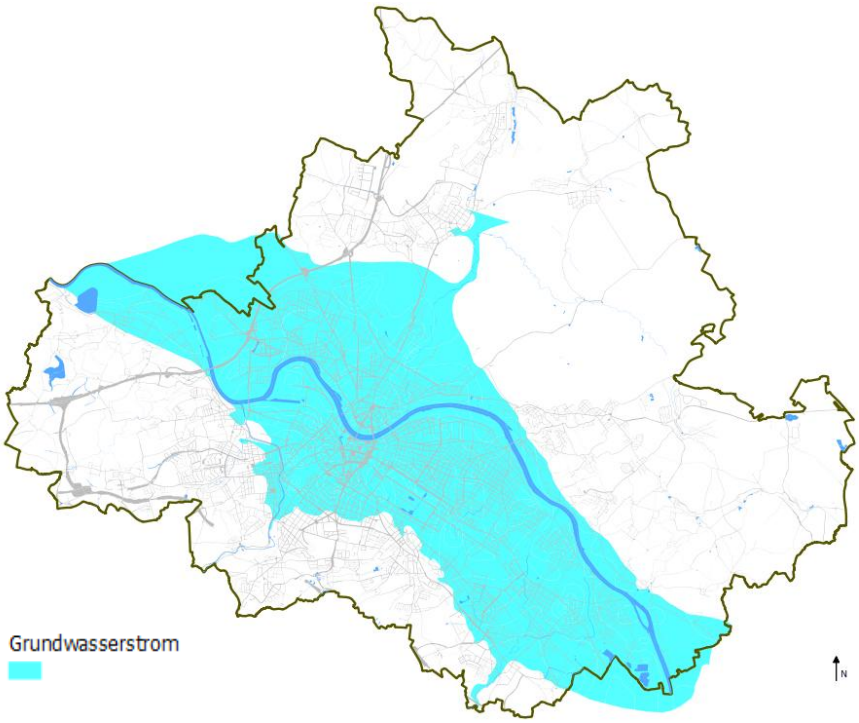


Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Diese Ausschlussgebiete sind mit den Daten der geeigneten Gebäude verschnitten worden. Als Ergebnis sind circa 4.000 Gebäude für Wärmepumpen mit Sonden geeignet.

Als drittes wurden die Entzugsleistungen betrachtet. Für die energetische Nutzung des Grundwasserstroms entlang der Elbe, der 10 bis 12 Meter mächtig ist, eignen sich neben den Sole/Wasser-Entzugssystemen auch Wasser/Wasser-Entzugssysteme mit einen Förder- und Schluckbrunnen. Die Wasser/Wasser-Wärmepumpen haben gegenüber anderen Entzugssystemen den Vorteil eines hohen Wirkungsgrads. Dazu kommen noch weitere Entzugssysteme wie Körbe oder Zäune, die sehr oberflächennah installiert werden. Eine Alternative sind Luft-Wärmepumpen, die dort betrieben werden können, wo das Bohren von Sonden nicht zulässig ist.

Abbildung 6—23: Grundwasserstrom in Dresden



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Zusammengefasst sind neben den 4.000 Stellen, an denen die Gebäude gut geeignet sind und Erdwärmesonden verlegt werden können, weitere rund 6.000 Gebäude bedingt geeignet, um mit einer Wärmepumpe und einem entsprechenden Entzugssystem versehen zu werden. Über die Gebäudetypen betrachtet, können rund 3.944 Ein- und Zweifamilienhäuser und 5.322 Mehrfamilienhäuser als realisierbares Potenzial mit einer Wärmepumpe unter den aktuellen Bedingungen betrieben werden. Bei einem durchschnittlichen jährlichen Energiebedarf von 10.000 kWh für ein Einfamilienhaus und 20.000 kWh für ein Mehrfamilienhaus beträgt der durchschnittliche über Wärmepumpen erzeugte jährliche Endenergiebedarf 146 GWh. Bei einem COP von durchschnittlich 4 werden an Pumpenstrom 36,5 GWh/Jahr benötigt.

Für die Landeshauptstadt Dresden gibt es bisher keine Potenzialanalyse zur **Tiefengeothermie**. Allerdings wird für den Freistaat Sachsen ein im internationalen Vergleich durchschnittliches tiefengeothermisches Potenzial erwartet, das eine weitere Erkundung rechtfertigt (Boeck et al. 2005). Zum Ausschöpfen der bestehenden Potenziale wäre gegenwärtig der Bau eines tiefengeothermalen Heizwerks mit einem Potenzial von 80- 160 GWh/Jahr denkbar.

6.2.4.4 Szenarien

In diesem Kapitel wird zwischen den unterschiedlichen Ausbauszenarien für geothermale Wärmepumpen unterschieden. Hauptunterscheidungsmerkmal der einzelnen Ausbauszenarien ist die Substitutionsrate von einer durch Öl und Gas gedeckten Wärmeversorgung durch eine Versorgung durch Wärmepumpen.

Tabelle 6-13: Szenario-Annahmen Ausbau Geothermie

Szenarien 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
Wärmepumpen			
Substitutionsrate von Öl [%]	2	2	2
Substitutionsrate von Gas [%]	2	5	10
Installierte Wärmepumpen pro Jahr	46	81	139
Stromverbrauch [GWh]	12,0	14,8	20,2
Wärmeenergie in 2030 [GWh]	36,1	44,5	60,6
Anteil am Potenzial in 2030 [%]	**25**	**30**	**42**
Tiefengeothermie-Heizwerk, 10-20 MW			
Start Heizwerk			2030
Wärmeenergie [GWh/Jahr]			80 - 160

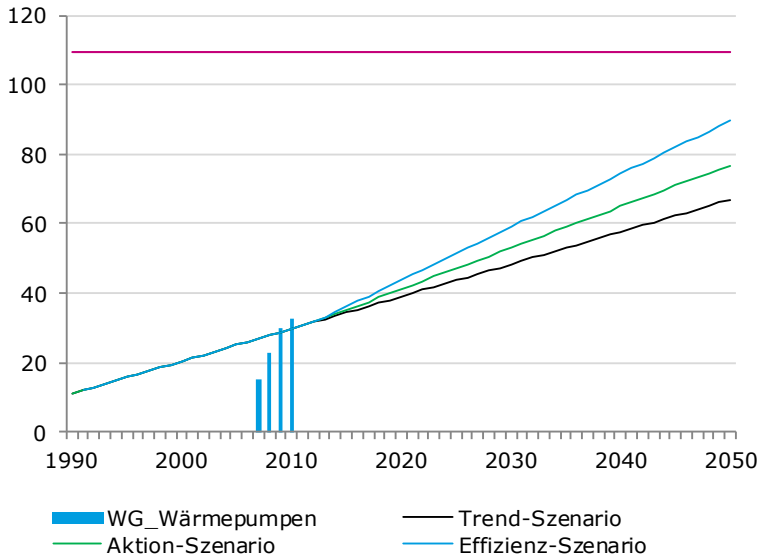
Quelle: Rambøll-KEEA

Im **Trend-Szenario** wird von einer Substitutionsrate von zwei Prozent für jeweils durch Öl und Gas versorgte Haushalte durch Wärmepumpen ausgegangen. Dies entspricht 46 neu installierten Wärmepumpen pro Jahr. Mit einer installierten Wärmeenergie von 36,1 GWh im Jahr 2030 werden 25 Prozent des realisierbaren Potenzials von 146 GWh erreicht.

Im **Aktion-Szenario** werden jährlich zwei Prozent der vorher durch Öl geheizten Häuser und fünf Prozent der vorher durch Gas geheizten Häuser durch eine Wärmeversorgung durch Wärmepumpen ersetzt. Dies entspricht einem jährlichen Zuwachs von 81 Wärmepumpen. Diese produzieren im Jahr 2030 eine Wärmeenergie von 44,5 GWh, was einem Anteil von 30 Prozent des realisierbaren Potenzials entspricht.

Im **Effizienz-Szenario** wird die Substitutionsrate der Gaskessel durch eine Wärmeversorgung durch Wärmepumpen auf zehn Prozent erhöht. Dies führt zu 139 neu installierten Wärmepumpen pro Jahr, die insgesamt im Jahr 2030 60,6 GWh Wärmeenergie produzieren. Dies sind 42 Prozent des realisierbaren Potenzials. Durch einen verstärkten Fernwärmeausbau kann sich das realisierbare Potenzial der dezentralen Geothermienutzung allerdings deutlich verringern.
Im Effizienz-Szenario wird weiterhin angenommen, dass ab dem Jahr 2030 ein tiefengeothermales Heizwerk ans Netz geht, das jährlich 80 – 160 GWh Wärmeenergie erzeugt. In der folgenden Abbildung ist dieses Kraftwerk nicht berücksichtigt.

Abbildung 6—24: Szenarien Ausbau Geothermie (Wärmepumpen), Landeshauptstadt Dresden, 2010 - 2050 (in GWh)



Quelle: Rambøll-KEEA.
Anmerkung: Die Kurve zwischen 1990 und 2010 entspricht den Rückschreibungen der Szenarioläufe bis zum Jahr 1990.

6.2.4.5 Maßnahmen

6.2.4.5.1 Ausbau Wärmepumpen

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist der Einsatz von Wärmepumpen in Wohngebäuden zur Wärmebereitstellung. Für die Sole/Wasser-Wärmepumpen müssten zwei 100 m tiefe Bohrungen für MFH und eine Bohrung für E/ZFH in gleicher Tiefe vorgenommen werden.
Stadtteildifferenziert können keine Vorranggebiete für die Nutzung von Wärmepumpen ausgewiesen werden, da die Eignung gebäude- und gebietsspezifisch geprüft werden muss. Wie gezeigt wurde, sind geeignete Gebäude vorrangig in hydrologisch kritischen Gebieten vorhanden. Individuelle Verträglichkeitsprüfungen sind daher nötig. Eine spezielle Anreizsetzung sollte allerdings außerhalb der Kerngebiete des Fernwärmesystems erfolgen, da es bedingt durch die hohe primärenergetische Effizienz der Fernwärme in Dresden bei der Verdrängung vorhandener Fernwärmeversorgung durch Wärmepumpen zu einer Erhöhung der CO_2-Emissionen/Verschlechterung der Energieeffizienz käme. Möglich ist die Integration von Wärmepumpen in Nahwärmeinseln, die in Abschnitt 6.3.1.5 als mögliche Umsetzung des Wärmenetzausbaus weiter erläutert wird.

Umsetzungshorizont
Das Vorhaben könnte ab 2012 umgesetzt werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
Damit Investitionen in Wärmepumpen angeregt werden, müsste die Wirtschaftlichkeit sowie die bestehenden Angebote zur Finanzierung bei der KfW oder dem BAFA besser kommuniziert werden. Die Hinweise könnten beispielweise durch zentrale Informationsstellen oder die Hausbanken bekannt gemacht werden.

(b) Die Förderrichtlinien sind durch die KfW und BAFA gegeben und können von der Stadt Dresden nicht unmittelbar beeinflusst werden.

Effektivität der Maßnahme
Kosten und Nutzen der Maßnahme werden in der Tabelle dargestellt. Die Amortisationszeiten hängen stark von den spezifischen Gegebenheiten ab und können 10 bis 30 Jahre betragen.

KOSTEN	
Investitionskosten:	15.000 EUR/Wärmepumpe
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	15.125 EUR/Wärmepumpe
NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	-125 EUR/Wärmepumpe
CO_2-Einsparung (über Laufzeit):	48 t CO_2/Wärmepumpe
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-2,60 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Der Einsatz von Wärmepumpen hat einen erhöhten Strombedarf bei gleichzeitig geringerem Wärmebedarf zur Folge. Ausgehend von der Annahme, dass die Strombereitstellung und -speicherung aufwendiger ist als die gleichen Prozesse in der Wärmebereitstellung, ist der erhöhte Strombedarf als negativer Aspekt zu betrachten. Andererseits wird der Wärmebedarf erheblich gesenkt. Die Technologie wird bereits vielfach einsetzt und hat eine relativ gute soziale Akzeptanz. In der Beispielrechnung ist die Installation darüber hinaus ökonomisch sinnvoll, allerdings müssen jeweils individuelle Gegebenheiten einzeln betrachtet werden und anschließend eine erneute Prüfung der Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden. Ferner müsste geprüft werden, ob die Hygiene in der Trinkwasserbereitstellung durch andere Methoden als durch thermische Desinfektion (z. B. Ultrafiltration) hinreichend gewährleistet werden kann.

6.2.4.5.2 Tiefengeothermie-Heizwerk

Gegenstand der Maßnahme
Diese Maßnahme zielt auf die Installation eines tiefengeothermalen Heizwerks mit einer thermischen Leistung von 10 - 20 MW durch einen Energieversorger ab. Die Anlage würde in das bestehende Wärmeenergienetz, insbesondere in das bestehende Fernwärmenetz integriert und könnte als Grundlasterzeuger dienen. Wenn das Heizwerk mit einem Kurzzeitspeicher verbunden wird, könnte es darüber hinaus zur Bereitstellung von Wärme-Regelenergie genutzt werden. Die Installation könnte in Löbtau oder in der Nähe der Nossener Brücke erfolgen.

Umsetzungshorizont
Der Projektstart könnte 2024 erfolgen. Nach einer Projektlaufzeit von sechs Jahren könnte das Heizwerk 2030 in Betrieb genommen werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
Durch den Dialog mit Bürgern und der Einbeziehung von Bürgermeinungen zu Chancen und Risiken von tiefengeothermalen Anlagen könnte die Akzeptanz für das Projekt erhöht werden.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers
Im Rahmen von Bundesförderinitiativen, z. B. Bundesforschungsförderprogramm (50 Prozent Förderung) oder der Förderung erneuerbarer Energien könnten für das Projekt Förderungen in Anspruch genommen werden.

Effektivität der Maßnahme
Kosten und Nutzen der Maßnahme sind in der Tabelle dargestellt. Die Investition in ein tiefengeothermales Heizwerk amortisiert sich nach 50 Jahren.

KOSTEN	
Investitionskosten:	50 Mio. EUR
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	32 Mio. EUR
NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	18 Mio. EUR
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	766.100 t CO_2
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	23 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Wärme kann kontinuierlich erzeugt und mit einem Kurzzeitwärmespeicher verbunden werden, um Spitzenlasten abzudecken. Darüber hinaus kann mit der Nutzung der Anlage die Abhängigkeit von Energieimporten reduziert und so die Versorgungssicherheit gesteigert werden.
Der Bau eines geothermischen Heizwerks wäre in der Region ein Pilotprojekt und könnte sich aufgrund der ungünstigen Bodenlage (Granitböden) in Dresden schwierig gestalten. Neben der schwierigen Realisierbarkeit der Bohrungen herrscht eine hohe Unsicherheit in Bezug auf das erreichbare Temperaturniveau, die im Untergrund vorhandenen Durchflussraten und die mit der Installation verbundenen Risiken (z. B. Seismik). In der Bevölkerung könnte das Projekt auf Ablehnung stoßen, da einerseits Erdstöße bei Bohrungen möglich sind und andererseits hohe Investitionskosten die Wirtschaftlichkeit des Projektes infrage stellen könnten. Die geringe Flächennutzung sowie der wissens- und innovationsfördernde Entwicklungs- und Bauprozess sowie der hohe strategische Wert des Vorhabens für das vorhandene Fernwärmesystem sprechen hingegen für die Realisierung des Vorhabens.

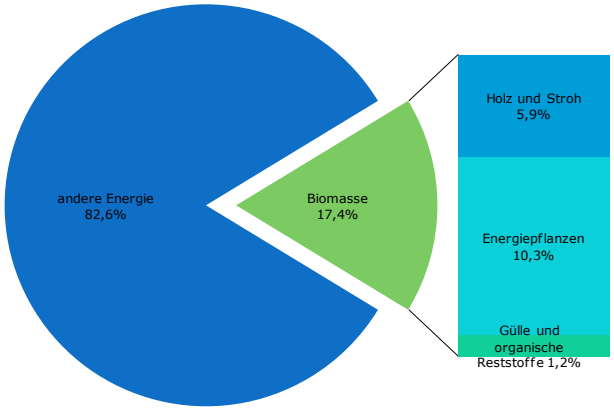
6.2.5 Biomasse

Der Verbrauch von Biomasse stellt eine indirekte Nutzung der über den Prozess der Fotosynthese in Biomasse umgewandelten solaren Energie dar. Biomasse ist eine regenerative natürliche Ressource und vielseitig nutzbar. Biomasse zur energetischen Nutzung besteht zu großen Teilen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Mais, Weizen, Zuckerrübe, Zuckerrohr sowie aus Substraten der Land- und Forstwirtschaft und den städtischen Entsorgungsbetrieben wie Grünschnitt, Bioabfälle oder Produkte der Abwasserreinigung (Klärschlamm, Klärgas).

6.2.5.1 Entwicklung der Biomassenutzung in Deutschland

Ca. 69 Prozent der gesamten Energie aus erneuerbaren Energiequellen wurden 2009 in Deutschland durch die verschiedenen energetisch genutzten Biomassen bereitgestellt. Dabei deckte die Bioenergie 3,9 Prozent des gesamten Stromverbrauchs, 6,2 Prozent des gesamten Wärmebedarfs und 7,6 Prozent des gesamten Kraftstoffverbrauchs. Die Nutzung von Bioenergie soll nach den energiepolitischen Zielen der Bundesregierung weiter ausgebaut werden. In Deutschland sind die technisch nutzbaren Potenziale dafür vorhanden. 17 Mio. Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche und 11 Mio. Hektar Waldfläche stehen zur Erzeugung von Biomasse zur Verfügung.

Abbildung 6—25: Prognostizierte Biomassenutzung in Deutschland, 2030



Quelle: FNR2012. Eigene Darstellung Ramboll-KEEA

Im Jahr 2009 wurden in Deutschland bereits 1,75 Millionen ha (mehr als zehn Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche) für den Anbau von Energiepflanzen genutzt. Der Rapsanbau zur Biodieselproduktion steht dabei im Vordergrund, ebenso die Bereitstellung von Substraten für die Biogaserzeugung. Für eine Ausdehnung der landwirtschaftlichen Bioenergieerzeugung sind noch begrenzte Potenziale vorhanden. Verschiedene Studien kommen zu dem Ergebnis, dass ab 2020 für die Produktion nachwachsender Rohstoffe zwei bis fünf Millionen ha landwirtschaftliche Nutzfläche genutzt werden könnten.

6.2.5.2 Bestand in Dresden

Die in der Landeshauptstadt Dresden vorhandene biogene Nutzmenge zur energetischen Verwertung setzt sich aus Festbrennstoffen und Brenngasen zusammen. Insofern setzt sich die Nutzmenge der Biomasse in der Landeshauptstadt Dresden aus energetisch verwertbaren Erträgen aus dem Holzeinschlag sowie aus dem Ackerbau, der Grünlandnutzung, der Landschafts- und Baumpflege und dem Aufkommen von Biomüll zusammen.

Grundlagen für die hier erfolgte Bestandsaufnahme bilden schwerpunktmäßig städtische Dokumente (Abfallbilanz 2011). Für die Abschätzung der Potenziale zur energetischen Biomassenutzung in der Region Dresden wurden zusätzlich aktuelle Untersuchungen (DREBERIS 2012) einbezogen. Generell wird dabei zwischen biogenen Festbrennstoffen (holz- und strauchartige Biomasse) und biogenem Brenngas unterschieden.

6.2.5.2.1 Aufkommen biogener Festbrennstoffe

Biogene Festbrennstoffe sind organischer Herkunft, die zur Nutzung in noch fester Form vorliegt. Zu unterscheiden ist dabei allgemein zwischen Energiepflanzen, wie Holz, Getreideganzpflanzen und Energiegräser, und Rückständen, die sich aus der Pflege des Bestandes in der Stadt bzw. aus Rückständen aus der Nutzung ergeben: Altholz, Industrierestholz, Grünlandschnitt, holzgutartige Grünflächen- und Landschaftspflegesubstrate

Knapp 23 Prozent der Gesamtfläche Dresdens bzw. 7.329[79] ha sind als Waldfläche ausgewiesen. Der jährliche Holzzuwachs beläuft sich im Freistaat Sachsen auf 9,4 m³/ha/a (DREBERIS 2012: 15, Anlage 2). Wenn man den durchschnittlich in Sachsen aktuell realisierten Hiebsatz von 5,5 m³ Holz pro ha und Jahr[80] auf die Waldfläche der LH Dresden bezieht, ergibt sich ein Einschlagvolumen an **Waldholz** in Höhe von 40.310 m³. Aufgrund der Nutzungskonkurrenz zur stofflichen Verwertung wird von einem maximal 50-prozentigen Anteil zur energetischen Nutzung ausgegangen (DREBERIS 2012: 17). Das heißt, dass sich das aus der Holzeinschlagmenge ergebende Nutzvolumen auf 20.155 m³ pro Jahr beläuft. Gleichwohl muss berücksichtigt werden, dass Holz besonders in privaten Haushalten energetisch verwertet wird – in welchem Maße kann aktuell jedoch nicht ermittelt werden.

Die jährlich zur energetischen Verwertung verfügbare Nutzmenge an **Altholz** in Dresden ergibt sich aus einem durchschnittlichen Aufkommen in Sachsen von 54 kg Trockenmasse (TM) pro Einwohner; basierend auf einer 2007 vorgenommenen Abschätzung für den Freistaat Sachsen. Als Gesamtaufkommen ergibt sich daraus für 2011 28.286 Tonnen. Aufgrund einer nicht bestehenden Nutzungskonkurrenz zur stofflichen Verwertung, wird eine 100-prozentige energetische Verwertung zu Grunde gelegt (DREBERIS 2012: 16, Anlage 8). Der Anteil des von privaten Haushalten in Dresden erfassten Altholzaufkommens beträgt 8.840 t bzw. 16,9 kg/Einwohner. Die städtische Abfallbilanz weist für 2011 6.200 t Altholz sowie 2.640 t Holz aus der Sortierung von Haushaltssperrmüll aus.

Keine Konkurrenz zur stofflichen Verwertung besteht ebenso für das Aufkommen an dem aus der holzverarbeitenden Industrie stammenden **Industrierestholz**. Aus dem regionalen Pro-Kopf-Aufkommen von 15,3 kg (DREBERIS 2012: 16, Anlage 8) kann ein Gesamtaufkommen in Höhe von 8.014 Tonnen abgeschätzt werden. Für Dresden greift diese Schätzung allerdings zu hoch, da holzverarbeitende Industrie in Größenordnung nicht ansässig ist. Aktuelle Erhebungen des gegenwärtigen Aufkommens und seiner energetischen Nutzung waren nicht verfügbar bzw. wurden nicht durchgeführt. Das im Stadtgebiet bestehende Altholzkraftwerk hat einen Durchsatz von ca. 51.000 Tonnen Altholz (A1-A4) pro Jahr. Es somit davon auszugehen, dass das gesamte im Stadtgebiet anfallende Altholz und Industrierestholz bereits vollständig der thermischen Verwertung zugeführt wird.

An **Bioabfällen** aus Haushalten wurden im Jahr 2011 gemäß der städtischen Abfallbilanz (2011) 24.511 t (entspricht ca. 47 kg/Einwohner) gesammelt und davon 23.548 t verwertet. Die bis Dezember 2015 vertraglich gebundene Verwertung erfolgt als Kompostierung (etwa 70 Masse-%) innerhalb des Stadtgebietes sowie als Trockenvergärung (etwa 30 Masse-%) und anschließender Biogas-Verstromung außerhalb des Stadtgebiets.

Der **biogene Anteil im Restabfall** aus Haushalten (2011: 74.144 t = 141,5 kg/Einwohner) beträgt ca. 40 Masse-%. Es wird eingeschätzt, dass sich dieser Anteil auch in den kommenden Jahren nicht wesentlich verringern wird. Bis 2020 existiert eine vertragliche Bindung für die Behandlung der städtischen Restabfallmengen aus Haushalten in einer Biologisch-Mechanischen Abfallbehandlungsanlage (BMA) im Stadtgebiet mit einer Kapazität von 85.000 t/a. Das dabei produzierte Trockenstabilat wird gegenwärtig außerhalb des Stadtgebiets überwiegend als Braunkohle-

[79] Diese Gesamtfläche enthält auch nicht oder nur eingeschränkt bewirtschaftete oder beerntbare Flächen (z. B. 860 ha Privatwald, weiterhin Sukzessionsflächen, Waldflächen in Parks), für die die hier angegebenen Werte (gemäß Rohholzaufkommensstudie Sachsen, TU Dresden, 2008) nicht zutreffen. Nutzungseinschränkungen bei naturschutzrechtlich geschützten Waldflächen sind in den angegebenen Hiebsätzen jedoch bereits berücksichtigt. Der potenzielle Holzeinschlag müsste strenggenommen differenziert nach Landeswald und Wald anderer Eigentumsformen aufgrund unterschiedlicher Bewirtschaftungsstrategien und damit Mobilisierungsraten ausgewiesen werden.

[80] Landeswald-Inventur Sachsen 2008: Einschlag Landeswald 5,5 m³/ha/a; Einschlag Privatwald 5,6 m³/ha/a; Angaben für ganz Sachsen als Durchschnitt über den Zeitraum 1997-2006

ersatzbrennstoff und Brennstoff für die Zementherstellung thermisch verwertet. Insofern kommen mittelfristig eine Abtrennung des biogenen Anteils aus dem Restabfall der Haushalte und seine anschließende energetische Verwertung nicht in Frage.

Für das Aufkommen an **Grünabfällen aus Haushalten** weist die städtische Abfallbilanz 2011 die Erfassung von 15.440 Tonnen (entspricht 29,5 kg/Einwohner) aus, die vollständig verwertet wurden. Die bis Dezember 2015 vertraglich gebundene Verwertung erfolgt außerhalb des Stadtgebietes und überwiegend als Kompostierung; holzige Anteile (max. 25 Masse-%; entspricht 3.860 Tonnen) werden abgetrennt und thermisch verwertet.

Eine für Dresden vorgenommene detailliertere Erhebung (Schubert 2007) weist aus der **Grünflächenpflege des öffentlichen Raums** (Park- und Grünanlagen, Straßenbegleitgrün, Spielplätze, Wohnquartiere, Friedhöfe) 7.898 t/Jahr halmgutartige Biomasse und 2.020 t/Jahr holzartige Biomasse aus, wobei letztgenannte Menge unmittelbar der Verbrennung zugeführt werden könnte.

Tabelle 6-14: Aufkommen, Nutzmengen/-volumen für biogene Festbrennstoffe, Landeshauptstadt Dresden, 2011

Aufkommensart	Aufkommen (pro Jahr)	energetisch nutzbarer Anteil	Nutzmenge/ Volumen
Waldholz	40.310 m³	50 %	20.155 m³
Altholz[81] davon in Abfallbilanz nachgewiesen[82]	28.286 t 8.840 t	100 %	28.286 t
Industrierestholz [83]	8.014 t	100 %	8.014 t
Holzige Anteile aus Grünabfällen[84]	15.440 t	max. 25 %	3.860 t
Holzige Anteile aus Grünflächenpflege des öffentlichen Raums/Landschaftspflege	2.020 t	100 %	2.020 t

Quelle: DREBERIS 2012, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Das Aufkommen an biogenen Festbrennstoffen subsummiert sich in Dresden aus Waldholz, Altholz, Industrierestholz und holzigen Anteilen von Grünabfällen. Während die Nutzung von Waldholz durch eine starke Nutzungskonkurrenz zur holzverarbeitenden Industrie gekennzeichnet ist, kann besonders das Aufkommen aus Restholz vollständig der energetischen Verwertung zugeführt werden.

Während der Fällsaison, die typischerweise die Wintermonate umfasst, kann Waldholz gewonnen werden. In der sich anschließenden Baum- und Landschaftspflegesaison im Frühjahr steigt besonders das Aufkommen an holzigen Anteilen in Grünabfällen. Ein Zugriff auf das Aufkommen an holzigen Anteilen in Grünabfällen aus Haushalten ist jedoch ganzjährig möglich. Bevor das Holz der energetischen Verwertung zugeführt werden kann, muss das frischgefällte Holz zum einen getrocknet sein und zum anderen zur Sicherstellung eines ganzjährigen Zugriffs zwischengelagert werden. Mit der Notwendigkeit der Lagerung besteht insbesondere eine „Raumfrage" zur Bereitstellung geeigneter Lagerungsmöglichkeiten. (DREBERIS 2012: 18).

6.2.5.2.2 Aufkommen biogener Brenngase

Biogene Brenngase ergeben sich aus der vergärbaren Biomasse, die in Dresden anfällt. Berücksichtigt werden in dieser Bestandsaufnahme das Aufkommen von Ackerbauprodukten, Grünschnitt, Gülle und Klärschlamm.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche Dresdens wird durch Ackerflächen dominiert (3.208 ha). Die raumgreifendsten Ackerkulturen sind Weizen (907 ha; 7,07 t/ha Ertrag) sowie Raps (578 ha; 4,3 t/ha Ertrag). Der Flächenertrag aus dem **Ackerbauprodukte** beläuft sich im Mittel auf 10 t TM/ha (Durchschnittswert Region Dresden). Beim Anbau von Silomais ließe sich ein Ertrag von

[81] Durchschnittswert Freistaat Sachsen gemäß SMUL 2007
[82] Aufkommen aus Haushalten LH Dresden gemäß Abfallbilanz 2011
[83] Durchschnittswert Freistaat Sachsen gemäß SMUL 2007
[84] Haushalte

von 12,4 t TM/ha bzw. 9.151 t TM erzielen. Mit einem Biogasertrag von 618 m³/t TM[85] könnten daraus jährlich bis zu 5,66 Mio. m³ Biogas erzeugt werden. Genaue Kenntnisse zur gegenwärtigen tatsächlichen energetischen Verwertung von Ackerbauprodukten durch Vergärung auf dem Gebiet der LH Dresden liegen nicht vor.

Das Aufkommen biogener Brenngase, das sich aus dem **Grünschnitt** (außerhalb der Haushalte erfasste Mengen) ergeben kann, ist auf eine Fläche von 1.450 ha Dauergrünland (Weiden, Mähwiesen) zu beziehen. Bei einem Ertrag von 5,49 Tonnen Trockenmasse pro Hektar fällt ein Gesamtflächenertrag von 7.960 t TM pro Jahr an, der zu 20 Prozent energetisch genutzt werden kann (Durchschnittswert für Region Dresden; DREBERIS 2012: 16). Bei einem mittleren Biogasertrag von 540 m³/t TM[86] für Gras bzw. Grassilage ergibt sich ein potenzieller Biogasertrag in Höhe von 0,86 Mio. m³. Genaue Kenntnisse zur gegenwärtigen tatsächlichen energetischen Verwertung dieser Grünschnittmenge auf dem Gebiet der LH Dresden liegen nicht vor.

Das Aufkommen an **Klärschlamm** auf der Kläranlage Dresden-Kaditz belief sich 2011 lt. Angaben der Stadtentwässerung Dresden GmbH auf 48,1 t Trockensubstanz (TS) pro Tag (24,3 t TS/d Primärschlamm; 23,8 t TS/d Überschussschlamm). Zu beachten ist dabei, dass die Stadtentwässerung Dresden GmbH gegenwärtig das Abwasser von ca. 650.000 Einwohnern der LH Dresden und angrenzender Gebietskörperschaften sowie einer Vielzahl von Betrieben entsorgt; insgesamt wird ein Abwasseranfall von 740.000 Einwohnerwerten bewältigt.
Durch die 2012 in Betrieb gegangene Faulung des organischen Anteils des Klärschlamms in Höhe von 13,6 t oTS/d[87] lassen sich 12.450 m³ Biogas[88] (ca. 60 % Methan) pro Tag bzw. 4.544.250 m³ jährlich erzeugen[89]. Unter Hinzufügung geeigneter Ko-Substrate, z. B. vorbehandelter Speiseabfälle und Fettabscheidereste, lassen sich noch höhere Biogaserträge sowie höhere Methan-Anteile im Biogas erzielen.[90]

Aus der **Gülleverwertung** des Viehbestands (ohne Hühner) ergibt sich ein weiteres Aufkommen biogener Brenngase. Im Jahr 2010 setzte sich der Großviehbestand (gemessen in Großvieheinheiten (GVE)) aus 1.285 GVE Rind und 44 GVE Schwein zusammen. Besonders relevant ist der Gülleertrag aus dem Bestand der Rinder und Schweine. Dieser beläuft sich für eine GVE Rind auf 9,6 Tonnen pro Jahr, für eine GVE Schwein auf 17,1 Tonnen. Daraus ergibt sich ein Angebot an Gülle zur Biogasgewinnung in Höhe von 13.088 Tonnen pro Jahr in Dresden, aus dem sich wiederum ein durchschnittlicher Biogasertrag in Höhe von 329.500 m³ ergibt (FNR 2008).[91]

Tabelle 6-15: Aufkommen, Nutzmengen/-volumen für biogene Brenngase, Landeshauptstadt Dresden, 2011

Aufkommensart	Aufkommen (t/a)	Biogasertrag (m³)
Ackerbauprodukte (Silomais; energetische Verwertung)	9.151	5.655.300
Grünschnitt auf landwirtschaftlichen Flächen, davon energetische Verwertung[92]	7.960 1.592	859.700
Klärschlamm (Trockensubstanz)	17.557	4.544.250
Gülle (frische Biomasse)	13.088	329.500
Summe		**11.388.750**

Quelle: DREBERIS 2012, FNR 2008, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

[85] KTBL, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas
[86] KTBL, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas
[87] oTS/d = organische Trockensubstanz/Tag
[88] 1 t Klärschlamm TS besitzt im Durchschnitt einen Organikanteil von 66 % (0,66 t oTS … organische Trockensubstanz). Davon werden etwa 43 % abgebaut (0,28 t oTS). Beim Abbau von 1 t Klärschlamm oTS entstehen ca. 915 Nm³ Biogas bzw. 259 Nm³ Biogas/t Klärschlamm TS gemäß Angaben der Stadtentwässerung Dresden GmbH (2011).
[89] Mittelwerte lt. Planung 2007; die Aufstellung gesicherter Bilanzen anhand der laufenden Betriebspraxis ist erst ab 2013 möglich
[90] Umrechnung: 5 m^3 Biogas/m^3 Klärschlamm.
[91] Umrechnung: 20 m^3 Biogas/m^3 Rindergülle, 30 m^3 Biogas/m^3 Schweinegülle.
[92] außerhalb der Haushalte erfasste Mengen; davon energetische Nutzung: 1.592 t/a

Anlagen

Im Stadtgebiet der Landeshauptstadt Dresden sind gegenwärtig die in der nachfolgenden Übersicht aufgeführten Biomasseheizkraftwerke bzw. Biomassekraftwerke in Betrieb. Der Dresdner Biomasse-HKW-Park besitzt insgesamt eine Leistung in Höhe von 19.381 $kW_{(th)}$ und 8.295 $kW_{(el)}$.

Tabelle 6-16: Biomasse-Heizkraftwerke (einschließlich Biodieselkraftwerke), Landeshauptstadt Dresden, 2011

Standort	Inbetrieb-nahme	Leistung	
		Strom $kW_{(el)}$	Wärme $kW_{(th)}$
Am Lugaer Graben 18	2003	7.070	18.000
Bremer Str. 37	2006	350	350
Goppelner Str. 40	2007	8	15
Oschatzer Str. 42	2007	12	24
Radeburger Landstr. 12	2008	660	700
Rädestr. 8	2009	3	10
Erna-Berger-Str. 12	2010	142	204
Dresdner Str. 89	2010	50	78
	Summe:	**8.295**	**19.381**

Quelle: DREBERIS 2012: Anlage 5, SAENA 2012, DREWAG Netz GmbH (Auskunft vom 31.07.2012), ENSO Netz GmbH (Auskunft vom 23.08.2012) eigene Darstellung Rambøll-KEEA
Erläuterung: $kW_{(el)}$:elektrische Leistung, $kW_{(th)}$:thermische Leistung

Die sich aus der zur Verfügung stehenden Leistung der Biomasse-HKW maximal ergebende Energie beträgt in Summe 242,44 GWh pro Jahr; mit 72,7 GWh Strom und 169,78 GWh Wärmeenergie.[93]
Neben den Biomasse-Heizkraftwerken bestehen die nachfolgend aufgeführten Biogas- und Deponiegasanlagen in Dresden. In Summe besteht eine Leistung in Höhe von 8.245 $kW_{(el)}$ und 8.857 $kW_{(th)}$.

Tabelle 6-17: Biogas-und Deponiegas-Anlagen, Landeshauptstadt Dresden, 2011

Adresse	Inbetriebnahme	Leistung	
		Strom $kW_{(el)}$	Wärme $kW_{(th)}$
Weißiger Str. 50[94]	2004	1.010	2.625
Pillnitzer Str. 21	2009	537	620
Zum Kraftwerk 10	2010	834	967
Zum Kraftwerk 10	2003	2.246	2.269
Hammerweg 23 (Deponiegasanlage)	2009	1.240	-
Kläranlage Kaditz, Scharfenberger Str. 150[95]	2012	2.378	2.376
	Summe:	**8.245**	**8.857**

Quelle: DREBERIS 2012: Anlage 5, SAENA 2012, DREWAG Netz GmbH (Auskunft vom 31.07.2012), Stadtentwässerung Dresden GmbH Auskunft vom 03.08.2012, eigene Darstellung Rambøll-KEEA.
Erläuterung: $kW_{(el)}$:elektrische Leistung, $kW_{(th)}$:thermische Leistung

Die sich aus der zur Verfügung stehenden Leistung der Biogas- und Deponiegasanlagen maximal ergebende Energie beträgt in Summe 149,81 GWh pro Jahr; mit 72,22 GWh Strom und 77,59 GWh Wärmeenergie.[96]

6.2.5.3 Potenzial

Die Abschätzung der theoretisch erschließbaren Biomassepotenziale erfolgt auf der Grundlage der Regionalstudie[97] zur Biomassenutzung (insb. den Szenarien 2020) sowie städtischen Dokumenten (Abfallbilanzen), die bereits bei der Bestandsaufnahme Verwendung fanden. Bei der Verwendung einwohnerbezogener Werte wird die in Kapitel 5.1.1 genannte Einwohnerzahl von 548.300 im

[93] Umrechnung: 1 kW entspricht 8.760 kWh/a.
[94] Bei der Anlage Weißiger Str. 50 wird Wärme genutzt (Raumheizung, Beheizung von Anbauflächen), aber nicht an Dritte verkauft.
[95] Biogas aus Klärschlammvergärung
[96] Umrechnung: 1 kW entspricht 8.760 kWh/a.
[97] DREBERIS 2012: Analyse der Potenziale zur energetischen Biomassenutzung sowie einer Akteurs- und Netzwerkanalyse im Bereich der Biomasseerzeugung und -nutzung in der Region Dresden.

Jahr 2020 zugrunde gelegt. Die Biomassepotenziale werden in die Kategorien biogene Festbrennstoffe und biogene Brenngase aufgeteilt. In den folgenden Abschnitten wird das Potenzial nach verschiedenen Biomassekategorien näher definiert, indem die Massen, deren Aufbereitung und der verwendete Energieinhalt beschrieben werden. Da in der zugrunde gelegten Regionalstudie der Einfluss der Klimaentwicklung auf das Biomassevorkommen nicht berücksichtigt ist, wird dieser Aspekt auch hier außen vor gelassen.

Ein Teil der in der Landeshauptstadt Dresden anfallenden Biomasse ist als **biogene Festbrennstoffe** am günstigsten über die Verbrennung energetisch zu verwerten.

Im Dresden sind 7.329 ha als Waldfläche ausgewiesen. Bei einem mittleren Hiebsatz (nachhaltige jährliche mobilisierbare Holzeinschlagmenge) von 6,8 m³ Holz pro ha und Jahr und der Annahme, dass rund 50 Prozent der Ernteerträge energetisch genutzt werden können, ergibt sich ein Potenzial von 24.919 m³/Jahr bzw. 11.935 t/Jahr **Waldholz**. Bei einem in der Praxis üblichen durchschnittlichen Energieinhalt von 4,3 kWh/kg ergibt sich insgesamt eine Energiemenge von 51,3 GWh. Dieses Potenzial beinhaltet bereits Kronen- und Derbholz.

Das Potenzial an **Altholz** aus Haushalten in Dresden wird sich gegenüber dem 2011 erfassten einwohnerbezogenen Aufkommen nicht wesentlich ändern. Somit werden zur Potenzialabschätzung 16,9 kg/Einwohner und ein erfassbares Aufkommen von 9.266 Tonnen zugrunde gelegt. Bei einem energetischen Nutzungsgrad von 100 Prozent und einem Brennwert von 4,4 kWh/kg[98] können 40,77 GWh bereitgestellt werden. Ein zusätzliches Potenzial besteht im Altholzaufkommen aus dem gewerblichen Bereich, dass hier aber nicht quantifiziert wird[99].

Mangels städtischer oder eigener Erhebungen wird angenommen, dass **Industrierestholz** in einer Größenordnung von 15,3 kg/Einwohner (DREBERIS 2012) und damit 8.389 Tonnen pro Jahr in Dresden auch künftig als Potenzial zur Verfügung stehen. Bei einem energetischen Nutzungsgrad von 100 Prozent und einem Energieinhalt von 3,6 kWh/kg können 30,2 GWh an Energie gewonnen werden.

Das Potenzial an **Grünabfällen** aus Haushalten wird sich künftig gegenüber dem Bestand (2011) nicht wesentlich verändern[100]. Legt man die 2011 in Dresden erfasste Menge von 29,5 kg/Einwohner und eine energetische (thermische) Nutzung von derzeit ca. 25 Masseprozent (holzige Anteile) zugrunde, so stehen im Jahr 2020 4.044 Tonnen und bei einem Energieinhalt von 2,1 kWh/kg eine verwertbare Energiemenge von 8,49 GWh zur Verfügung.

Als Potenzial der holzartigen Biomasse aus der **Grünflächenpflege des öffentlichen Raums** (Park- und Grünanlagen, Straßenbegleitgrün, Spielplätze, Wohnquartiere, Friedhöfe) werden 2.020 t/Jahr (basierend auf der Erhebung von Schubert 2007) abgeschätzt. Bei einem Energiegehalt von 4,3 kWh/kg stehen 8,69 GWh zur Verfügung.

Zusammen stehen 139,45 GWh an in der Biomasse gespeicherten Energie für eine Nutzung zur Verbrennung zur Verfügung. Wird die als Potenzial dargestellte verbrennbare Biomasse in einem potenziellen Biomasseheizkraftwerk verfeuert, ergibt sich über eine definierte Konversionstechnik das technisch realisierbare Potenzial an nutzbarer elektrischer Energie und Wärme für Wärmenetze. Für die Verbrennung wird von einem Kraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung und einer elektrischen Leistung von 6,0 MW ausgegangen, welches durchgehend mit den vorhandenen Rohstoffpotenzialen betrieben werden könnte. Dies würde bei einer Laufzeit von beispielsweise 8.040 Stunden im Jahr die potenziellen Biomassemengen verfeuern. Bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 28 Prozent würden aus der Biomasse 39,05 GWh an elektrischer Energie erzeugt werden. Für die thermische Nutzung wird von einer thermischen Volllaststundenzahl von 4.500 h ausgegangen, da die über das Jahr produzierte Wärme bei einer angenommen stromgeführten Anlage nur zum Teil genutzt wird. Damit könnte die Anlage 47,9 GWh an thermischer Energie in eines der Wärmenetze einspeisen.

[98] SMUL 2007 gibt hiervon abweichend einen mittleren Heizwert für Alt- und Industrierestholz von ca. 4,9 kWh/kg (Trockenmasse) an.
[99] In der Regionalstudie werden beispielsweise 54 kg/Einwohner und Jahr als Potenzial benannt (DREBERIS 2012).
[100] Gemäß der LfULG/SMUL Studie zum Potenzial von Bioabfällen in Sachsen (veröffentlicht im März 2012) beträgt das theoretische Potenzial für Grünschnitt aus Haushalten 55,0 kg/EW und von sonstigen Erzeugern 117,2 kg/EW. Hier bestehen jedoch Überschneidungen zum Landschaftspflegematerial.

Die Massen, Nutzungsgrade und Energieinhalte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 6-18: Biomassepotenziale, geeignet zur Verbrennung, Landeshauptstadt Dresden, 2020

Verbrennung	Einheits-wert	energetisch verwertbarer Anteil [%]	Masse [kg/a]	Energie [PJ][101]	Energie [GWh]
Waldholz	7.329 ha	50		0,185	51,3
Altholz	16,9 kg/EW	100	9.266.000	0,147	40,77
Industrierestholz[102]	15,3 kg/EW	100	8.389.000	0,109	30,2
Holzige Anteile von Grünabfällen (aus Haushalten)	29,5 kg/EW	25	4.044.000	0,03	8,49
Holzige Anteile aus Grünflächen- und Landschaftspflege	-	100	2.020.000	0,031	8,69
Summe Energie in Rohstoffen				**0,502**	**139,45**
Umwandlung über Heizkraftwerk in Strom			Auslastung: 8.040 h		39,05
Umwandlung über Heizkraftwerk in Wärme			Auslastung: 4.500 h		47,9

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011d, DREBERIS 2012, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Weitere Biomassepotenziale ergeben sich aus dem Potenzial an **biogenen Brenngasen**, indem die Massen über Biogasanlagen vergärt werden.

Das Potenzial 2020 bezieht sich unter der Annahme einer relativ konstanten Flächennutzungsverteilung auf die gegenwärtig für energetische Zwecke bewirtschaftete Ackerfläche von 738 Hektar (entspricht 23 % der Gesamtackerfläche). Bei einem mittleren Ertrag von Ackerbauprodukten mit 10 Tonnen Festmasse pro Hektar können über die Fläche rund 7.378 Tonnen an **Ackerbauprodukten** pro Jahr gewonnen werden. Beim Anbau von Silomais könnte ein Ertrag von 12,4 t TM/ha bzw. 9.151 t TM erzielt werden. Damit ließen sich 5,655 Mio. m³ Biogas[103] mit einem Energiegehalt von 33,93 GWh produziert werden.

Für den potenziellen Ertrag an **Grünschnitt** (außerhalb der Haushalte erfassbare Mengen an Grünschnitt aus Dauergrünlandnutzung) wird ebenfalls eine bis 2020 relativ konstante Flächennutzungsverteilung angenommen. An Grünlandfläche stehen in der Landeshauptstadt demzufolge auch künftig 1.450 ha zur Verfügung. Werden 20 Prozent der Fläche energetisch genutzt, können jährlich 1.592 Tonnen Trockenmasse Grünschnitt vergoren werden. Bei einem mittleren Biogasertrag von 540 m³/t TM[104] für Gras bzw. Grassilage ergibt sich jährlich ein Biogasertrag von 0,86 Mio. m³ mit einem Energieertrag von ca. 5,16 GWh.

Unter der Annahme eines relativ konstanten Viehbestandes bis 2020 (unter Vernachlässigung der energetisch unbedeutenden Hühnerbestände) im Stadtgebiet können über die Verwertung der **Gülle** von 1.290 GVE (Großvieheinheiten) Rindvieh und 44 GVE Schweine (DREBERIS 2012) bei einer energetischen Nutzung von 100 Prozent 329.500 m³ Biogas und damit knapp 2 GWh pro Jahr an Energie produziert werden.

Das gegenwärtige Aufkommen an **Klärschlamm** auf der Kläranlage Dresden-Kaditz in 2011 (48,1 t Trockensubstanz (TS) pro Tag = 17.557 t TS/a) wird auch zur Potenzialermittlung angesetzt. Dabei wird angenommen, dass der Abwasseranfall von gegenwärtig 650.000 Einwohnern sowie zahlreichen Unternehmen (insgesamt 740.000 Einwohnerwerte) in dieser Größenordnung auch bis 2020 anfallen wird (Bevölkerungszunahme in der LH Dresden steht Bevölkerungsrückgang in den angrenzenden Gebietskörperschaften gegenüber). Somit lassen sich auch künftig

[101] Verwendete Umrechnung: 1 PJ = 278 GWh
[102] Durchschnittswert Freistaat Sachsen gemäß SMUL 2007
[103] Durchschnittswert für Heizwert des Biogases: 6 kWh/m³ bzw. 21,6 MJ/m³ gemäß FNR 2008
[104] KTBL, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas

12.450 m³ Biogas[105] (mit ca. 60 % Methananteil) pro Tag bzw. 4.544.250 m³ jährlich erzeugen (Werte aus Planung 2007).

Der Potenzialabschätzung zum **Bioabfall** wird das erfasste (und fast vollständig verwertete) Aufkommen von 46,8 kg/Einwohner in 2011 in Dresden zugrunde gelegt. Somit kann in 2020 mit einem Aufkommen von 25.660 Tonnen gerechnet werden. Unter der Annahme, dass das erfasste Aufkommen vollständig einer Vergärung zugeführt werden kann, lassen sich bei einem Biogasertrag von 120 m³/t Frischmasse (FNR 2008) jährlich 3.079.200 m³ Biogas und somit 18,48 GWh Energie erzeugen.
Der **biogene Anteil im Restabfall** aus Haushalten beträgt ca. 40 Masseprozent. Es wird eingeschätzt, dass sich dieser Anteil auch künftig nicht wesentlich verringern wird. Da bis 2020 eine vertragliche Bindung für die Behandlung der Restabfallmengen aus Haushalten im Stadtgebiet existiert, kommt – wie bereits im Abschnitt „Bestand in Dresden" ausgeführt – bis zu diesem Zeitpunkt eine Abtrennung des biogenen Anteils im Restabfall und seine anschließende energetische Verwertung nicht in Frage. Es wird angenommen, dass er auch nach 2020 nicht als Potential für die Vergärung zur Verfügung steht.

Es wird angenommen, dass sich das Potenzial an **Grünabfällen aus Haushalten** auch künftig gegenüber dem Bestand (2011) nicht wesentlich verändert[106]. Legt man die 2011 in Dresden erfasste Menge von 29,5 kg/Einwohner zugrunde und berücksichtigt eine thermische Nutzung von 25 Masse-% (holzige Anteile), so ergibt sich im Jahr 2020 ein realisierbares Potential von 12.131 Tonnen (halmgutartiger Anteil). Bei einem Biogasertrag von 110 m³/t Frischmasse (als Kosubstrat)[107] kann eine Energiemenge von 8 GWh gewonnen werden.

Als Potenzial der halmgutartigen Biomasse aus der **Grünflächenpflege des öffentlichen Raums** (Park- und Grünanlagen, Straßenbegleitgrün, Spielplätze, Wohnquartiere, Friedhöfe) werden 7.898 t TM/Jahr (basierend auf der Erhebung von Schubert 2007) abgeschätzt. Daraus können bei einem Biogasertrag von 62,5 m³/t TM 493.625 m³ Biogas und damit ein Energieertrag knapp 3 GWh gewonnen werden.

Im Hinblick auf den zusätzlichen Einsatz von Co-Substraten (geeignete Speiseabfälle, Fettabscheidereste) besonders potenzialträchtig ist die Biogasgewinnung aus der Vergärung von Klärschlamm, über die etwa ein Drittel der Brenngaspotenziale gedeckt werden könnte. Darüber hinaus ist das Potenzial aus der energetischen Verwertung von Ackerbauprodukten bedeutend. Zur Bestimmung des technisch realisierbaren Strom- und Wärmepotenzials wird, analog zur Verbrennung von Biomasse, von einer potenziellen Biogasanlage ausgegangen, deren Größe der zur Verfügung stehenden Stoff- bzw. Energiemenge innerhalb der Grenzen der Landeshauptstadt Dresden (einschließlich des Energiegehalts des Klärschlamms aus der Aufbereitung von Abwässern, die außerhalb der Stadtgrenzen anfallen) entspricht.

Für die Vergärung und die anschließende energetische Nutzung des potentiell erzeugbaren Biogases wird eine Anlage mit einem BHKW-Modul benötigt, die bei einer Motorlaufzeit von 6.140 Stunden im Jahr und einem elektrischen Wirkungsgrad von 38 Prozent potenziell 37,16 GWh an elektrischer Energie erzeugt. Wie schon bei dem Biomasse-Heizkraftwerk, wird von einer stromgeführten Anlage ausgegangen. Das bedeutet die Anlage läuft störungsfrei unter Volllast. Die mit einem Gesamtwirkungsgrad der Anlage von 0,675 produzierte thermische Energie von 28,85 GWh wird zum Teil als Prozessenergie anlagenintern genutzt[108].

Die vergärbaren Stoff- und Energiemengen[109] sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

[105] 1 t TS Klärschlamm entspricht 259 Nm³ Biogas; 1 t oTS Klärschlamm entspricht 915 Nm³ Biogas gemäß Angaben der Stadtentwässerung Dresden GmbH (2011).
[106] Gemäß der LfULG/SMUL-Studie zum Potenzial von Bioabfällen in Sachsen (veröffentlicht im März 2012) beträgt das theoretische Potenzial für Grünschnitt aus Haushalten 55,0 kg/EW und von sonstigen Erzeugern 117,2 kg/EW. Hier bestehen jedoch Überschneidungen zum Landschaftspflegematerial.
[107] Gemäß BINE Informationsdienst – Biogas, basisEnergie 16, Stand Dezember 2003
[108] Berechnung der Strom- und Wärmemengen erfolgte wie in Anhang 15 - Methodisches Vorgehen, Abschnitt 2.4.1, dargestellt.
[109] Für die primärenergetische Betrachtung der Biomasse siehe auch die Ausführungen im Anhang 15 - Methodisches Vorgehen.

Tabelle 6-19: Biomassepotenziale, geeignet zur Vergärung, Landeshauptstadt Dresden, 2020

Vergärung	Einheit	energetisch verwertbarer Anteil [%]	Menge [kg/a]	Energie [PJ]	Primärenergie [GWh]
Ackerbauprodukte	3.208 ha	23	9.151.000	0,122	33,93
Grünschnitt	1.450 ha	20	1.592.000	0,002	5,16
Gülle	1.290 GVE Rind	100		0,007	1,85
	44 GVE Schweine	100		< 0,001	0,13
Klärschlamm (TS)	-		17.556.500	0,098	27,27
Bioabfall (Haushalte)	46,8 kg/EW	100	25.660.000	0,066	18,48
Grünabfälle (ohne holzige Anteile)	29,5 kg/EW	100, davon 75 Vergärung	12.131.000	0,029	8,0
Halmgutartige Biomasse aus Grünflächenpflege		100	7.898.000	0,011	2,96
Summe Energie in Rohstoffen				**0,352**	**97,78**
Umwandlung über Biogasanlage in Strom			Auslastung: 6.140 h		37,16
Umwandlung über Biogasanlage in Wärme			Auslastung: 4.500 h		28,85

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011d, DREBERIS 2012, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Alternativ kann die Umwandlung zu Bioerdgas betrachtet werden, mit dem Erdgasfahrzeuge betrieben werden können. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Nutzung von Biomasse für Verkehrszwecke in Konkurrenz zur elektrischen oder thermischen Verwertung steht. Da die bioenergetische Nutzung im Verkehr einen geringeren Wirkungsgrad vorweist, sollte die elektrische bzw. thermische Nutzung bevorzugt werden.

6.2.5.4 Szenarien

Das bestehende Biomassepotenzial Dresdens wird bereits heute in Teilen genutzt und kann zukünftig noch umfassender zur Energieversorgung eingesetzt werden. Welches Szenario bzw. welche der in ihnen als Vorschlag enthaltenen Maßnahmen des Betriebs von Heizkraftwerken tatsächlich realisiert werden, ist u. a. von den Ergebnissen der Ausschreibungen im Bereich der städtischen Abfallwirtschaft für den Zeitraum ab 2016 (Bio- und Grünabfälle aus Haushalten) bzw. ab 2020 (Restabfall aus Haushalten, z. Zt. BMA) abhängig.

Im **Trend-Szenario** werden die bestehenden Anlagen beibehalten und keine zusätzlichen Biomasse-Kraftwerke oder Biogasanlagen gebaut. Die bestehende Anlagentechnik wird im Schadensfall durch eine gleichwertige Anlage ersetzt. Es wird also in 2030 von der gleichen Produktionsmenge des gegenwärtigen Anlagenbestandes ausgegangen.

Im **Aktion-Szenario** wird ein Holzheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 3,8 MW im Jahr 2020 ans Wärmenetz gebracht. Über eine zusätzliche, ab 2016 zu betreibende Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 1,3 MW werden die vergärbaren Biomassen genutzt, die noch nicht von den bestehenden Anlagen in Anspruch genommen werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Rohstoffströme sich nur innerhalb der Stadtgrenze der Landeshauptstadt Dresden bewegen. Die bestehenden und hinzukommenden Anlagen im Stadtgebiet werden ausschließlich aus den lokalen Potenzialen versorgt werden.

Bei den verbrennbaren lokalen Potenzialen deckt die aktuell installierte Leistung von 8.295 kW_{el} schon jetzt einen Großteil der Potenziale ab. Aus den noch freien Potenzialen an biogenen Festbrennstoffen kann eine Anlage mit 3.833 kW elektrischer Leistung betrieben werden, deren Inbetriebnahme für 2020 angenommen wird.
Für die Nutzung des aus vergärbarer Biomasse (einschließlich Klärschlamm) gewonnenen Biogases sind gegenwärtig bereits 7.005 kW_{el} und für die Nutzung von Deponiegas 1.240 kW_{el} instal-

liert (siehe Tabelle 6-17). Für die Verarbeitung der geeigneten Biomassen soll eine zusätzliche Anlage mit einer Leistung von 1.323 kW_{el} im Jahr 2016 in Betrieb genommen werden. Je nach Marktlage und Wettbewerbsfähigkeit dieser Anlage könnten bei ihrer Erweiterung in den Folgejahren weitere Substrate (z. B. Speisereste, Marktabfälle, ggf. auch nachwachsende Rohstoffe) über den Inhalt der sog. „Braunen Tonne" hinaus vergoren werden.

Um die Auslastung der im Aktion-Szenario vorgeschlagenen Anlagen zu garantieren, müssen weitere Stoffströme aus der Forst- und Landwirtschaft innerhalb des Stadtgebietes gesichert werden. Um dies langfristig zu erreichen, sind entsprechende Langzeitverträge oder Anreizsysteme für die Forst- und Agrarwirtschaft notwendig.

Im **Effizienz-Szenario** wird auf die Rohstoffe der Region zurückgegriffen, um die Ziele des Klimabündnisses im Jahr 2030 zu erreichen. Dafür werden zusätzlich zu den bestehenden Anlagen ein Biomasse-Heizkraftwerk für das Jahr 2025 mit 20 MW elektrischer Leistung und eine Biogasanlage für 2017 mit 5 MW elektrischer Leistung im Gesamtkontext der Maßnahmen angenommen. Die Dimensionierung und Energieerträge der Anlagen sind mit den Maßnahmen aus den anderen Handlungsfeldern abgestimmt, so dass die städtischen Klimaschutzziele in diesem Szenario erreicht werden.

Das in Betrieb zu nehmende Holz-Heizkraftwerk orientiert sich an bestehenden Anlagentechniken mit Wirbelschichtfeuerung und Dampfturbine. Es werden rund 160 GWh an elektrischer Energie produziert. Die auskoppelbare thermische Leistung beträgt 80 MW. Bei einer Vollaststundenzahl von 4500 h erzeugt die Anlage 360 GWh Wärme, die in das Wärmenetz eingespeist werden kann. Für die Versorgung der Anlage mit Biomasse werden Mengen benötigt, die deutlich über dem lokalen Potenzial der Landeshauptstadt Dresden liegen. Die zusätzlich notwendigen Biomassemengen müssten importiert werden und stehen als Ressource an ihren Herkunftsorten nicht mehr zur Verfügung.

Eine andere Struktur ergibt sich bei den Biogasanlagen. Über den Biogastransport oder die Aufbereitung zu Bioerdgas können Biogasanlagen in der Region betrieben werden und Blockheizkraftwerke im Dresdner Stadtgebiet versorgen. Die nach Dresden importierten Rohstoffe für die BHKW stehen dadurch nicht mehr an den Herkunftsorten außerhalb des Stadtgebiets bereit. Für das Effizienz-Szenario ist eine Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 5 MW projektiert. Bei einer jährlichen Laufzeit von 8.000 Stunden werden 40 GWh an elektrischer Energie produziert. Für die Auskopplung der thermischen Energie wird eine thermische Leistung von 3,5 MW angenommen. Über die überwiegende Nutzung während der Heizperiode wird von einer Volllaststundenzahl von 4.500 h und einer Wärmeproduktion von knapp 16 GWh ausgegangen.

Tabelle 6-20: Szenarioannahmen Bioenergienutzung, Anlagenbestand und zusätzliche Anlagen, Landeshauptstadt Dresden

	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
Anlage I	**Holz-Heizkraftwerk**	**Holz-Heizkraftwerk**
Jahr der Inbetriebnahme	2020	2025
elektrische Leistung [kW]	3.833	20.000
elektrische Energie [GWh]	31	160
Wärme [GWh]	133	360
Anlage II	**Biogas-Verwertungsanlage**	**Biogas-Verwertungsanlage**
Jahr der Inbetriebnahme	2016	2017
elektrische Leistung [kW]	1.323	5.000
elektrische Energie [GWh]	11	40
Wärme [GWh]	6	16
Summe Anlagen I und II		
elektrische Leistung [kW]	5.156	25.000
elektrische Energie [GWh]	42	200
Wärme [GWh]	139	376
Anlagenbestand 2012 Trend-Szenario		
elektrische Leistung [kW]	16.540	16.540
elektrische Energie [GWh]	145	145
Wärme [GWh]	245	245
Summe	**ab 2020**	**ab 2025**
elektrische Leistung [kW]	21.696	41.540
elektrische Energie [GWh]	187	345
Wärme [GWh]	384	621

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011d, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

6.2.5.5 Maßnahmen

6.2.5.5.1 Einsatz von Festbrennstoffkesseln für biogene Brennstoffe in Haushalten und Unternehmen

Gegenstand der Maßnahme
Die Maßnahme hat das Ziel den Einsatz von Festbrennstoffkesseln für biogene Brennstoffe in Haushalten und Unternehmen zu steigern. In diesem Zusammenhang würde der Ausbau von Stückholz- und Pelletheizungen mit einer durchschnittlichen Leistung von 12 kW mit einer jährlichen Auslastung von 1.800 Stunden angestrebt.

Umsetzungshorizont
Das Vorhaben könnte ab 2012 umgesetzt werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
Mit Hilfe von Installateuren können Marktanreize bei privaten Haushalten geschaffen werden. Darüber hinaus können bestehende finanzielle Förderlinien besser kommuniziert und die Wirtschaftlichkeit transparent dargelegt werden. Außerdem können Beteiligungsmodelle für Bürgerinnen und Bürger eingerichtet werden.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers Rohstofflieferungen innerhalb der Region könnten stärker gefördert werden. Programme zur fi-

nanziellen Förderung der Installation von Festbrennstoffkesseln für biogene Brennstoffe bestehen bereits bei der KfW.

Effektivität der Maßnahme
Kosten und Nutzen der Maßnahme sind in der Tabelle dargestellt. Die Amortisationszeit beträgt 15 Jahre.

KOSTEN	
Investitionskosten:	15.000 EUR/Kessel
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	35.000 bis 40.000 EUR/Kessel

NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	-20.000 bis -25.000 EUR/Kessel
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	78 t CO_2/Kessel
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	-256 bis -320 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Die für den Betrieb erforderliche Biomasse ist im Stadtgebiet bzw. in stadtnahen Lagen der Region Dresden stetig vorhanden. Insgesamt leistet der Einsatz von Festbrennstoffkesseln also einen positiven Beitrag zur Versorgungssicherheit. Die Technologie ist bereits erprobt, in der Gesellschaft akzeptiert und gewünscht. Darüber hinaus ist der Einsatz von Festbrennstoffkesseln wirtschaftlich gut machbar. Unerwünschte Nebeneffekte können allerdings durch erhöhte Feinstaubemissionen entstehen. Dieser Aspekt wird hier nicht weitergehend beleuchtet.

6.2.5.5.2 Einsatz von Biomasse-Heizkraftwerken

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist der Einsatz eines Biomasse Heiz-Kraftwerks für die Verbrennung trockener Biomasse. In einem solchen Kraftwerk könnte verbrennbare Biomasse wie Waldholz, Landschaftspflegeholz, holzige Anteile von Grünabfällen sowie Altholz zur Energieerzeugung genutzt werden. Das Kraftwerk könnte in das bestehende Wärmeenergienetz integriert werden. Das Kraftwerk würde sinnvollerweise im äußeren Stadtgebiet mit Anbindung an das bestehende Fernwärmegebiet und gleichzeitig guten Liefermöglichkeiten von Biomasse aus der Region errichtet.

Je nachdem ob Biomassepotenziale außerhalb Dresdens mit berücksichtigt werden sollen oder nicht, kann das HKW unterschiedlich dimensioniert werden. So wird für das Aktion-Szenario ein HKW vorgeschlagen, dass nur die Potenziale innerhalb der Stadtgrenzen nutzt. Dieses HKW 1 könnte auf 3,833 MW_{el} dimensioniert werden. 31 GWh Strom und 133 GWh Wärme könnten damit produziert werden. Für die Zielerreichung ist eine Ausweitung der Potenzialbetrachtung auf die Region erforderlich. Daher wird im Effizienz-Szenario der Betrieb eines größeren HKW 2 mit 20 MW_{el} Leistung vorgeschlagen. Hiermit könnten 160 GWh Strom und 360 GWh Wärme produziert werden.

Umsetzungshorizont
Das Vorhaben könnte ab 2020 (HKW1) und 2025 (HKW2) umgesetzt werden.

Förderliche Randbedingungen
(a) Angebote für ein Betriebsführungs- und/oder Finanzierungs-Contracting einschließlich der Ermöglichung der finanziellen Beteiligung von Bürgern (sog. third-party-financing) könnten die zügige Gewinnung neuer Kunden sowie die dauerhafte Abnahme von Strom und Wärme und damit den wirtschaftlichen Betrieb und eine hohe Auslastung des Biomasse-HKW sichern. Darüber hinaus könnten auch die Vorschläge aus dem Maßnahmepaket „Fernwärme" zur Anwendung kommen.

(b) Seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers könnte ein institutioneller Rahmen für die Biomassenutzung in der Region initiiert werden.

Effektivität der Maßnahme
Kosten und Nutzen der Maßnahme sind in der Tabelle dargestellt. Die Investition in ein Biomasse-KWK-Kraftwerk amortisiert sich in fünf bis zehn Jahren.

KOSTEN	
Investitionskosten:	7.000 bis 8.000 EUR/kW
HKW 1	30 Mio. EUR
HKW 2	100 Mio. EUR
Erträge (abgezinst über die Laufzeit, inkl. EEG-Umlage):	
HKW 1:	100 Mio. EUR
HKW 2:	250 Mio. EUR

NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	
HKW 1	-70 Mio. EUR
HKW 2	-150 Mio. EUR
CO_2-Einsparung (über Laufzeit):	
HKW 1	1.500.000 t CO_2
HKW 2	5.100.000 t CO_2
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	
HKW 1	-50 EUR/ t CO_2
HKW 2	-30 EUR/ t CO_2

Umsetzbarkeit/Akzeptanz
Die für das Vorhaben eingesetzte Technologie ist bereits bekannt und anwendbar. Ein Biomasse Heiz-Kraftwerk findet darüber hinaus weitgehende Akzeptanz in der Bevölkerung. Gegebenenfalls könnten sich Anwohner vom Geruch und entstehendem Lärm belästigt fühlen. Dies gilt insbesondere für die Großanlage (HWK 2). Darüber hinaus wäre es sinnvoll, die Herkunft der Biomasse zu kommunizieren, damit nicht der Eindruck entsteht, dass zum Betrieb des Kraftwerks Raubbau betrieben wird. Trotz der hohen Investitionskosten sind die Installationen der Kraftwerke rentabel.

Ergebnisse eines Vergleichs der energetischen mit der stofflichen Biomasseverwertung, der u. a. auch das Kriterium „CO_2-Reduktion" beinhaltet, liegen in Form eines städtischen Bioabfallverwertungskonzepts bereits vor.

6.2.5.5.3 Einsatz von Biogas-Heizkraftwerken

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist der Betrieb eines Biogas-Heizkraftwerks für die Vergärung von nasser Biomasse wie beispielsweise vergärbarer Ackerlandprodukte, Grünabfälle (ohne holzige Anteile) und Bioabfälle, Gülle oder Klärschlamm. Das Kraftwerk könnte in bestehende Wärmeenergienetze integriert oder in der Nähe von Nahwärmeinseln in Gebieten mit ausreichend lokaler Wärmeabnahme betrieben werden.
Analog zur Verbrennung trockener Biomasse, wird hier zwischen der Nutzung des städtischen Potenzials im Aktion-Szenario und der zusätzlichen Nutzung regionaler Potenziale im Effizienz-Szenario unterschieden. Mit Nutzung der städtischen Potenziale im Aktion-Szenario könnte ein Biogas-HKW (1) mit 1,323 MW_{el} betrieben werden, dass 11 GWh Strom und 6 GWh Wärme produziert.
Mit der zusätzlichen Nutzung regionaler Potenziale im Effizienz-Szenario kann das Biogas-HKW (2) auf 5 MW_{el} erweitert werden und somit 40 GWh Strom und 16 GWh Wärme produzieren.

Umsetzungshorizont
Die Vorhaben könnten ab 2016 (HKW2) oder 2017 (HKW1) umgesetzt werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens
Durch eine weitergehende Förderung der Bioabfallerfassung (damit auch Senkung des biogenen Anteils im Restabfall) aus Haushalten, Unternehmen und im öffentlichen Raum könnte der Anteil des verwertbaren Bioabfalls erhöht werden.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers
Politisch können institutionelle Rahmen für die Biomassenutzung in der Region geschaffen werden und der Dialog zwischen Interessensgruppen einschließlich der kommunalen Verwaltungen (Stadt Dresden und benachbarte Landkreise) angeregt werden.

Effektivität der Maßnahme
Kosten und Nutzen der Maßnahme sind in der Tabelle dargestellt. Die Investition in ein Biogas-Heiz-Kraftwerk amortisiert sich in fünf bis zehn Jahren.

KOSTEN	
Investitionskosten:	
HKW 1	5 Mio. EUR
HKW 2	30 Mio. EUR
Erträge (abgezinst über die Laufzeit, inkl. EEG-Umlage):	
HKW 1:	15 Mio. EUR
HKW 2:	50 Mio. EUR

NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	
HKW 1	-10 Mio. EUR
HKW 2	-20 Mio. EUR
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	
HKW 1	150.000 t CO_2
HKW 2	500.000 t CO_2
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	
HKW 1	-67 EUR/ t CO_2
HKW 2	-40 EUR/ t CO_2

Umsetzbarkeit/ Akzeptanz
Die für das Vorhaben eingesetzte Technologie ist bereits bekannt und anwendbar. Ein Biomasse-Kraftwerk für die Vergärung von nasser Biomasse findet darüber hinaus weitgehende Akzeptanz in der Bevölkerung. Gegebenenfalls könnten sich Anwohner vom Geruch und entstehendem Lärm belästigt fühlen. Die Installation des Kraftwerks wäre wirtschaftlich rentabel. Biomasse als stetig vorhandener und nicht fluktuierender Rohstoff leistet außerdem einen positiven Beitrag zur Versorgungssicherheit. Ergebnisse eines Vergleichs der energetischen mit der stofflichen Biomasseverwertung, der u. a. auch das Kriterium „CO2-Reduktion" beinhaltet, liegen in Form eines städtischen Bioabfallverwertungskonzepts bereits vor.

6.3 Aktionsfeld Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger

6.3.1 Fernwärme

6.3.1.1 Fernwärmenutzung in Deutschland

Fernwärme wird bereits seit dem 19. Jahrhundert in Europa und Deutschland genutzt. Zunächst über Dampf mittels Kohle erzeugt, kann die Nutzung heutzutage über jede Art von Brennstoff erfolgen. Auch Biogas, Abfälle oder die Abwärme von Industriebetrieben sind daher nutzbar. Heute wird aus Effizienzgründen vermehrt Heißwasser eingesetzt. Mittels Heißwasser wird die Fernwärme über ein Rohrleitungssystem transportiert. Die Wärme wird am Gebäude über eine Hausübergabestation übergeben. Das ausgekühlte Wasser wird dann aus dem jeweiligen Gebäude an das Netz zurückgegeben.

Die Verbreitung des Fernwärmeanschlusses in Deutschland ist sehr unterschiedlich. Während in den westlichen Bundesländern nur 9 Prozent der Haushalte angeschlossen sind, liegt der Anteil der Fernwärme am Energiemarkt in den östlichen Bundesländern bei 32 Prozent angeschlossener Haushalte (vgl. AGFW 2006).

Der Ausstoß des Treibhausgases CO_2 wird durch die Kraft-Wärme-Kopplung reduziert. So konnten seit 1990 in Dresden durch das GT-Heiz-Kraftwerk Nossener Brücke ca. 1 Mio. Tonnen CO_2 direkt vermieden und durch Verdreifachung der Stromproduktion und damit Verdrängung vorwiegend fossiler Erzeugung in der Region eine weitere Million Tonnen CO_2. Die AGFW beziffert die CO_2-Ersparnis durch die Fernwärmenutzung für 2002 auf 7,5 Mio. t gegenüber der getrennten Strom- und Wärmeerzeugung auf konventioneller Basis. Dies entspricht etwa dem CO_2-Ausstoß der Stadt Frankfurt am Main inkl. Verkehr im Jahr 2008 (vgl. Stadt Frankfurt am Main 2011).

Ein umfassender Ausbau der Fernwärme bringt eine Reihe von Chancen und Risiken mit sich, die bei der Bewertung der dargestellten Potenziale berücksichtigt werden.

Die Wärmeversorgung durch Fernwärme leistet einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz, sofern ihre Erzeugung in effizienten KWK-Anlagen erfolgt. KWK-Anlagen sorgen dank der Nutzung der Abwärme aus der Stromerzeugung für einen niedrigen Primärenergiefaktor der Fernwärme und helfen die CO_2-Emissionen einer separaten Wärmeerzeugung zu vermeiden. Fernwärmenetze sind darüber hinaus hervorragend geeignet, erneuerbare Energien aus unterschiedlichsten Quellen (z. B. Biomasse, Müll, Solarthermie, Geothermie, Abwärme) in urbanen Räumen nutzbar zu machen und flexibel auf sich ändernde Rahmenbedingungen zu reagieren. Hierin besteht einer der wesentlichen **Vorteile** gegenüber energetischen Einzellösungen. Durch die erhöhte Fernwärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern wie Biomasse und Geothermie könnten die CO_2-Emissionen weiter reduziert werden. Fernwärmenetze sind grundsätzlich als in sich geschlossene Systeme (systemischer Zusammenhang von Erzeugungsanlagen, Netz/en und angeschlossenen Gebäuden als Verbraucher) mit bedarfsoptimierter Wärmeerzeugung konzipiert. Der Aufbau redundanter Erzeugungsanlagen oder die Einspeisung durch Dritte verursacht zwangsläufig eine Verdrängung vorhandener Erzeugungsanlagen, die dadurch wirtschaftlich schlechter gestellt werden können.
Die Integration erneuerbarer Energien sollte daher vorzugsweise zunächst über die Substitution des fossilen Primärenergieträgers Erdgas durch erneuerbare Alternativen (z. B. Bioerdgas) in vorhandenen Erzeugeranlagen erfolgen. Der Bau neuer Erzeugeranlagen vorzugsweise auf erneuerbarer Basis kann sinnvoll im Rahmen der normalen Erneuerungszyklen erfolgen. Insgesamt würde durch einen höheren erneuerbaren Anteil auch das positive Image der Fernwärme gestärkt, zumal der Aspekt einer umweltfreundlichen Wärmeversorgung laut Verbraucherbefragungen in den Vordergrund tritt. Dank der zentralen Versorgungsstruktur gilt die Fernwärme zudem als sicher, bequem und platzsparend – dezentrale Anlagen wie Heizkessel, Abgasanlagen und Brennstofflager im eigenen Gebäude werden überflüssig. Neben den Umweltaspekten und dem Komfort sind letztlich aber auch finanzielle Erwägungen der Kunden für Akzeptanz und Aufbau der Fernwärme von Bedeutung (WI/DLR/ie Leipzig 2006).

Trotz der genannten Chancen ist beim Ausbau von Fernwärmesystemen konsequent auf die Vermeidung von **Nachteilen** der Fernwärmeversorgung zu achten. So müssen durch die Wahl qualitativ hochwertiger Rohrsysteme und die Erreichung möglichst niedriger Temperaturen im Fernwärmesystem die Wärmeverluste bei der Übertragung auf ein niedriges Niveau begrenzt werden, um die Effizienzvorteile der gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom nachträglich nicht zu verschenken.

Auch in bestehenden Fernwärmesystemen ist daher die Umsetzung einer low-ex-Strategie (Absenkung des Temperaturniveaus) unbedingt langfristig zu verfolgen. Da dazu Investitionen sowohl in den Kundenanlagen als auch in das vorgelagerte System erforderlich sind, kann der Umsetzungsprozess nur langfristig betrieben werden (vorzugsweise innerhalb der normalen technischen Nutzungszyklen). Niedrigere Netztemperaturen haben außerdem den Vorteil, dass die Isolierstoffe in den Fernwärmeleitungen weniger beansprucht werden und damit länger halten. Darüber hinaus können auch preiswertere Verlegeverfahren eingesetzt werden. Bei einem Temperaturniveau unter 100 °C ist es möglich, großvolumige atmosphärische Speicher zu errichten, die der Fernwärme weitere strategische Vorteile eröffnen:

- Zwischenspeicherung von überschüssigen erneuerbaren Energien (als thermischer Speicher, aber auch als „Puffermöglichkeit" für überschüssige elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen, die sonst zeitweilig abgeschaltet werden müssten)
- Zeitliche Entkopplung von Stromerzeugung und Wärmelieferung, Flexibilisierung der Fahrweise der Erzeugeranlagen als Beitrag zur Integration volatil einspeisender erneuerbarer Energien und Erzielung zusätzlicher Einnahmen durch Teilnahme an den Flexibilitätsmärkten (Regel- und Ausgleichsenergie).

Investitionen in Fernwärmesysteme (Kraftwerke und Netze) refinanzieren sich sehr langfristig (über 10 bis 20 Jahre). Aus diesem Grund ist eine längere Bindung der versorgten Kunden erforderlich. Die Gefahr von Preismissbrauch ist gering, da sich die Fernwärmepreise bei Ausbau des Versorgungssystems gegenüber anderen Versorgungsalternativen am Markt bewähren müssen. Des Weiteren ist die Transparenz von Preisänderungen im Allgemeinen langfristig durch einen hohen juristischen Standard genügende Preisanpassungsklausel gewährleistet. Der beobachtete Anstieg der Fernwärmepreise ist bislang vor allem auf steigende Preise für den Brennstoffeinsatz und strukturelle Faktoren zurückzuführen (Bundeskartellamt 2012[110]). So bewirken Wohnungsleerstand und -rückbau eine geringere Nachfrage bei gleichbleibend hohen Fixkosten der Fernwärmeversorgung (HHL/Sachsen Bank 2012). Es ist zu unterstreichen, dass aus Verbrauchersicht die Vorteile der Fernwärme zu überwiegen scheinen. In den neuen Bundesländern ist sie noch vor dem Erdgas das beliebteste Heizmittel (EMNID 2004).

Vorbildcharakter in der flächendeckenden Fernwärmeversorgung in Europa hat die dänische Hauptstadt **Kopenhagen**. Die Realisierung von CO_2-Einsparungen wurde dort in der Vergangenheit wesentlich von der Ausweitung des Fernwärmenetzes angetrieben. Heute sind 98 bis 99 Prozent des Kopenhagener Gebäudebestandes an das Fernwärmenetz angeschlossen. Damit erstreckt sich das Fernwärmenetz auch auf Gebiete mit vergleichsweise geringen Wärmedichten (CTR/KE/VEKS 2011). Diese Entwicklung wurde nicht zuletzt dadurch ermöglicht, dass alternative Versorgungsmedien (Heizöl, Erdgas) mit hohen Energiesteuern belegt sind.

Das **ökonomische Kernproblem** in der Erschließung von dünn besiedelten Gebieten sind die Kosten für die Verlegung der Fernwärmeleitungen. In Deutschland scheinen hier noch erhebliche Spielräume für Einsparungen zu bestehen. So sind die Verlegekosten in Finnland und Dänemark dreimal niedriger als in Deutschland. Die AGFW hat mögliche Kostensenkungen im Bereich von 40 bis 50 Prozent nachgewiesen, die in der Zwischenzeit wenigstens in Teilen ausgeschöpft wurden. Ansatzpunkte zu Kosteneinsparungen können innovative Verlegeverfahren und der Einsatz von Duo-Rohren sein. Wie das Beispiel Dänemarks zeigt, erlauben geringere Verlegekosten auch niedrigere Tarife. Niedrigere Tarife wiederum steigern die Attraktivität eines Fernwärmeanschlusses, erleichtern den Ausbau und führen so zu höheren Anschlussgraden (AGFW 1997; Nast 2004; WI/DLR/ie Leipzig 2006).

[110] Bundeskartellamt: Abschlussbericht Sektoruntersuchung Fernwärme, August 2012

Davon abgesehen muss eine Bewertung der energetischen Sinnhaftigkeit der Fernwärmeerschließung dünner besiedelter Gebiete im Einzelfall erfolgen. Vor allem in peripheren Gebieten mit saniertem Gebäudebestand und entsprechend geringem Nutzenergiebedarf kann es der Fernwärme an ökologischem und wirtschaftlichem Nutzen mangeln. Dezentrale Lösungen, wie aus BHKW oder Wärmepumpen versorgte Inselsysteme und auch die solare Nahwärme, sind in diesen Fällen oftmals effizienter (Wolff/Jagnow 2011).

Die zentrale Struktur von Fernwärmesystemen spiegelt sich in ihrer administrativen Organisation. Wie in Dresden erfolgt auch die Kopenhagener Fernwärmeversorgung durch den städtischen Energieversorger (Stadtwerke) und ist in kommunalem Besitz. In Dänemark wird vor allem der verstärkte Einsatz von Biomasse in der Wärmeerzeugung die Preise für Fernwärme jedoch steigen lassen. Es handelt sich dabei um eine politisch beschlossene Maßnahme, die auch zur Erreichung des Ziels eines CO_2-neutralen Kopenhagen bis 2025 beitragen wird. Die größten Chancen der Fernwärme im Klimaschutz liegen also nicht notwendigerweise nur in ihrem flächenmäßigem Ausbau, sondern auch in der zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energieträger in ihrer Erzeugung.

6.3.1.2 Bestand in Dresden

Die Fernwärme in Dresden wird über Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in den Heizkraftwerken der DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH erzeugt. Der Kraftwerkspark wird dominiert von einem Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk (GuD-HKW Nossener Brücke) mit einer elektrischen Leistung von 270 MW und einer thermischen Leistung von 455 MW Heizwasser und 25 MW Dampf. Eine detaillierte Zusammenstellung der Kraftwerke ist in der folgenden Tabelle ersichtlich:

Die gesamte thermische Leistung der Heizkraftwerke beträgt 898 MW_{th}. Das Hauptkraftwerk, das GuD-HKW Nossener Brücke, weist dabei einen Brennstoffnutzungsgrad von 85 Prozent auf. Aus dem Kraftwerkspark wurde in 2005 eine Wärmeenergie von 1.930 GWh in das Fernwärmenetz eingespeist. Circa 88 Prozent der eingespeisten Wärme konnten 2005 über das Fernwärmenetz an die Abnehmer verkauft werden, das heißt 1.695 GWh (ohne Temperaturbereinigung).

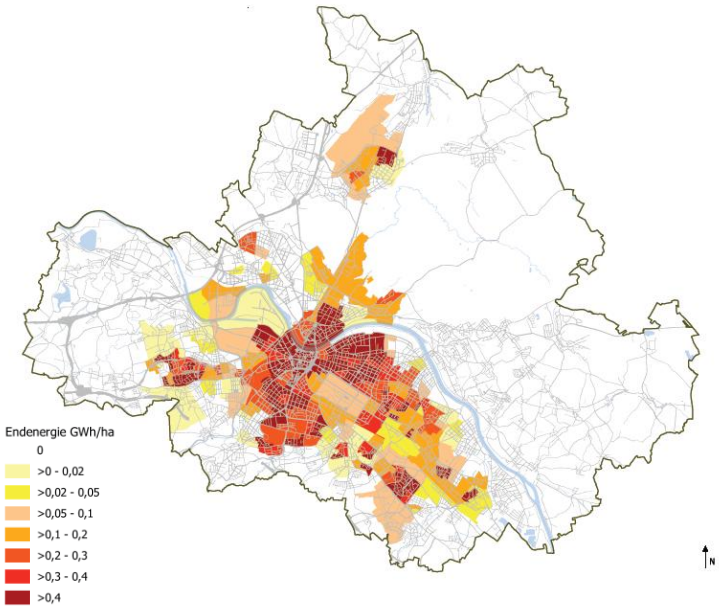
Tabelle 6-21: Kraftwerkspark DREWAG (elektrische und thermische Leistung, in Megawatt (MW))

	Elektrische Leistung [MW]	Thermische Leistung [MW]
GuD-HKW Nossener Brücke	270	455 MW Heizwasser, 25 MW Dampf
Heizkraftwerk Nord	10	68,4
Heizkraftwerk Reick	1,5	260
Heizkraftwerk Trachau	2,4	14,3
Heizkraftwerk Kaditz	2,6	24,7
Heizkraftwerk Klotzsche	3,0	44,6
Heizwerk Mickten	0,05	6
Summe	**289,5 MW**	**898,0**

Quelle: DREWAG 2012

Örtlich differenziert zeigt folgende Abbildung den Fernwärmeverbrauch in Dresden. Daraus geht hervor, dass das zentrale Fernwärmenetz sich auf die Ortsamtsbereiche Altstadt, Neustadt, Blasewitz und Plauen sowie die Stadtteile Gorbitz und Prohlis konzentriert. Kleinere Inselsysteme sind im Norden in Klotzsche sowie vereinzelt in Trachau, Mickten und Kaditz vorhanden. Entsprechend der Systemstruktur ergibt sich die Höhe des Fernwärmeabsatzes, der mit der räumlichen Verdichtung des Fernwärmesystems einhergeht.

Abbildung 6—26: Fernwärmeverbrauch Landeshauptstadt Dresden 2010 (in GWh/ha)



Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

6.3.1.3 Potenzial

Die Wärmenetze lieferten 2005 eine Wärmeenergie von 1.695 GWh an Haushalte, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen und waren somit für rund 31 Prozent der Wärmelieferung zuständig. 45 Prozent aller Wohnungen werden in Dresden mit Fernwärme versorgt. In die Wärmenetze wurden dazu 1.930 GWh Wärme eingespeist. Der Übertragungswirkungsgrad lag in 2005 somit bei rund 88 Prozent.

Die Installation von Wärmenetzen bietet einen neuen Freiheitsgrad im zeitlichen und räumlichen Management von Wärmeströmen und damit auch dem Betrieb von Anlagen der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme. In Verbindung mit durch Niedertemperaturwärme angetriebenen thermischen Kältemaschinen kann Wärme auch zur Klimatisierung verwendet werden und somit den Strombedarf reduzieren. Kritisch zu bewerten sind die hierbei in den Sommermonaten erforderlichen höheren Vorlauftemperaturen im Fernwärmesystem.

Das Ausbaupotenzial der Wärmenetze kann nach folgenden Aspekten aufgeteilt werden: Verdichtung des Wärmenetzes durch Erhöhung der Anschlussdichte sowie die Erweiterung der Fernwärmetrassen durch Netzausbau. Ersteres geht vom bestehenden Wärmenetz aus und zielt auf den Austausch bisheriger Wärmeversorgung über Gas oder Öl hin zu Fernwärmeanschlüssen ab. Letzteres ist mit einem Leitungsausbau in bisher nicht belieferte Gebiete verbunden und daher eine langfristige Ausbaustrategie (Abb. 6-Z1).

Technisch gesehen, liegt das **theoretische Potenzial** bei der Bereitstellung des gesamten Heizwärmebedarfs in Dresden. Dies sind 3.820 GWh in 2005, das heißt 2.200 GWh für Wohngebäude, 1.370 GWh für Unternehmen und 250 GWh für öffentliche Einrichtungen. Durch zukünftige Sanierungs- und Ersatzmaßnahmen ist mit einer Verringerung des Heizwärmebedarfs zu rechnen. Im Effizienz-Szenario wird von einem Heizwärmebedarf im Jahr 2030 von 3.365 GWh ausgegangen, der sich zu 1.925 GWh auf Wohngebäude, zu 1.215 GWh auf Unternehmen und zu 225 GWh auf öffentliche Einrichtungen verteilt.

Am Beispiel anderer Städte wie Kopenhagen ist ersichtlich, dass auch eine komplette Versorgung mittels Wärmenetze annähernd erreichbar sein kann – unter entsprechenden politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen (z. B. in Dänemark höhere Energiesteuern auf alternative Wärmeversorgung mit Heizöl und Erdgas). In Dresden ist aufgrund der geringen Wärmedichte in ein-

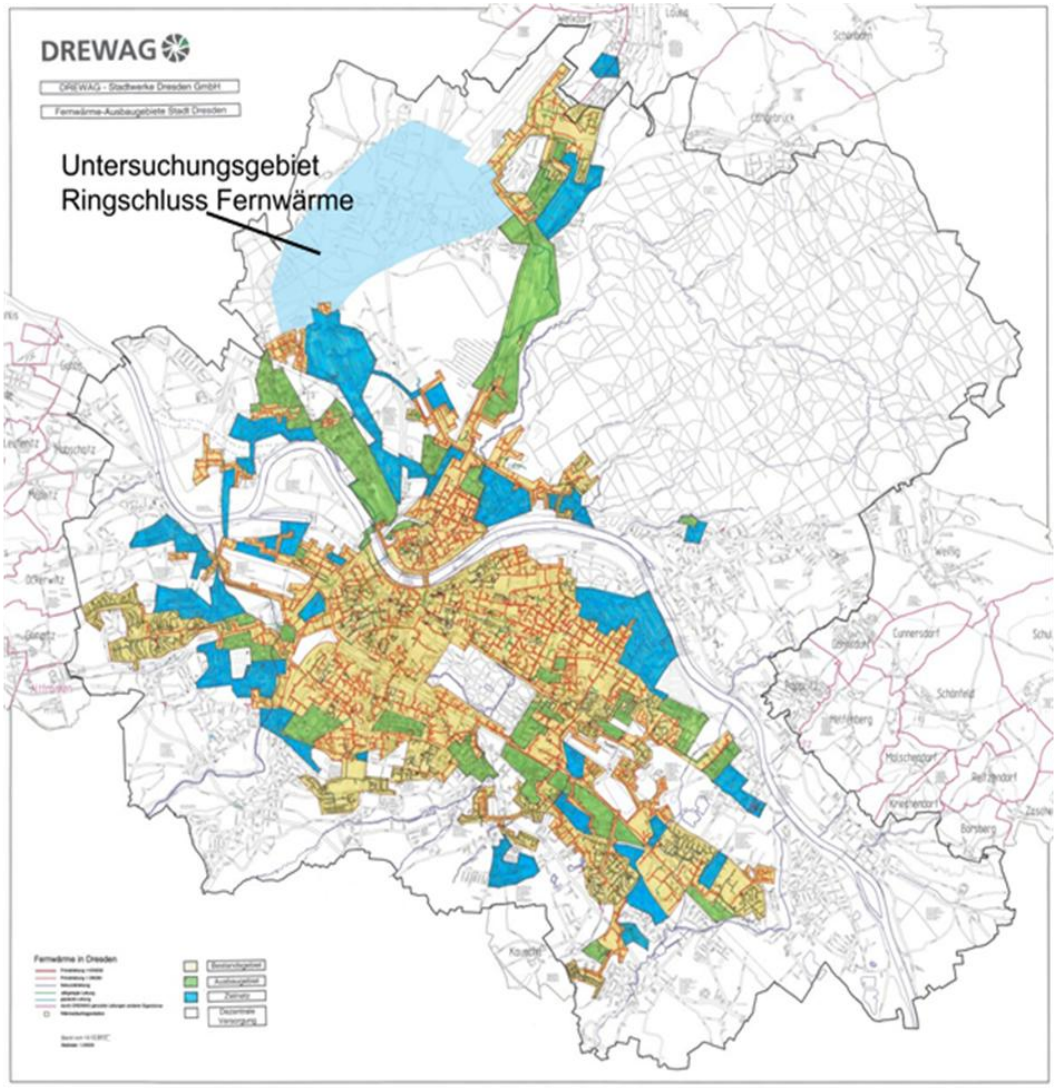
zelnen Stadtteilen die Erreichung des maximalen Potenzials wirtschaftlich allerdings nicht sinnvoll umsetzbar.

Als Anhaltspunkt für die Definition des **realisierbaren Potenzials** wird die aktuelle Ausbaustrategie der Stadtwerke (Stand Oktober 2012; siehe Abbildung 6—Z1) zugrunde gelegt. Dies beinhaltet eine Erweiterung bzw. Verdichtung der Fernwärmesystems um eine Leistung von insgesamt 175 MW. Ausgehend von gleichbleibenden Faktoren für die in Kapitel 6.3.1.2 beschriebenen Heizkraftwerke, kann von einer zusätzlichen jährlichen Netzeinspeisung von 386 GWh ausgegangen werden. Bei gleichbleibenden Übertragungsverlusten resultiert ein zusätzlicher realisierbarer Absatz von 340 GWh/Jahr.

Die Wärmeversorgung soll sich entsprechend der unterschiedliche Bebauungs- und Nutzungsdichte und der bestehenden Infrastruktur einem Schalenmodell folgend entwickeln (siehe Abbildung 6—Z1):

1. Schale: **Fernwärme-Bestandsgebiet**
2. Schale: **Fernwärme-Ausbaugebiet** – die Fernwärme wird hier bis 2022 ausgebaut und die Wärmeversorgung weitgehend übernehmen
3. Schale: **Fernwärme-Zielnetzgebiet** – die Fernwärme wird hierhin bis 2030 geführt und die Wärmeversorgung schrittweise übernehmen
4. Schale: **Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete** – die Wärmeversorgung basiert weiter vorwiegend auf Erdgas mit einem Anteil Biogas, zunehmende Nutzung von Umweltwärme (Schwerpunkt Wärmepumpen zur Nutzung von Wärme aus dem Grundwasser oder dem oberflächennahen Festgestein, siehe Abb. 6 - Z1) und Biomasse, besonders in Stadtrandlagen und Eingemeindungsgebieten.

Abbildung 6—Z1: Perspektiven der Fernwärmeversorgung im Stadtgebiet



Quelle: DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH / Umweltamt, Entwurf November 2012

Legende
Gelb: Bestandsgebiet
Grün: Ausbaugebiet bis 2022
Blau: Zielnetzgebiet bis 2030
Übrige Gebiete: dezentrale Wärmeversorgung mit Erdgas und zunehmend erneuerbaren Energien

Verbessert sich die Einspeise- und Abnahmequote, erhöht sich entsprechend auch das Potenzial. Voraussetzung hierfür ist die Bereitschaft von derzeit gasversorgten Kunden auf Fernwärme umzusteigen. Im Vergleich zum Heizwärmebedarf in 2030 (Effizienz-Szenario) entspricht das realisierbare Potenzial 2.035 GWh/a, das heißt 60 Prozent (340 GWh/a durch Erweiterung und momentaner Absatz von 1.695 GWh/a).

Der Ausbau des Fernwärmesystems kann nur dann erfolgreich gestaltet werden, wenn sich das Gesamtsystem in die durch die Energiewende in Deutschland entstehenden, von volatilen erneuerbaren Energieeinspeisungen geprägten Erzeugungsstrukturen integrieren lässt. Über den Bau großer Wärmespeicher im Fernwärmesystem kann die Stromerzeugung vom Wärmeverbrauch zeitlich entkoppelt werden. Das Fernwärmesystem kann damit sowohl für die überschüssige Erzeugung aus erneuerbaren Energien Wärmezwischenspeicher bereitstellen als auch für Regel-und Ausgleichsenergie an den Flexibilitäts- bzw. Kapazitätsmärkten zusätzliche Erträge erzielen. Neben großen Wärmespeichern wäre als Pufferlösung für überschüssigen Strom aus erneuerbarer Energie auch der Bau großer Elektrodenkessel im Fernwärmesystem prüfenswert. Das Fernwär-

mesystem erscheint damit geeignet, erneuerbare Energien aufzunehmen und zusätzlich den Flexibilitätsrahmen für die Marktintegration volatilen Stroms aus erneuerbaren Energien zu schaffen. Ein weiterer Punkt ist die Reduzierung der Vor- und Rücklauftemperatur im Fernwärmesystem. Aufgrund des eng vermaschten Fernwärmesystems kann die Umsetzung einer low-ex-Strategie durch Maßnahmen in einzelnen Kundenanlagen zunächst mit der Absenkung der Rücklauftemperaturen begonnen werden (langfristiges Ziel: 40 °C). In Einzelfällen kann auch in Teilsträngen mittelfristig die Vorlauftemperatur reduziert werden (langfristiges Ziel: 90 °C). Die komplette Umsetzung einer low-ex-Strategie ist ein längerfristig zu verfolgendes Vorhaben. Sie setzt einen durchgehend ausreichenden Sanierungsstandard im belieferten Stadtgebiet voraus und ist in enger Zusammenarbeit mit den jeweiligen Abnehmern umzusetzen. In Einzelfällen könnte auch die Möglichkeit geprüft werden, Gebäude mit Niedrigtemperatur-Heizungen an den Rücklauf anzuschließen.

Neben den Effizienzsteigerungen im bestehenden System gibt es verschiedene Möglichkeiten weitere Wärmeerzeuger einzubinden. Solarthermische Großanlagen, Tiefengeothermie und Biomasse-Heizkraftwerke sind Empfehlungen dieses Konzepts. Ebenso kann die Nutzung der Abwärme von Industrie- und Gewerbeanlagen, die im Gebiet der Wärmenetze liegen, geprüft werden.

Die **Umsetzbarkeit dieses Ausbaupotenzials** hängt darüber hinaus von der Entwicklung der Fernwärmepreise im Vergleich zu Wettbewerbsenergieträgern, der Energieversorgungsstruktur sowie politischen und sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen ab. So ist aufgrund langer Investitionshorizonte eine rechtliche Planungssicherheit eine Grundvoraussetzung für den Fernwärmeausbau. Förderlich sind zudem ein klares politisches Bekenntnis zur KWK, die bestehende Berücksichtigung der Fernwärme im Erneuerbaren-Energien Wärmegesetz und die fortgesetzte Unterstützung des Einsatzes erneuerbarer Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz. Auf diese Weise wird die Fernwärme ihre Stärke eines flexiblen Brennstoffeinsatzes ausbauen und in Preisvorteilen gegenüber Wettbewerbsenergieträgern ausspielen können. Eher erschwerend auf den wirtschaftlichen Betrieb von Fernwärmenetzen würde eine Verschärfung der Energieeinsparverordnung (EnEV) wirken, die den Wärmeverbrauch im Sinne der Klimaschutzziele und die Nebenkosten für die Fernwärmekunden weiter verringern würde. Diese Verschärfung könnte allerdings auch positiv genutzt werden, wenn die Fernwärme einen niedrigen Primärenergiefaktor beibehält. Dies kann zum Beispiel durch die Integration erneuerbarer Wärmequellen erreicht werden. Auch eine gezielte Förderung dezentraler Wärmesysteme würde die Fernwärme schwächen. Neben solch innenpolitischen Maßnahmen wird die Wettbewerbsposition der Fernwärme auch weiterhin von den Konditionen der internationalen Lieferverträge für Erdgas als größtem Konkurrenzenergieträger beeinflusst werden (HHL/Sachsen Bank 2012).

Neben diesen politischen Faktoren beeinflussen die **sozio-ökonomischen** Entwicklungen die Umsetzbarkeit des Fernwärmeausbaus. Wohnungsleerstand und -rückbau senken aufgrund fallender Wärmedichten die Wirtschaftlichkeit der Fernwärme. In Dresden werden die prognostizierten Bevölkerungsrückgänge in den Stadtteilen Gorbitz, Südvorstadt, Prohlis und Reick verstärkt in diese Richtung wirken. Indem den Abwanderungstendenzen aus Fernwärmegebieten stadtplanerisch entgegengewirkt wird, kann ein Beitrag zum Erhalt eines effizienten Fernwärmenetzes geleistet werden. Beispielhaft ist die im Zuge der Aufwertungsmaßnahmen im Dresdner Süden erfolgte Verknüpfung des Wohnungsrückbaus mit Maßnahmen zur Erhöhung der Stadtteilattraktivität. Zugleich verfügt die Stadt Dresden dank der positiven Bevölkerungsprognose bis 2030 über günstigere Bedingungen für Erhalt und Ausbau der Fernwärme als viele andere Kommunen Ostdeutschlands. Entscheidend ist daher vor allem die zukünftige Stadtentwicklung. So verschlechtern sich die strukturellen Voraussetzungen für einen Fernwärmeausbau durch eine Ausdehnung von Siedlungen im Stadtrandbereich mit geringen Wärmedichten, verbessern sich jedoch im Falle einer Verdichtung innerstädtischer Bereiche. In einer dichten Siedlungsstruktur und einer hohen Anschlussdichte ist die Fernwärme selbst bei einem durchschnittlich hohen Gebäudesanierungsstandard realisierbar.

Schließlich wird die Wirtschaftlichkeit der Fernwärme von **technischen** Entwicklungen beeinflusst. Mit Innovationen im Bereich effizienter Verlegeverfahren und der Weiterentwicklung von Wärmespeichern und KWK-Anlagen könnten Kosten gesenkt, über den Einsatz von Wärmespeichern und Elektrodenkesseln zusätzliche Einnahmen an den entstehenden Flexibilitätsmärkten

generiert und die Fernwärme so wettbewerbsfähiger gemacht werden. Bleiben solche Innovationen aus, könnte die Fernwärme von konventionellen Heizsystemen auf Basis fossiler Brennstoffe oder von innovativeren Nahwärmesystemen ausgebremst werden (HHL/SachsenBank 2012).

6.3.1.4 Szenarien

Grundlage für die Szenarien ist ein realisierbarer Ausbau der Fernwärme im Sinne einer Rohrerweiterung und einer Anschlussverdichtung im bestehenden Wärmenetz. Mögliche Erweiterungstrassen sind Verbindungslegungen zu den bestehenden Inselsystemen in Klotzsche, Trachau und Mickten und die einhergehenden Verdichtungen im Ausbaugebiet sowie im bestehenden Netz.

Im **Trend-Szenario** wird von einer Steigerung der jährlichen Absatzrate von 0 Prozent ausgegangen. Die bereits beschlossenen Netzausbauten, wie die Verbindung zum Inselnetz in Klotzsche werden erfolgen. Der Zuwachs an neuen Kunden wird allerdings durch einen durchschnittlichen verringerten Wärmeabsatz durch Sanierungen und erwartete wärmere Winter ausgeglichen.

Im **Aktion-Szenario** wird ein gesteigerter Fernwärmeabsatz von jährlich 1 Prozent angenommen. Der Ausbau der Fernwärme und gesteigerter Kundenabsatz überkompensieren die verringerte Wärmeabnahme.

Im **Effizienz-Szenario** wird angenommen, dass der Absatz jährlich um 1,5 Prozent gesteigert werden kann. Das Fernwärmenetz wird stark ausgebaut, so dass trotz hoher Gebäudesanierungsraten der Fernwärmeabsatz deutlich zunimmt.

Endenergetisch betrachtet, bedeutet dies für das Jahr 2030 ein Fernwärmeabsatz von 1.700 GWh für das Trend-Szenario, von 1.860 GWh für das Aktion-Szenario und von 1.950 GWh für das Effizienz-Szenario. Durch den Fernwärmeabsatz im Effizienz-Szenario werden damit 58 Prozent des Gesamt-Heizwärmebedarfs (2030) bereitgestellt. Eine Übersicht der Szenarien befindet sich in der folgenden Tabelle.

Tabelle 6-22: Szenario-Annahmen Ausbau der Fernwärme

Szenarien Fernwärme 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
Steigerung Absatzrate pro Jahr [%]	0,0	1,0	1,5
Endenergie in 2030 [GWh_{End}]	1.700	1.860	1.950

Quelle: DREWAG 2011, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA
Anmerkung: Die Ausbauziele der DREWAG (November 2012) gemäß Abbildung 6—Z1 (zusätzlich 340 GWh/a in 2030) sind hier für das Effizienz-Szenario nicht in vollem Umfang berücksichtigt.

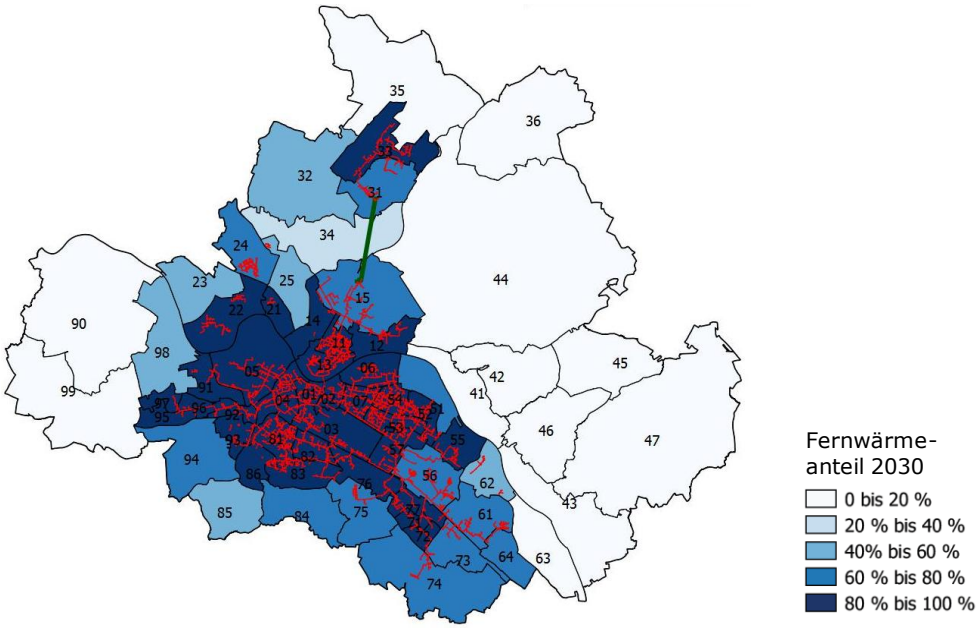
In Anlehnung an die „Fernwärme-Hauptstadt" Kopenhagen wird zusätzlich zu den bestehenden Szenarien ein „**Kopenhagen-Szenario**" für den Ausbau der Fernwärme betrachtet. Dies beinhaltet einen massiven Ausbau der Fernwärme im Dresdner Stadtgebiet auf ein Niveau von 2.420 GWh Absatz im Jahr 2030.

Der Ausbau wird stadtteildifferenziert nach den Kriterien der Wärmedichte und der Entfernung zum bestehenden Fernwärme-Systems gewählt. Daraus folgt eine mögliche Fernwärmedichte von 60 bis 100 Prozent Fernwärmeanteil an der Wärmeversorgung im Innenstadtbereich und von 20 bis 60 Prozent in den äußeren Stadtgebieten. Veranschaulicht ist dieses „Kopenhagen-Szenario" in der folgenden Abbildung.

Zur Erzeugung der zusätzlichen Wärme ist sowohl im Effizienz-Szenario als auch im „Kopenhagen-Szenario" neben dem Erhalt des bestehenden Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerks der Betrieb eines Biomasse-Heizkraftwerks, einer solarthermischen Freiflächenanlage und eines Tiefengeothermie-Heizwerks vorgesehen. Im Unterschied zum Effizienz-Szenario ist im „Kopenhagen-Szenario" das Biomasse-Heizkraftwerk für eine Fernwärmeerzeugung von 720 GWh und das Tiefengeothermie-Heizwerk für eine Fernwärmeerzeugung von 180 GWh vorgesehen (jeweils Verdopplung gegenüber Effizienz-Szenario). Die solarthermische Großanlage kann eine Wärmemenge in einer Größenordnung von ca. 430 GWh bereitstellen. Voraussetzung hierfür ist ein saisonaler Großwärmespeicher und die weitgehende Umsetzung der low-ex-Strategie. Analog zum

Effizienz-Szenario wird eine Biogasanlage (KWK) mit einer Wärmeproduktion von 16 GWh angenommen.

Abbildung 6—27: Ausbau des Fernwärmeabsatzes in Dresden im Kopenhagen-Szenario, 2030



Quelle: Rambøll-KEEA

Wird die Fernwärme in dieser Erzeugungskonstellation produziert, ergibt sich in den vorgesehenen Heizkraftwerken eine erhöhte Stromproduktion im Vergleich zum Effizienz-Szenario. Damit könnte der Dresdner Strombedarf gedeckt und ein kleiner Überschuss produziert werden.

6.3.1.5 Maßnahme: Ausbau Fernwärme

6.3.1.5.1 Gegenstand der Maßnahme

Die Maßnahme hat das Ziel, das Fernwärmesystem zu erweitern und zu verdichten. Im Rahmen des Ausbaus sollen einerseits die Anschlussdichte erhöht, andererseits der Rohrbau des Fernwärmenetzes erweitert werden.

Durch eine Verringerung der Fernwärmevorlauftemperatur von 110 °C auf 90 °C in Teilsträngen könnte die Wärmebereitstellung effizienter gestaltet werden. Bei der Verringerung der Temperatur auf unter 90 °C muss dabei jedoch die Wasserhygiene bei der Trinkwarmwasser-Bereitung über nicht-thermische Verfahren sichergestellt werden. Gebäude mit hohem EnEV-Standard könnten vereinzelt am Fernwärmerücklauf angeschlossen werden. Dafür wären 40 °C bei hohem EnEV-Standard ausreichend. Der Einsatz von Wärmespeichern ermöglicht eine gleichmäßigere Fahrweise der Erzeugeranlagen und zusätzliche Einnahmen an den Flexibilitätsmärkten (z. B. Regelenergiemarkt, Kapazitätsmarkt). Kurzfristig könnten dafür Kurzzeitspeicher und langfristig Jahreszeitenspeicher ausgebaut werden. Mit Hilfe der Speicher könnte auch die Stromerzeugung vom Wärmeverbrauch entkoppelt werden und somit eine flexiblere Fahrweise ermöglichen.

Der ökologische Vorteil der Fernwärme könnte zudem durch die Einspeisung erneuerbarer Energie aus solarthermischen Großanlagen, Tiefengeothermie-Anlagen und Biomasse-Heizkraftwerken sowie eventuell durch eine zusätzliche Nutzung der Abwärme von Industrie- und Gewerbeanlagen verbessert werden. Somit wäre ein vergleichsweise niedriger Primärenergiefaktor auch in der Zukunft gesichert und könnte zu einem niedrigen EnEV-Standard beitragen. Hinsichtlich der wirtschaftlichen Beeinflussung des Bestandssystems gilt das bereits in vorangegangenen Kapiteln Ausgeführte.

Umsetzungshorizont
Die Erweiterung und Verdichtung des Fernwärmesystems befindet sich bereits in der Umsetzung und sollte in den kommenden Jahren zielstrebig fortgeführt werden.

Förderung des Nutzerverhaltens

(a) Beeinflussung des Nutzerverhaltens

- Die Versorgung durch Fernwärme könnte dem Bürger näher gebracht werden um die Umstiegshemmnisse von Gas auf Fernwärme zu reduzieren. Eine klare und transparente Kommunikation zur zukünftigen Preispolitik und zur konstanten Versorgung sind dafür zielführend.
- Um in Konkurrenz zu Gas und zu dezentralen Wärmeerzeugern, wie zum Beispiel Geothermie, dem Kunden einen Mehrwert zu bieten, müsste der Preisvorteil der Fernwärme in den Vordergrund gestellt werden. Preislich besonders günstige Angebote könnten sich an einer niedrigen Vorlauf- und Rücklauftemperatur orientieren; siehe dazu folgenden Punkt:
- Durch die Etablierung eines Anreizsystems für Haushalte, dass niedrige Vorlauf- und/oder Rücklauftemperaturen belohnt, könnte das Nutzerverhalten beeinflusst werden. Darüber hinaus könnte eine Förderung der Installation neuer Wärmetauscherflächen dazu beitragen, die Netztemperatur abzusenken.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers

- Die Stadt sollte konsequent in Umsetzung ihrer eigenen städtebaulichen Leitlinien (Planungsleitbild Innenstadt, INSEK, FNP) die Innenentwicklung der Stadt fördern. Eine Verdichtung und Erweiterung des Fernwärmenetzes könnte sich dabei auf die Stadtteile Klotzsche, Friedrichstadt, Leipziger Vorstadt einschließlich Pieschen und Löbtau konzentrieren. Zudem ist eine Verdichtung generell in allen bereits mit Fernwärme versorgten Gebieten sinnvoll.
- Um eine effiziente Strategie für Dresden zu gewährleisten ist eine enge Abstimmung der Fernwärme-Ausbaustrategie mit der Stadtverwaltung, insbesondere mit dem Stadtplanungsamt und dem Hochbauamt wesentlich. Energiestandards im Neubau, Fernwärme-Ausbau- und Verdichtungsgebiete und Ansiedlungspolitiken könnten so im gesamtstädtischen Sinn abgestimmt werden. Hierzu wäre auch der Einsatz von Quartiersmanagern mit energetischer Expertise zielführend, die finanziell von der KfW gefördert werden.
- Gewerbegebiete, die von Fernwärme versorgt sind und Abwanderungstendenzen vorweisen, können durch den Anschluss an höhere Netzspannungen (20/110 kV) aufgewertet werden. Somit wäre die Nutzung der Gewerbegebiete attraktiver, da ein kostengünstiger Strombezug erleichtert wird. Die Abnahme der Fernwärme könnte somit weiter gewährleistet und ausgebaut werden.

Effektivität der Maßnahme
Die Investitionskosten der Erweiterung des Fernwärmenetzes sind abhängig von den Boden- und Anschlussgegebenheiten und können daher nicht pauschal berechnet werden.
Die Investitionskosten für eine Verdichtung entstehen auf der Seite der anzuschließenden Gebäude sowie auf Seite des Energieversorgers. Hier kann von einer Aufteilung von 3.000 Euro pro 100 kW Anschluss für den Energieversorger und von 7.000 Euro pro 100 kW Anschluss für den Gebäudeeigentümer ausgegangen werden. Unter der Annahme eines Fernwärmeabsatzes von 2.035 GWh/a (Prognose für das Jahr 2030) im Vergleich zum Jahr 2005 (1.695 GWh) können 320.000 t CO_2 (entspricht knapp 10 % der CO_2-Emissionen in der Teilbilanz des IEuKK für 2005) eingespart werden.

Umsetzbarkeit/ Akzeptanz
Der Primärenergieträger für Fernwärmesysteme ist hauptsächlich Erdgas, das zunehmend durch Biomasse, Solarthermie und Geothermie ersetzt werden sollte. Die Umsetzung sollte im Rahmen des Ersatzes vorhandener Erzeugeranlagen unter Berücksichtigung ihrer Lebensdauerzyklen auf Grundlagen der zukünftigen Kostenentwicklungen erfolgen. Mit Hilfe der Kurz- und Langzeitspeicher kann zwar Regelwärme bereitgestellt werden und somit einen positiven Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten, doch die Abhängigkeit von Erdgas sowie die fluktuierende Wärmebereitstellung der Solarthermie haben insgesamt einen negativen Einfluss auf die Versorgungssicherheit.

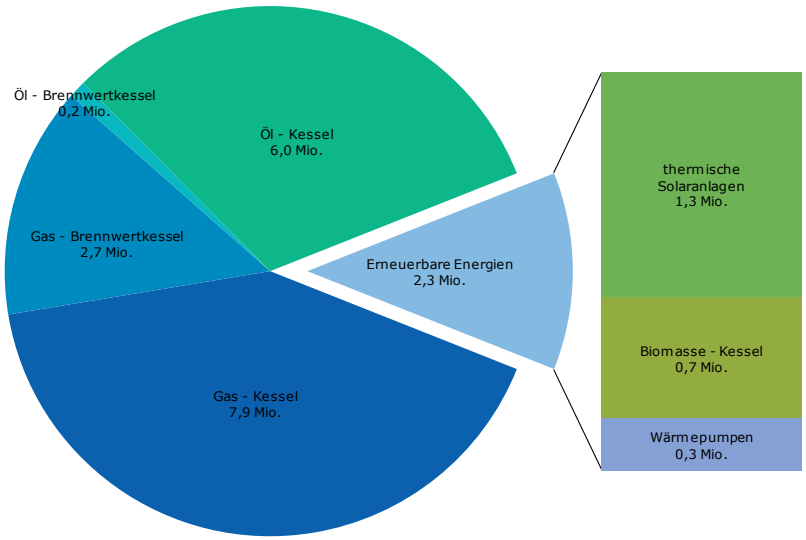
Die Fernwärmetechnologie besteht bereits und technische Erweiterungen sind realisierbar. Die Technologie findet darüber hinaus gesellschaftliche Akzeptanz. Die Wirtschaftlichkeit ist für jeden Ausbaustrang einzeln zu prüfen. Um die Sinnhaftigkeit einzelner Maßnahmen bewerten zu können, ist zunächst der Sanierungsbedarf der Fernwärmeleitungen zu prüfen.
Darüber hinaus ist eine Prüfung der Wirtschaftlichkeit der Nutzung von Abwärme von Industrie und Gewerbe im Fernwärmesystem durchzuführen. Zum Beispiel konkret im Fall der Großdruckerei PRINOVIS, die dann mit anderen Nutzungsalternativen zu vergleichen ist. Außerdem gilt es herauszufinden, inwiefern gut isolierte Häuser am Rücklauf angeschlossen werden sollten. Für einen schrittweisen Ausbau der Fernwärme kann auch die Erschließung von Nahwärmeinseln einen ersten Schritt darstellen. Geeignet dafür sind geschlossene Quartiere ohne größere Straßenquerungen. Hierzu ist die Kooperation mit den Dresdner Wohnungsgenossenschaften wesentlich für die flächendeckende Erschließung der Quartiere. In einem zweiten Schritt können diese Nahwärmeinseln an das zentrale Fernwärme-System angebunden werden.
Als weiterer Prüfauftrag im Rahmen der Umsetzung dieses Konzeptes sollte die Simulation der notwendigen Heizlast für 2030 und der entsprechenden Kapazitäten, basierend auf dem errechneten Jahresheizenergiebedarf, erfolgen.

6.3.2 Austausch Gas- und Ölkessel

6.3.2.1 Wärmeerzeuger in Deutschland

Ein großer Anteil der deutschen Haushalte nutzt Wärme über eine Befeuerungsanlage aus fossilen Brennstoffen. Diese sind zum Teil stark veraltet. Eine Erneuerung bzw. Umrüstung würde zu einer enormen Steigerung der Energieeffizienz beitragen.

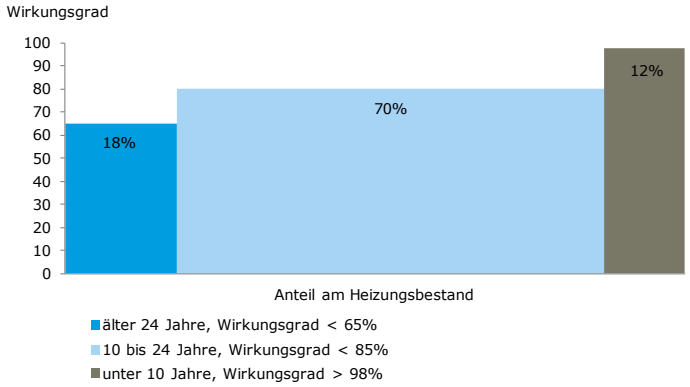
Abbildung 6—28: Heizungsanlagen in deutschen Wohngebäuden, 2008



Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2010b. Eigene Darstellung Ramboll-KEEA

Öl- und Gaskessel, die älter als 20 Jahre sind, weisen einen deutlich geringeren Wirkungsgrad auf als moderne Kessel. Durch hohe Abgas- und Stillstandsverluste kann bei alten Kesseln der Jahresnutzungsgrad bei unter 70 Prozent liegen. Allein 30 Prozent der eingesetzten Energieträger Öl und Gas gehen schon bei der Energieumwandlung verloren. Moderne Niedertemperatur-Kessel weisen dagegen Jahresnutzungsgrade von über 98 Prozent auf und arbeiten daher deutlich effizienter. Noch einen Schritt weiter gehen Kessel mit Brennwerttechnik – vorausgesetzt, die nach dem Kessel geschaltete Anlagentechnik führt zu einer Temperatur, die den Brennwerteffekt und damit eine Steigerung des Wirkungsgrades ermöglichen.

Abbildung 6—29: Aktueller Heizungsbestand in Deutschland nach Wirkungsgrad (in %)



Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2009. Eigene Darstellung Ramboll-KEEA

6.3.2.2 Bestand in Dresden

In Dresden wird das gelieferte Erdgas für Wohngebäude zum größten Teil in **Gaskesseln** für die Wärmebereitstellung verbrannt. Im Basisjahr 2005 belief sich der Bestand der Gaskessel in Dresdner Wohngebäuden auf 27.900. Dazu wird zwischen alten und neueren Kesseln unterschieden, was sich auf die jeweiligen Wirkungsgrade auswirkt. Die Altersgrenze ist hier bei 15 Jahren Nutzungsdauer gezogen. Für alte Kessel ist ein Wirkungsgrad von 85 Prozent für die Bereitstellung von Heizwärme und von 75 Prozent für die Bereitstellung von Warmwasser gemäß Bundesdurchschnitt angenommen. Für neuere Kessel ist der Wirkungsgrad für die Bereitstellung von Heizwärme bei 95 Prozent und für Warmwasser bei 90 Prozent.
Weiterhin wird angenommen, dass 5 Prozent der bestehenden Kessel älter als 15 Jahre sind. Insgesamt wurde in Wohngebäuden damit ca. 1.350 $GWh_{(End)}$ für Heizwärme und ca. 300 $GWh_{(End)}$ für Warmwasser zur Verfügung gestellt. Im Kumulierten Energieverbrauch bedeutet dies einen Primärenergieeinsatz von ca. 1.900 $GWh_{(KEV)}$ (Landeshauptstadt Dresden 2012b). Für die Verwendung von Erdgas im Bereich der Nicht-Wohngebäude konnten keine Daten erhoben werden. Es ist daher unklar, ob das verwendete Erdgas für Heizwärme oder beispielsweise für Prozesswärme genutzt wurde.

Heizöl wird in den Dresdnern Wohngebäuden nur begrenzt für die Wärmebereitstellung verwendet. Der Bestand an Heizkesseln wird für das Jahr 2005 auf 2.063 Kessel geschätzt. Diese unterscheiden sich im Alter und dahingehend auch in den jeweiligen Wirkungsgraden sehr deutlich. Kessel, die älter sind als 15 Jahre, sind mit einem Wirkungsgrad von 70 Prozent für Heizwärme und mit 59 Prozent für Warmwasser angesetzt. Neuere Kessel haben einen verbesserten Wirkungsgrad von 85 Prozent für Heizwärme und Warmwasser. Unter der Annahme, dass 5 Prozent aller Kessel älter sind als 15 Jahre, ergeben sich 103 alte und 1.960 neue Kessel im Wohngebäudebereich. 120 $GWh_{(End)}$ werden damit endenergetisch bereitgestellt, was einem Kumulierten Energieverbrauch von 142 $GWh_{(KEV)}$ entspricht.
Die Verwendung von Heizöl in Unternehmen ist, ähnlich wie bei Erdgas, aus Mangel an Daten keinem Verwendungszweck direkt zuordenbar. Die Verwendung von Kohle zur Wärmebereitstellung ist seit der Modernisierungswelle vernachlässigbar gering und wird nicht weiter im Detail betrachtet.

6.3.2.3 Potenzial

Durch den Einsatz effizienterer Kesselanlagen und den Austausch alter Kessel durch andere Formen der Wärmebereitstellung wird angenommen, dass der Energieeinsatz von Erdgas bzw. Heizöl wesentlich reduziert werden kann. Zu beachten sind die Wechselwirkungen mit der parallel verlaufenden Gebäudesanierung und der Ablösung fossil befeuerter Kesselanlagen durch beispielsweise Wärmepumpen, solarthermische Anlagen und Holzkessel. Das verbleibende Potenzial allein durch den Gas- und Ölkesselaustausch wird auf 200 GWh geschätzt.

6.3.2.4 Szenarien

In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Szenarien für den Austausch von **Gas- und Ölkesseln** dargestellt. Die Szenarien für den Austausch von **Gaskesseln** unterscheiden sich jeweils in ihrer Austauschrate. Pro ausgetauschten Kessel besteht eine Effizienzsteigerung von zehn Prozent. Dabei muss nicht unbedingt ein alter durch einen neuen Kessel ersetzt werden, sondern es können auch bestehende Kessel saniert oder die Wärmeversorgung durch effizientere Energieträger, wie beispielsweise Fernwärme, ersetzt werden. Durch diese Annahmen kann das angenommene Einsparpotenzial von ca. 150 GWh, was allein aus dem Austausch von Gaskesseln besteht, im Aktions- und Effizienz-Szenario mehr als ausgeschöpft werden. In der folgenden Tabelle finden sich die Ergebnisse.

Tabelle 6-23: Szenarien Austausch Gaskessel, Dresden

Szenarien Gaskessel 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
Austauschrate Gaskessel [%]	1,0	1,5	2,0
Sanierte Gaskessel pro Jahr	279	419	559
Endenergie in 2030 [GWh]	1.530	1.220	1.000
CO_2-Emissionen in 2030 [t]	338.665	259.073	201.207

Quelle: Rambøll-KEEA

Im **Trend-Szenario** wird von einer jährlichen Sanierungsrate von 1 Prozent ausgegangen, was 279 sanierten Gaskesseln pro Jahr entspricht. Im Jahr 2030 wird so nur noch eine Endenergie von 1.530 GWh benötigt, was einer Einsparung von 120 GWh an Endenergie im Vergleich zu 2005 entspricht. Die CO_2-Emissionen können im Jahr 2030 auf 338.665 Tonnen reduziert werden, was einer Reduktion von 30.335 Tonnen CO_2-Emissionen gegenüber dem Basisjahr 2005 entspricht.

Im **Aktion-Szenario** erhöht sich die jährliche Sanierungsrate von Gaskesseln auf 1,5 Prozent. Mit dieser Sanierungsrate werden pro Jahr 419 Gaskessel ausgetauscht beziehungsweise durch effizientere Energieformen ersetzt. Im Jahr 2030 werden so noch 1.220 GWh an Endenergie benötigt, was einer Einsparung von 430 GWh an Endenergie gegenüber dem Basisjahr 2005 entspricht. In diesem Szenario werden im Jahr 2030 259.073 Tonnen CO_2-Emissionen emittiert, was einer Reduktion von 110.000 Tonnen CO_2-Emissionen entspricht.

Im **Effizienz-Szenario** wird eine jährliche Sanierungsrate von 2 Prozent angenommen, das heißt ein jährlicher Austausch von 560 Gaskesseln. Im Jahr 2030 werden ca. 1.000 GWh an Endenergie benötigt, was einer Einsparung von 660 GWh an Endenergie gegenüber dem Basisjahr 2005 entspricht. Die CO_2-Emissionen können deutlich um 167.793 Tonnen auf 201.207 Tonnen im Jahr 2030 gesenkt werden.
Im Aktions- und Effizienz-Szenario für den Gas- und Ölkesselaustausch werden hier die im Abschnitt 6.3.2.3 genannten Wechselwirkungen mit der gleichzeitig stattfindenden energetischen Gebäudesanierung nicht betrachtet.

Abbildung 6—30: Szenarien Austausch Gaskessel, Landeshauptstadt Dresden (GWh)

Quelle: Rambøll-KEEA. Erläuterung: Die Kurve zwischen 1990 und 2010 entspricht den Rückschreibungen der Szenarioläufe bis zum Jahr 1990.
Anmerkung: Bezeichnungen der Szenarien wurden geändert: Basis-Szenario in Trend-Szenario, Visions-Szenario in Effizienz-Szenario.

Für den Austausch der **Ölkessel** werden ähnliche Szenarios angenommen. Pro ausgetauschten Kessel wird von einer Effizienzsteigerung von 10 Prozent ausgegangen, da nicht nur technische Erneuerungen von alten Kesseln, sondern auch technische Verbesserungen von neueren Kesseln sowie die Substitution durch effizientere Energieformen berücksichtigt werden. Die Werte für die einzelnen Szenarien finden sich in der folgenden Tabelle.

Tabelle 6-24: Szenarien Austausch Ölkessel, Dresden

Szenarien Ölkessel 2030	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
Ausstauschrate Ölkessel [%]	1,0	1,5	2,0
Sanierte Ölkessel pro Jahr	21	31	41
Endenergie in 2030 [GWh]	99	81	68
CO_2-Emissionen in 2030 [t]	31.884	25.991	21.857
Differenz CO_2-Emissionen 2030 zu 2005 [t]	**6.616**	**12.509**	**16.643**

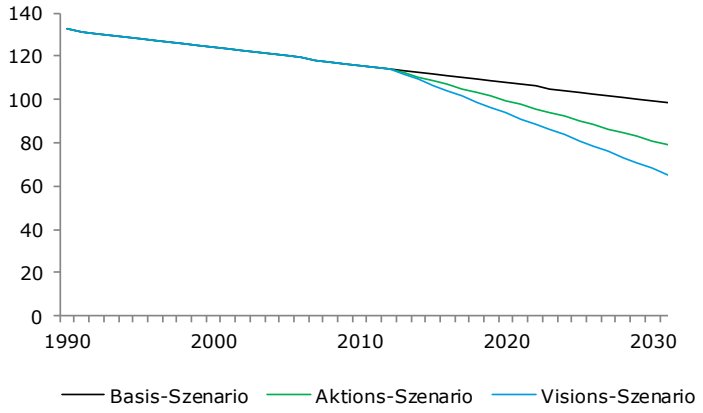
Quelle: Rambøll-KEEA

Im **Trend-Szenario** wird eine Sanierungsrate von 1 Prozent angenommen. Dies führt zu einem Austausch von 21 Ölkesseln pro Jahr durch neuere beziehungsweise den Einsatz effizienterer Energieformen. Durch diese Ausstauschrate werden im Jahr 2030 99 GWh an Endenergie benötigt und 6.616 Tonnen CO_2-Emissionen weniger emittiert als noch im Jahr 2005.

Durch das Anheben der Austauschrate auf 1,5 Prozent im **Aktion-Szenario** werden nur noch 81 GWh an Endenergie benötigt und die CO_2-Emissionen reduzieren sich um 12.509 Tonnen gegenüber dem Jahr 2005.

Die im **Effizienz-Szenario** angenommene Austauschrate von 2 Prozent führt zu einem verringerten CO_2-Ausstoß von 16.643 Tonnen pro Jahr.

Abbildung 6—31: Szenarien Austausch Ölkessel, Landeshauptstadt Dresden (in GWh)



Quelle: Rambøll-KEEA. Erläuterung: Die Kurve zwischen 1990 und 2010 entspricht den Rückschreibungen der Szenarioläufe bis zum Jahr 1990.
Anmerkung: Bezeichnungen der Szenarien wurden geändert: Basis-Szenario in Trend-Szenario, Visions-Szenario in Effizienz-Szenario.

6.3.2.5 Maßnahme: Austausch von Öl- und Gaskessel in privaten Haushalten

Gegenstand der Maßnahme
Das Ziel dieser Maßnahme ist es, in Haushalten bestehende Öl- und Gasheizungen gegen moderne Anlagen mit einem hohen Wirkungsgrad auszutauschen. In Dresden sind bislang in vielen Haushalten noch alte Heizungsanlagen mit niedrigem Wirkungsgrad vorhanden. Mittels der Modernisierung oder des Ersatzes durch andere Energieträger wie Fernwärme oder Wärmepumpen könnte die Art der Wärmebereitstellung verbessert werden.

Umsetzungshorizont
Mit dem Austausch von Öl- und Gasheizungen gegen modernere Anlagen könnte 2013 begonnen werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
(a) Förderung des Nutzverhaltens
Um die Ersatzinvestitionen anzuregen, sollten bestehenden Angebote zur Finanzierung wie die von der KfW oder dem BAFA besser kommuniziert werden, z. B. durch zentrale Informationsstellen oder die Hausbanken. Die Wirtschaftlichkeit müsste im individuellen prüfbar gemacht werden, z. B. mittels eines "Online-Rechners" bei dem spezifische Grundangaben vorgenommen werden können.

(b) Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden und des Energieversorgers
Die bestehenden Finanzierungslinien müssten den Bürgerinnen und Bürgern näher gebracht werden. Darüber hinaus kann die Einführung bzw. Förderung von Contracting-Modellen positive wirtschaftliche Effekte haben.

Effektivität der Maßnahme
Kosten und Nutzen sind in der Tabelle dargestellt. Die Amortisationszeit für den Austausch von Öl- oder Gaskesseln gegen modernere Anlagen beträgt 50 Jahre. Die Angaben gelten jeweils für Gas- und Ölkessel.

KOSTEN	
Investitionskosten:	10.000 EUR/Kessel
Erträge (abgezinst über die Laufzeit):	6.000 bis 6.500 EUR/Kessel

NUTZEN	
Gewinn (-) / Verlust (+):	3.500 bis 4.000 EUR/Kessel
CO_2 Einsparung (über Laufzeit):	17 t CO_2/Kessel
Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-):	205 bis 235 EUR/t CO_2

Umsetzbarkeit/ Akzeptanz
Modernere Heizungstechnologien werden bereits vielfach eingesetzt. Die Akzeptanz der Endverbraucher in den Haushalten ist abhängig von der wirtschaftlichen Machbarkeit. Ein Austausch ist nicht immer wirtschaftlich sinnvoll, sondern muss entsprechend der individuellen Gegebenheiten individuell geprüft werden.

Zusätzliche Maßnahme: Gaswärmepumpen als technische Innovation
Für Heizungsmodernisierungen in Gebieten außerhalb des Fernwärme-Zielnetzes könnten schon bald primärenergetisch sehr effizient arbeitende Gaswärmepumpen zum Einsatz kommen. Diese würde eine energetisch wie ökonomisch vorteilhafte Alternative zur modernen Gasbrennwerttechnik und den aus dem Stromnetz betriebenen elektrischen Wärmepumpen darstellen. Ein Vorteil liegt darin, dass ein robuster kleiner Gasmotor (künftig vielleicht sogar ein Sterlingmotor, der unterschiedliche Brennstoffe nutzen kann) direkt eine Wärmepumpe antreibt oder über einen Generator den Strom für eine elektrische Pumpe liefert. Die am Motor entstehende Abwärme würde hier direkt das Heizungssystem oder den Pufferspeicher der Warmwasserbereitung speisen. Damit wird ein außerordentlich hoher Wirkungsgrad der Brennstoffnutzung erreicht. Diese Technik wäre gut geeignet, um die enormen geothermischen Wärmevorräte im Grundwasser oder im Untergrundgestein wirtschaftlicher als bisher zu erschließen. Bei großen Gebäuden wäre auch eine Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser bzw. der Kanalisation vorstellbar (vgl. Punkt b) im Abschnitt 6.1.1.5.4).
Da Kosten und technische Einzelheiten dieser Technologie noch nicht ausreichend bekannt sind, wären auch hier zu gegebener Zeit vertiefende Untersuchungen notwendig. Erst dann können entsprechende Umsetzungsprogramme und Fördermaßnahmen für die Landeshauptstadt Dresden entwickelt werden.

6.3.3 Ausgestaltung des zukünftigen Kraftwerksparks und von Speicherlösungen

Mit Blick auf die Ausgestaltung des zukünftigen Kraftwerkparks Dresden 2030 zur Einspeisung von Wärmeenergie in die Wärmenetze wird im Folgenden nochmal zusammenfassend auf die Leistungskennzahlen der vorgeschlagenen Heiz-Kraftwerke eingegangen, die in den Maßnahmen formuliert werden. Grundlage für die Betrachtungen bildet das Effizienz-Szenario, in dem die maximale Ausschöpfung der Potenziale möglich und für das der maximale Finanzbedarf nötig wäre.

Für die **Ausgestaltung des Kraftwerksparks** werden aus heutiger Sicht folgende Empfehlungen gegeben:

Ein Holzheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 20 MW speist ab 2025 rund 160 GWh elektrische Energie und 360 GWh Wärme in die Netze ein. Infolge der Feuerungstechnik, zum Beispiel eine Wirbelschichtfeuerung, ist die Lastvariabilität der Anlage eher gering. Daher sollte das Kraftwerk als Grundlastanlage zur Strom- und Wärmeproduktion gefahren werden.

Die vorgeschlagene(n) Biogasanlage(n) mit einer elektrischen Gesamtleistung von 5 MW_{el} produzieren rund 40 GWh an elektrischer und 16 GWh an thermischer Energie und sind zur Ergänzung des Holzheizkraftwerks vorgesehen. Bei den Biogasanlagen erzeugen die Fermenter über den biologischen Prozess kontinuierlich Methan. Ein lastvariabler Einsatz der Biogasanlagen ist über die Zwischenspeicherung des Methans möglich. Alternativ kann das Biogas auf Erdgasqualität gebracht und in Dresden über das Erdgasnetz in anderen KWK-Anlagen genutzt werden. Über die Speicherfähigkeit des Erdgasnetzes kann das Bio-Erdgas als erneuerbarer Energieträger die fluktuierenden Energieträger wie Windkraft und Photovoltaik in Teilen ausgleichen.

Die weiterhin vorgeschlagene tiefengeothermale Anlage mit einer thermischen Leistung von 20 MW liefert ab 2025. Sie ist ausschließlich zur Wärmeeinspeisung in das Wärmenetz vorgesehen. Durch eine weiterhin bereitzustellende gasgetriebene Anlage in Kraft-Wärme-Kopplung wäre die restliche Wärme an das Wärmenetz zu liefern.

Diesen Anlagen innerhalb des KWK-Systems sind so auszulegen, dass die elektrische und thermische Leistung ausreicht, um die Lastspitzen abzufangen. Für die Versorgungssicherheit der elektrischen Energie ist die Anlage in Kombination mit weiteren nicht-fluktuierenden Stromerzeugern so auszulegen, dass der maximale Lastfall in der Region Dresden abgedeckt wird. Die **Bereitstellung der Regelleistung** ist notwendig für den Ausgleich der Abweichungen zwischen dem Verbrauch und der Einspeisung. Das zukünftige Kraftwerk ist daher so auszulegen, dass die Abweichungen zwischen Verbrauch und weiteren Einspeisern wie Windkraft und Photovoltaik ausgeglichen werden können.

Reduziert werden kann die Spitzenleistung durch

- Reduktion der Lastspitzen über ein Lastmanagement (Lastabwurf), unterstützt z. B. durch lastvariable Stromtarife,
- Speichertechnologien von elektrischer Energie (Pumpspeicherwerk, chemische Speicher über Plug-In Hybridfahrzeuge),
- Integration von kleineren BHKWs in das Lastmanagement der Regelzone, z. B. Notstromaggregate der sensiblen Versorgungseinrichtungen (Krankenhäuser, Wasserver- und -entsorgung, Krankenhäuser) und
- sorgfältige Abgleiche bei der Integration von erneuerbaren Energien.

Die Lastvariabilität der Anlagen (als Primär- oder Sekundärregler) kann reduziert werden über kurzfristige Lastregelung über Lastabwurf (u. a. Kühlhäuser, Wärmepumpen, Klimatisierung, Elektromobilität) oder Lasterhöhung. Werden die großen Kraftwerke in Zukunft stärker zur Deckung der elektrischen Regelleistung benötigt, muss für das Wärmenetz ausreichend Wärmespeicherkapazität vorhanden sein, um den lastvariablen Betrieb der großen Kraft-Wärme-Kopplung ausgleichen zu können.

Unterstützt wird die Versorgungssicherheit durch

- hocheffiziente Gebäude, die thermisch träge reagieren und eine hohe Wärmespeicherfähigkeit haben. Schwere Bauweisen und Phasenwechselmaterialien (PCM) unterstützen den lastvariablen Betrieb der großen KWK-Anlagen, in dem sie über die Wärmespeicherfähigkeit mehrere Stunden nicht mit Wärme versorgt werden müssen.
- eine hohe thermische Variabilität des Wärmenetzes. Die Übergabestationen benötigen nur eine geringe Temperatur (z. B. 60 bis 70 °C) für die Versorgung des Gebäudes, über eine Temperaturerhöhung (z. B. bis 120 °C) wird das Wärmenetz als thermischer Speicher genutzt.
- Reduktion der Spitzenlast. Über eine Reduktion des Gleichzeitigkeitsfaktors z. B. durch lastvariable Tarife wird der Verbrauch dem Angebot angepasst.

Vor dem Hintergrund der zukünftigen starken Vernetzung der großen KWK-Anlagen im Energieversorgungsnetz und der Übernahme von weiteren Aufgaben wie dem Lastmanagement von fluktuierenden Einspeisern ist der lokale Bedarf an gesicherter Leistung im Kontext der hier angeschnittenen Fragestellungen zu klären. Daher wird dies als weiterer Prüfauftrag formuliert, der die konkrete technische Entwicklung der nächsten Jahre (wie z. B. die Einführung von „smart metering" und „smart grids" sowie die Einführung von „Kapazitätsmärkten" im Rahmen des bundes- oder europaweiten Lastmanagements) berücksichtigen muss.

6.4 Aktionsfeld Verkehr[111]

6.4.1 Bestand in Dresden

Die Verkehrsleistung und entsprechenden Energieverbräuche sind in der Energie- und CO_2-Bilanz in Kapitel 4.3.1.4 erfasst. Zusammengefasst entfällt mit 86,5 Prozent der überwiegende Teil des Energieverbrauchs auf die Pkw-Nutzung. Trotz der hohen Personenverkehrsleistung verbraucht der öffentliche Verkehr nur gut ein Achtel der Energie. Wichtigste Energieträger sind Benzin mit einem Anteil von 53 Prozent und Diesel mit 39 Prozent. Strom hat als Energieträger des schienengebundenen Verkehrs nur einen geringen Anteil.

6.4.2 Energetische Einsparpotenziale

Die Betrachtung der Einsparpotenziale, Szenarien und Maßnahmen im Verkehrssektor konzentriert sich auf den Personenverkehr als jenen Bereich, der durch kommunale Maßnahmen beeinflusst werden kann. Maßnahmen zur Beeinflussung des Güterverkehrs sowie des Flugverkehrs wurden nicht untersucht.

Das Energieeinsparpotenzial im Personenverkehr bezieht sich dabei sowohl auf die technischen Ausbaupotenziale als auch auf Veränderungen im Nutzerverhalten. Dabei wird, analog zu den vorhergehenden Potenzialbetrachtungen, zwischen dem theoretischen Potenzial und dem realisierbaren Potenzial unterschieden. Detaillierte Betrachtungen und Erläuterungen der Annahmen sind in der Teilstudie „CO_2-Verkehrsemissionen Dresdens – Maßnahmenpotenziale und Entwicklungsszenarien und Entwicklung und Bewertung von Maßnahmenpaketen" (TU Dresden 2012) aufgeführt.

Der politische und wirtschaftliche Rahmen für die Ermittlung der **theoretischen Energieeinsparpotenziale** im Verkehrsbereich besteht darin, die momentane Mobilität ohne Einschränkungen für Wirtschaft oder persönliche Bedürfnisse zu gewährleisten. Theoretisch betrachtet, kann dies in einem Null-Emissionen-Szenario gewährleistet werden. Die Stadt Kopenhagen hat sich die Minderung von 100 Prozent der momentanen Emissionen für den städtischen Verkehr als Ziel für das Jahr 2050 gesetzt. Erreicht werden könnte dies mit einem hohen Anteil des Radverkehrs, begleitet von mit erneuerbarem Strom betriebenem ÖPNV und einem geringen Anteil von MIV, der mit Biokraftstoffen betrieben wird.

Vorbildliche Referenzstädte, die bereits heute einen hohen Anteil von Rad- und ÖPNV-Wegen vorweisen, sind zum Beispiel Kopenhagen und Zürich. Als Radfreundliche Metropole weist Kopenhagen einen Radverkehrsanteil am Modal Split von 26 Prozent auf. Zürich erreicht dank einer ausgeprägten Quartierskultur sowie einer dichten Innenstadt einen sehr hohen Anteil an Fahrten mit dem ÖPNV (30 Prozent) und an Fußwegen (35 Prozent). Ebenso kann ein Dresden-spezifischer Vergleich mit der Situation in Dresden 1987 Aufschlüsse geben. Im Jahr 1987 betrug der Wegeanteil des ÖPNV 37 Prozent trotz ähnlicher Fahrleistung im Vergleich zu heute. Damit verbunden waren sehr hohe Auslastungen der Fahrzeuge und eine weit geringere Konkurrenz durch den MIV.

Mit dem Ziel ein möglichst hohes Maß des theoretischen Potenzials umzusetzen, wurden **realisierbare Einsparpotenziale** ermittelt. Grundlage dabei ist die zukünftige Trendentwicklung – das „Trend-Szenario" – sowie konkrete Maßnahmenpakete, die eine weitere CO_2-Reduktion fördern sollen. Die Trendentwicklung umfasst eine konstante Fahrleistung des MIV und des ÖPNV. Diese wird allerdings durch die Entwicklung der Fahrzeugtechnik, der Beimischung von Biokraftstoffen und der Erhöhung des Anteils regenerativer Energien mit einer Verminderung der jährlichen CO_2-Emissionen des Personenverkehrs auf 575.000 Tonnen im Jahr 2030 einhergehen.

[111] Ergebnisse des Teilkonzepts „Klimafreundlicher Verkehr" im IEuKK Dresden vom September 2012 sind veröffentlicht unter http://www.dresden.de/de/08/03/02/klimaschutz/01_Integriertes_Energie-_und_Klimaschutzkonzept.php. Die Untersuchungsberichte sind als Anlage 1 (separates Dokument) dem IEuKK beigefügt.

Eine weitere Minderung kann durch konkrete Maßnahmen begünstigt werden. Dazu gehören die Verknüpfung von Raum- und Verkehrsplanung, die aktive Förderung des Radverkehrs und des ÖPNV, der Ausbau der Stadtbahn und die Förderung eines betrieblichen Mobilitätsmanagements. Die Maßnahmen und deren Effekte sind im Einzelnen in den folgenden Kapiteln beschrieben. Auf Basis der Trendentwicklung und der Maßnahmeneffekte wird davon ausgegangen, dass ein Modalsplit von 22 Prozent für Fußwege, von 20 Prozent für Radwege, von 25 Prozent für den ÖPNV und von 33 Prozent für den MIV im Jahr 2030 erreicht werden kann. Mit Einsparungen von 303.000 Tonnen CO_2 im Vergleich zum Basisjahr 2005 würde dies zu einem CO_2-Emissionsniveau von 515.000 Tonnen führen und somit das Klimaziel im Personenverkehr der Landeshauptstadt Dresden für 2030 übererfüllen.

6.4.3 Szenarien

Grundlage der spezifischen Szenarien im Verkehr ist das ermittelte realisierbare Potenzial. Die drei Szenarien unterscheiden sich auf der Inputseite primär in der Höhe des jährlichen Mitteleinsatzes und auf der Outputseite in den erreichten Anteilen des nicht-motorisierten Verkehrs und des ÖPNV am Modal Split.

Im **Trend-Szenario** wird davon ausgegangen, dass die Stadt Dresden zwar die bisherigen Budgets für ÖPNV und Radverkehr aufrechterhält, jedoch keine zusätzlichen Mittel zu deren Förderung eingesetzt werden. Desweiteren werden keine weiteren Aktivitäten im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements unternommen. Dementsprechend sind auch keinerlei Veränderungen in den Modal Split-Anteilen der einzelnen Verkehrsmittel zu erwarten. CO_2-Einsparungen werden somit nicht zu realisieren sein. Ohne eine echte Koordination zwischen Raum- und Verkehrsplanung würde sich zudem die Entwicklung hin zu einer immer weniger verkehrssparsamen Raumentwicklung fortsetzen. Insgesamt ist im Trend-Szenario unter Berücksichtigung der zu erwartenden technischen Effizienzsteigerungen für das Jahr 2030 mit CO_2-Emissionen im Ausmaß von 575.000 Tonnen zu rechnen. Das Klimaschutzziel der Stadt Dresden würde im Verkehrssektor somit um 30.000 Tonnen CO_2 verfehlt.

Im **Aktion-Szenario** wird ein zusätzliches Jahresbudget zum Ausbau des Radverkehrs von 500.000 Euro und zur Förderung des ÖPNV in Höhe von 500.000 Euro angenommen. Damit ließe sich bis 2030 ein Modal Split-Anteil des Radverkehrs von 18 Prozent und des ÖPNV von 23 Prozent realisieren. Daraus ergeben sich CO_2-Einsparungen in Höhe von 25.000 Tonnen pro Jahr. Durch die Einführung eines betrieblichen Mobilitätsmanagements, im Rahmen dessen 1.000 Angestellte auf ÖPNV oder Rad und Fuß umsteigen, würden dabei 800 Tonnen CO_2 pro Jahr eingespart. Insgesamt würden damit 72 Prozent des realisierbaren Potenzials an CO_2-Vermeidung ausgeschöpft. Die verstärkte Koordination zwischen Raum- und Verkehrsplanung, die in diesem Szenario angenommen wird, würde zudem den übrigen Tendenzen hin zu Verkehrswachstum und Zersiedelung entgegenwirken. Mit einer Senkung der jährlichen $C0_2$-Emissionen auf 545.000 Tonnen im Jahr 2030 würden die Maßnahmen des Aktion-Szenarios das Klimaschutzziel der Stadt Dresden im Verkehrssektor genau erfüllen.

Im **Effizienz-Szenario** werden mit 750.000 Euro zur Förderung des ÖPNV und 1,0 Mio. Euro zum Ausbau des Radverkehrs die höchsten Jahresbudgets angenommen. Mit diesem Mitteleinsatz ließe sich ein großer Teil des realisierbaren Potenzials ausschöpfen. Das heißt, dass der Wegeanteil des Radverkehrs auf 20 Prozent erhöht werden könnte und der ÖPNV einen Anteil von 24 Prozent am Modal Split erreichen würde. Die vermiedene Menge an CO_2-Emissionen läge damit bei jährlich 50.000 Tonnen. Die Realisierung eines betrieblichen Mobilitätsmanagements, das 1.500 Beschäftigte zum Umstieg auf den nichtmotorisierten Verkehr bewegt, trägt hierzu jährlich 1.200 Tonnen CO_2 bei. Durch eine deutlich bessere und durch ein Monitoring überprüfte Koordination zwischen Raum- und Verkehrsplanung wären zudem verkehrssparsamere Strukturen und kürzere Wege für die meisten Aktivitäten anzunehmen. Die Menge an CO_2-Emissionen läge 2030 im Effizienz-Szenario noch 30.000 Tonnen unter Dresdens Klimaschutzziel für den Verkehrsbereich von jährlich 545.000 Tonnen.

6.4.4 Maßnahmen

6.4.4.1 Betriebliches Mobilitätsmanagement

Gegenstand der Maßnahme
Die Maßnahmen M15, M30, M38 und M39 des Luftreinhalteplanes der Stadt Dresden[112] beschäftigen sich mit dem Handlungsfeld Mobilitätsmanagement. Ein Teilbereich des Mobilitätsmanagements ist das betriebliche Mobilitätsmanagement. Konkrete Maßnahmen beinhalten beispielsweise:

- das Aufstellen von Mobilitätsplänen für Unternehmen, Verwaltungen, Schulen und Freizeiteinrichtungen,
- die Förderung von Fahrgemeinschaften,
- die Anpassung von ÖPNV-Angeboten an Betriebsinteressen,
- das Angebot von Jobtickets.

Betriebliches Mobilitätsmanagement kann in sehr unterschiedlicher Ausprägung durchgeführt werden, wobei die Auswirkungen häufig schwierig zu bestimmen sind. Letztlich wirkt sich auch betriebliches Mobilitätsmanagement in einem veränderten Modal Split aus, den man dann im SRV messen kann. Dresden hat mit dem „Mobilitätskonzept Infineon" auch ein gut dokumentiertes Umsetzungsbeispiel für das betriebliche Mobilitätsmanagement vorzuweisen.

Umsetzungshorizont
Die Maßnahmen könnten ab 2012 im gesamten Stadtgebiet umgesetzt werden.

Effektivität der Maßnahme
Für Betriebe entstehen vor allem anfänglich (geringe) Kosten für den Aufbau einer Mobilitätsmanagementstruktur, z. B. für Jobtickets, Fahrradabstellanlagen, Duschen, Workshops, Informationsmaßnahmen und Plakate. Auf lange Sicht ergeben sich jedoch erhebliche Einsparungen, z. B. ein geringerer finanzieller Aufwand für den Arbeitsweg der Angestellten oder Einsparungen für die Unterhaltung oder den Neubau von PKW-Stellplätzen. Auch wirkt sich die Änderung des Verkehrsverhaltens positiv auf die Gesundheit der Mitarbeiter aus.

Die Stadt Dresden wirkt sowohl als Akteur, Initiator als auch Partner in Fragen des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Es entstehen dabei ggf. Kosten für die Beauftragung eines oder mehrerer Experten im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Erreicht werden sollte die Zuweisung der Verantwortlichkeit im Rahmen bereits bestehender Arbeitsplätze, soweit freie Kapazitäten vorhanden sind. Hinzu kommen je nach Ansatz Aufwendungen für eventuelle Förderprogramme.

Die Einführung eines betrieblichen Mobilitätsmanagements ist vor allem zu Beginn mit einem gewissen Aufwand sowohl für den Betrieb als auch für Kooperationspartner verbunden. Jedoch ergibt sich langfristig ein erheblicher Nutzen für die Betriebe und deren Mitarbeiter. Nicht zu vernachlässigen sind außerdem die positiven Effekte auf die gesamte Stadtbevölkerung, welche sich aus der Verlagerung des MIV auf den Umweltverbund ergeben. Des Weiteren wirkt sich die Veränderung des Mobilitätsverhaltens auf dem Weg zur Arbeit oft auch auf das weitere Verkehrsverhalten der Betroffenen aus. So lässt sich bspw. das Jobticket auch für Einkäufe oder Wege zu Freizeitaktivitäten verwenden und beeinflusst den Modal Split des Gesamtverkehrs ebenfalls zugunsten des Umweltverbundes.

[112] Im Kapitel 8 sind sämtliche Maßnahmen des aktuellen Luftreinhalteplans vom 17.11.2011 beschrieben; er ist veröffentlicht unter http://www.dresden.de/de/08/03/0351/023_Aktueller_Luftreinhalteplan.php.

IST-Situation 2008	
Zahl der Erwerbstätigen:	306.200, davon 280.800 Angestellte
Wege zur Arbeit	Modal Split-Anteil
MIV:	51 %
ÖPV:	21 %
Radverkehr:	19 %
Fußverkehr:	9 %

NUTZEN	
CO_2-Einsparung:	0,8 t CO_2/Umsteiger und Jahr
Individuelle Ersparnis:	ca. 300 Liter Diesel/ 340 Liter Benzin

Annahme: Nach Einführung des Mobilitätsmanagements in einer Firma verlagern sich innerhalb eines Jahres 2 % der Arbeitswege vom MIV auf den Umweltverbund, davon verlagern sich 50 % der Wege auf den ÖPV und 50 % der Wege auf Rad und Fuß (durchschnittliche Entfernung zur Arbeit: einfach 10 km, hin und zurück 20 km, Arbeitstage: 250). Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sich die Verhaltensänderung nicht nur auf die Arbeitswege beschränkt, sondern dass das Jobticket auch für andere Wege genutzt wird.

6.4.4.2 Förderung des Radverkehrs

Gegenstand der Maßnahme
Ziel dieser Maßnahme ist es, einen Teil der Wege der Dresdner vom MIV auf das Verkehrsmittel Fahrrad zu verlagern. Dadurch könnten die CO2-Emissionen des MIV deutlich verringert werden. Dieses Ziel harmoniert mit den Maßnahmen M8, M11 und M20 des Luftreinhalteplanes der Landeshauptstadt Dresden. Der Radverkehrsanteil in Dresden hat sich seit 1991 positiv entwickelt. Während der Anteil an den Wegen 1991 bei nur 6 % lag, waren es 2008 schon 16 %. Diese positive Entwicklung gilt es zu unterstützen und weiterzuführen.

Umsetzungshorizont
Der Radverkehr könnte ab 2012 gefördert werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
Radverkehrsförderung ist im Sinne einer integrierten Verkehrsplanung immer als Gesamtpaket mit allen Aspekten wie Netzdichte, Wegequalität, Verkehrssicherheit, Reisegeschwindigkeit, Verknüpfung zu anderen Verkehrsmitteln, Zustand und Menge der Abstellmöglichkeiten, einschließlich der Berücksichtigung der Raumordnung zu verstehen. Die Fördermöglichkeiten gehen hier von „harten" Infrastrukturmaßnahmen (Radwegebau, Bau von Abstellanlagen) bis zu „weichen" Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, die darauf zielen, das Image des Radfahrens in der Stadt zu verbessern (z. B. Wettbewerb „Stadtradeln") sowie von kurzfristigen Maßnahmen (z. B. Imagekampagnen, bauliche Maßnahmen) bis zu langfristigen Maßnahmen (fahrradfreundliche Raumstruktur).

Effektivität der Maßnahme
Der Effekt eines einzelnen Teiles dieser Maßnahmen lässt sich nicht bestimmen, da die Maßnahmen vor allem im Paket wirken. Es lässt sich allerdings abschätzen, zu welchen Emissionsminderungen die entsprechenden Verlagerungen der Verkehrsleistungen führen können. Mit den Ausführungsdetails der Umsetzung der Radverkehrsförderung soll hier den Ergebnissen des VEP 2025+ nicht vorgegriffen werden, als sicher gelten jedoch folgende Teilmaßnahmen:

- schrittweise Umsetzung des Radverkehrskonzeptes Innenstadt
- Ausbau der regionalen Anbindungen im Radverkehr
- abschnittsweiser Ausbau Elberadweg zwischen Blauem Wunder und Albertbrücke
- Ausbau der Abstellanlagen an öffentlichen Einrichtungen, Bahnhöfen und Haltestellen des ÖPNV
- Anbindung des Elberadweges an das Radwegenetz der Stadt (Brückenköpfe)

- Weiterführung und Ausbau der Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung des Images des Radverkehrs (z. B. Stadtradeln)

IST-Situation 2010:	
Radverkehr:	
Modal Split-Anteil	16 %
Anteil an Verkehrsleistung	7 %
Anteil an CO-Emissionen des Personenverkehrs	0 %
MIV:	
Modal Split-Anteil	
Anteil an Verkehrsleistung	41 %
Anteil an CO_2-Emissionen des Personenverkehrs	62 %
	88 % (= 680.000 t CO_2/a)
Einsparung CO2 je %-Punkt im Modal Split:	ca. 7.500 t CO_2/a

Bei allen hier angestellten Berechnungen wurden nur die direkten Effekte aus der Verlagerung der Fahrleistung vom MIV zum Radverkehr berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wurden positive Effekte aus der Reduzierung der Verkehrsstärken des MIV auf die Verkehrszustände. Sind weniger Fahrzeuge auf der Straße, läuft der Verkehr flüssiger und mit geringeren Emissionen.

6.4.4.3 Stadtbahnprogramm

Gegenstand der Maßnahme
Das Stadtbahnprogramm 2020 der Landeshauptstadt Dresden zielt auf den Neubau von drei Straßenbahnstecken im Stadtgebiet. Das Programm ist auch im Luftreinhalteplan der Stadt Dresden in der Maßnahme M19 enthalten. Es handelt sich um die Strecken Löbtau – Strehlen, Bühlau – Weißig und Plauen – Johannstadt.

Umsetzungshorizont
Für die ersten beiden Strecken läuft die Antragstellung für die Aufnahme ins GVFG-Bundesprogramm, die Strecke Plauen – Johannstadt wurde vom Freistaat Sachsen vorerst zurückgestellt. Die Maßnahmen könnten 2012 angestoßen werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
Der Neubau dieser Strecken führt zur Minderung der CO_2-Emissionen auf den direkten neuen Relationen durch den Umstieg eines Teiles der PKW-Nutzer auf das attraktive neue Angebot. Noch erheblicher sind allerdings die Wirkungen durch die Attraktivierung des Gesamtsystems des ÖPNV in Dresden und die dadurch zu erwartende Verschiebung des Modal Split zugunsten des ÖPNV.

Effektivität der Maßnahme
Bei den Nachfrageentwicklungen gemäß DVB handelt es sich um die statische Veränderung, es werden eine gewisse Anzahl von Fahrten vom MIV zum ÖPNV verlagert (und im MIV nicht durch induzierte Nachfrage ersetzt).

Tabelle 6-25: Ausbaubedarf Stadtbahnprogramm nach Teilprojekten, Dresden

	Plauen-Johannstadt	Löbtau-Südvorstadt-Strehlen	Bühlau-Weißig
Streckenlänge - davon auf besonderem Bahnkörper	ca. 6,7 km ca. 4,0 km	ca. 4,6 km ca. 3,5 km	ca. 3,6 km ca. 3,0 km
Fahrzeugbedarf	6 Straßenbahnzüge mehr, 16 Busse weniger	3 Straßenbahnzüge weniger, 10 Busse weniger	1 Straßenbahnzüge mehr, 4 Busse weniger
Nachfrageentwicklung	2.300 neue ÖPNV-Fahrgäste/Werktag 1.700 PKW-Fahrten/Werktag weniger 2,5 Millionen PKW-Kilometer/ Jahr weniger	2.000 neue ÖPNV-Fahrgäste/Werktag 1.000 PKW-Fahrten/Werktag weniger 2,4 Millionen PKW-Kilometer/Jahr weniger	1.000 neue ÖPNV-Fahrgäste/Werktag 560 PKW-Fahrten/Werktag weniger 1,8 Millionen PKW-Kilometer/Jahr weniger
Baukosten (netto)	ca. 96 Millionen Euro	ca. 98 Millionen Euro	ca. 30 Millionen Euro
direkte CO_2-Einsparung	657 t CO_2/Jahr	631 t CO_2/Jahr	463 t CO_2/Jahr
direkte CO_2-Einsparung über Laufzeit von 50 Jahren	30.000-35.000 t CO_2	30.000-35.000 t CO_2	20.000-25.000 t CO_2

Wird flankierend im motorisierten Individualverkehr eine Nachfragesteigerung ausgeschlossen, so werden dynamische Effekte auftreten: Die Verhaltensänderungen werden sich auch auf andere Fahrziele, Fahrzwecke, Fahrzeugbestände und Wohnortwahlentscheidungen auswirken. Die Umweltentlastungen steigen dadurch deutlich, sie können nur quantifiziert werden, wenn das Gesamtpaket vorliegt. Wenn wir die Auswirkungen mit einer Verschiebung des Modal Split um 0,5 %-Punkte vom MIV zugunsten des ÖPNV abschätzen, kommen jährlich 2.500 t CO_2-Einsparung hinzu. Bei einer Laufzeit von 50 Jahren wären 125.000 t CO_2-Einsparung erwartbar.

6.4.4.4 Förderung des Öffentlichen Verkehrs

Gegenstand der Maßnahme
Die Maßnahmen M1, M2, M6, M7, M9, M19, M24, M25, M29 und M41 des Luftreinhalteplanes der Stadt Dresden beschäftigen sich im weiteren Sinne mit der Förderung des Öffentlichen Personennahverkehrs in der Stadt mit dem Ziel einer Verschiebung des Modal Split zugunsten des ÖPNV und zu Lasten des MIV. Für die Maßnahme M19 wird als Ziel die Minderung der Fahrleistung des MIV um 1,5 % angegeben.

Umsetzungshorizont
Im Luftreinhalteplan 2011 der Landeshauptstadt Dresden sind dazu Maßnahmen aufgeführt und beschlossen worden. Die Maßnahmen könnten ab 2012 vorgenommen werden.

Förderung des Nutzerverhaltens
Maßnahmen zur Förderung des ÖPNV können auf ganz verschiedene Weise umgesetzt werden: Eher kostengünstige Informationsmaßnahmen ("Vorbild, Marketing") und relativ teure Infrastrukturmaßnahmen ergänzen sich und können in Maßnahmenpaketen differenziert eingesetzt werden. Die folgenden Kostenschätzungen basieren auf einer Mischung kostengünstiger, teilweise sogar kostensparender Maßnahmen (weil andere Kosten damit reduziert werden können) und eher aufwändigerer Maßnahmen.

Zudem ist zu beachten, dass Maßnahmen zur ÖPNV-Förderung (integrativer Ansatz) in den anderen Verkehrsmitteln flankierend begleitet werden müssen: ÖPNV-Attraktivierungen müssen mit De-Attraktivierungen in anderen Bereichen einhergehen, sonst wird nur der gesamte Verkehrsaufwand erhöht. Die Einsparungen, die damit bei anderen Verkehrsmitteln möglich werden, sind deshalb hier gegenzurechnen.

Effektivität der Maßnahmen
ÖPNV-Förderung ist im Sinne einer integrierten Verkehrsplanung immer als Gesamtpaket mit allen Aspekten wie Streckennetz, Reisegeschwindigkeit (auch relativ), Komfort, Taktfrequenz, Pünktlichkeit, Zugang, Verknüpfung zu anderen Verkehrsmitteln und Image zu verstehen. Es ist nicht möglich und sinnvoll, einzelne Maßnahmen der Förderung separat zu betrachten und deren Potenziale zu quantifizieren. Jede Maßnahme, die den ÖPNV relativ zum MIV attraktiver, schneller, bequemer oder kostengünstiger macht, führt zu einer Verschiebung des Modal Split zugunsten des ÖPNV.

Bei allen hier angestellten Berechnungen wurden nur die direkten Effekte aus der Verlagerung der Fahrleistung vom MIV zum Radverkehr berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wurden positive Effekte aus der Reduzierung der Verkehrsstärken des MIV auf die Verkehrszustände. Sind weniger Fahrzeuge auf der Straße, läuft der Verkehr flüssiger und mit geringeren Emissionen.

IST-Situation 2010:	
ÖPNV:	
Modal Split-Anteil	21 %
Anteil an Verkehrsleistung	28 %
Anteil an CO_2-Emissionen des Personenverkehrs	12 % (= 94.000 t CO_2/a)
MIV:	
Modal Split-Anteil	41 %
Anteil an Verkehrsleistung	62 %
Anteil an CO_2-Emissionen des Personenverkehrs	88 % (= 680.000 t CO_2/a)

Einsparung CO_2 je %-Punkt im Modal Split: ca. 5.000 t CO_2/a

Eine detaillierte Kostenschätzung kann aufgrund der verschiedenen Kostenanteile nicht angegeben werden. Zuschüsse bzw. Finanzierungsmittel von Bund oder Ländern können derzeit nicht abgeschätzt werden.

6.5 Übergeordnete Maßnahmen

6.5.1 Übergeordnete planerische und organisatorische Maßnahmen

Unterstützende Funktionen bei der Umsetzung der bisher beschriebenen Maßnahmen haben die folgenden Aspekte:

- Leitzieldefinition: Die Umsetzungsstrategie des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts ist durch Ergänzung des Leitziels durch Zwischen-, und Querschnittsziele sowie spezifische Ziele systematisch zu untersetzen. Diese Zielstellungen sollten in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert und gegebenenfalls angepasst werden.
- Zur Begleitung, Kontrolle und Fortschreibung der kommunalen Maßnahmen wird die Errichtung eines Energiemanagementsystems auf kommunaler Ebene vorgeschlagen. Dies trägt dazu bei, die Energieeffizienzmaßnahmen für die Stadt Dresden zu verfolgen und in der Umsetzung zu koordinieren und zu unterstützen. Dazu gehören eine Energieeinsatz- und Energieverbrauchskontrolle und eine CO_2-Kontrolle zum frühzeitigen Aufdecken von (technischen) Fehlern und Einsparmöglichkeiten sowie der Einsatz erneuerbarer Energiequellen. Die Energieeinsparmaßnahmen des kommunalen Energiemanagements betreffen vornehmlich kommunale Liegenschaften, dazu gehören Nichtwohngebäude, Verwaltungseinrichtungen, Schulen, Krankenhäuser, Sportstätten.

  - Ziel ist es, neben der Minderung des CO_2-Verbrauchs und des Senkens von Energiebedarf und -kosten, den Energieeinsatz insgesamt transparenter zu gestalten. Voraussetzung für ein effizientes kommunales Energiemanagement ist die ämterübergreifende Koordinierung energierelevanter Aufgaben.
- Erweiterung des Dresdner Klimaschutzbüros um energiepolitische Aufgaben. Ein wesentliches Hemmnis, dass in den vorhergehenden thematischen Analysen ersichtlich wurde, ist eine fehlende zentrale Koordinierungsstelle. Diese sollte als Anlaufpunkt für die Rückkopplung von Erfahrungen, als Beratungsstelle und als koordinierender Akteur zwischen einzelnen Verwaltungseinheiten zum Thema Klimaschutz dienen.
- Öffentlichkeitsarbeit: Die bürgernahe Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts ist wichtig für die Akzeptanz und Wirksamkeit der Maßnahmen. Die Kommunikation sollte zielgruppenabhängig erfolgen und bei Bedarf angepasst werden.
- Aufbau eines Dresdner Klimaschutzfonds: Die Möglichkeiten zum Aufbau eines Fondsvermögens durch private Einlagen, öffentliche Grundfinanzierung und Einlagenfinanzierung über Energieeinsparerlöse sollte abgewogen werden. Dieser könnte sich auch auf den bestehenden Innovationsfonds stützen und neben technischen auch nicht-technische Vorhaben fördern. Ein Klimaschutzfond könnte eine Finanzierungshilft für Klimaschutzaktivitäten bieten und als "Zuschuss-Darlehen" fungieren. Letzteres zielt auf die Problematik der langen Amortisationszeiten ab. Mit einem Zuschuss zu privaten Klimaschutzmaßnahmen mit langfristigen Rückzahlungen könnte kurzfristiger eine Wirtschaftlichkeit gewährleisten werden.
  Zu prüfen wäre, ob solch ein Klimaschutzfonds als strukturpolitische Maßnahme im Rahmen der Zielstellungen zur städtischen Dimension des EFRE-Sachsen gelten könnte. In jedem Fall ist zu beachten, dass der kommunale Klimaschutzfonds förderrechtlich kompatibel zu sächsischen und bundesweiten Vorhaben ist.

6.5.2 Übergreifende Raumplanung

Wesentlich für eine klima- und ressourcenschonende Stadtentwicklung ist eine darauf ausgerichtete Stadt- und Regionalplanung. Die Anwendung von raumordnerischen Grundprinzipien mit etablierten städtebaulichen Leitbildern unterstützt diese Strategie. Vielfach sind diese Grundprinzipien bereits in der Gesetzgebung verankert (Beispiele: Baugesetzbuch - BauGB, Raumordnungsgesetz - ROG). Eine hohe Raumrelevanz weist die Entwicklung von emissionsarmen Siedlungsstrukturen auf. Wichtige Handlungsziele einer nachhaltigen, Klima schonenden und zukunftsorientierten Stadt- und Regionalentwicklung sind folgende Grundprinzipien:

- Konzentration der Siedlungstätigkeit auf zentrale Orte
- Siedlungsentwicklung entlang von technischen Infrastrukturen bzw. logischen Lückenschluss (z. B. Schienenstrecken oder Fernwärmenetz)
- städtebauliche Innenentwicklung vor Außenentwicklung
- Verstärkung der Nutzungsmischung

Eine Entwicklung nach diesen Prinzipien führt zu einer Siedlungsstruktur der kurzen Wege und Vermeidung von dispersen Entwicklungsansätzen. Entsprechend des städtebaulichen Leitbilds der „Stadt der kurzen Wege" sind kompakte, verkehrsarme Siedlungsstrukturen zu erhalten, regionale Wirtschaftskreisläufe zu fördern und der Pkw-Verkehr innerhalb der Innenstädte und Stadtteilzentren allmählich zurückzudrängen. Eine integrierte Betrachtung von Siedlungs- und Verkehrsplanung ist hierfür die Grundlage. An der räumlichen Schnittstelle zwischen Stadt und Region sollte das städtebauliche Leitbild der „Stadt der kurzen Wege" durch das raumordnerische Grundprinzip einer dezentralen Konzentration unterstützt werden. Diese Form der Siedlungsentwicklung strebt eine räumliche Konzentration der Siedlungsstruktur zu Gunsten kompakter Siedlungseinheiten an, die sich auf ausgewählte Siedlungsschwerpunkte konzentrieren.

Die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und -versiegelung durch Schaffung kompakter Siedlungsstrukturen und einer starken Nutzungsmischung der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Versorgung auf der Stadtteilebene trägt zu einer verkehrsmindernden und flächensparenden Stadt- und Siedlungsstruktur bei. Eine weitere Möglichkeit stellt die zurückhaltende Ausweisung von Neubauflächen in Verbindung mit einer Nachverdichtung städtebaulicher Struk-

turen durch Flächenrecycling von Altstandorten und Brachflächen dar. Bei Neubauflächen ist auf eine höchst energieeffiziente Gestaltung (z. B. Passivhaus) abzuzielen. Angemessen hohe städtebauliche Dichten sind eine gute Voraussetzung für die Effizienz von Infrastruktureinrichtungen wie zum Beispiel eine innerstädtische ÖPNV-Erschließung oder eine Nahwärmeversorgung.

Die Abstimmung der Siedlungsentwicklung mit den Erfordernissen einer günstigen Verkehrserschließung durch den ÖPNV sowie die Steigerung des ÖPNV-Anteils am Modal-Split (Verkehrsmittelwahl) durch optimale Vernetzung (Mobilitätsmanagement), aber auch die Schaffung und Optimierung von attraktiven Wegenetzen für den nicht-motorisierten Verkehr tragen zu einer energieeffizienten Stadtstruktur bei.

Die Raumplanung übernimmt eine wichtige Rolle in der Steuerung von Flächen für erneuerbare Energien. Sie hat die Aufgabe die Flächeninanspruchnahme durch erneuerbare Energien zu lenken, um Nutzungskonflikte und negative Auswirkungen insbesondere auf Menschen und Tiere zu vermeiden oder zu verringern. Zudem erhalten die energieerzeugenden Anlagen wie Windparks, Flächensolaranlagen oder auch Biogasanlagen und der Anbau von Biomasse durch ihre Größe eine raumbedeutsame Wirkung. Die Regionalplanung leistet durch die Ausweisung von Eignungs-, Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten für die Erzeugung erneuerbarer Energien – bisher besonders für die Windkraft – sowie durch Aussagen über die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung und anderen Verbundsystemen in Regionalplänen einen wichtigen Beitrag zur Sicherung und Nutzung der Potenziale erneuerbarer Energieträger.

Die Entwicklung und Sicherung von klimarelevanten Flächen, wie natürliche Senken (zum Beispiel Wald) für klimaschädliche Stoffe, stellen ebenfalls eine Art des Klimaschutzes in der Raumplanung dar, wie es nach ROG 2008 §2 (2) Nr. 6 festgelegt ist: „Der Raum ist in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit […] des Klimas […] zu entwickeln, zu sichern oder, soweit erforderlich, möglich und angemessen, wiederherzustellen". Desweitern sei den „räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes Rechnung zu tragen". Zu den natürlichen Senken dürften hier vermehrt auch technische Senken zur Speicherung von CO_2 kommen. In der Umsetzung dieser Strategien bedarf es einer Stärkung regionaler Kooperation sowie die Verknüpfung aller städtischen Politik- und Handlungsfelder im Bereich Klimaschutz und Energie miteinander und mit den Aufgaben einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Dazu bedarf es integrierter Konzepte sowohl auf kommunaler als auch regionaler Ebene (Beispiele: INSEK, Verkehrsentwicklungsplanung, Regionales Energiekonzept).

Das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept versteht sich in diesem Zusammenhang als wichtiger Baustein einer integrierten Stadtentwicklungsplanung, in dem eine Klimaschutzstrategie definiert wird. Die Ziele des Klimaschutzkonzeptes sollten mit den anderen Zielen der Stadtentwicklungsplanung abgestimmt werden, damit sie möglichst effektiv umgesetzt werden können.

Folgende vier Handlungsfelder stellen die Grundprinzipien der Stadtplanung in Bezug auf die Umsetzung der Ziele des Klimaschutzes auf kommunaler Ebene dar (vgl. DIFU 2011):

- Festlegung des Umfangs und der räumlichen Verteilung der Siedlungsentwicklung bzw. Siedlungserweiterung:
  Ziel ist eine kompakte und energieeffiziente Siedlungsstruktur, wobei der Innenentwicklung gegenüber der Siedlungserweiterung grundsätzlich Vorrang eingeräumt wird. Es muss nach Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bei der Nutzung von Wärmeenergie gesucht werden. Dabei müssen naturräumliche und klimatologische Rahmenbedingungen der Standorte angemessen gewürdigt werden. Angesprochen ist damit der Handlungsrahmen des Flächennutzungsplans, in dem für das gesamte Stadtgebiet die Art der Bodennutzung in den Grundzügen dargestellt wird. Der Flächennutzungsplan kann durch entsprechende Darstellungen und eine restriktive Ausweisung von Zuwachsflächen auf eine kompakte Siedlungsstruktur hinwirken, die unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz generell vorteilhaft erscheint. Hier können auch geeignete Standorte für die Gewinnung erneuerbarer Energien festgelegt werden und insoweit mögliche Nutzungskonflikte, z. B. mit Zielen des Natur- und Artenschutzes, vermieden bzw. gelöst werden. Durch Ausweisung von Flächen zur Aufforstung z. B. im Zusammenhang mit Ausgleichserfordernissen bei Eingriffen in Natur und Landschaft kann ein Beitrag zur CO_2-Bindung geleistet werden. Kompakte Siedlungsstrukturen können schließlich auch zu einer Reduzierung von Verkehr und den damit verbundenen CO_2-Emission beitragen.

- Entwicklung neuer Baugebiete:
  Ziel ist die Realisierung kompakter städtebaulicher Strukturen. Durch eine sinnvolle Baukörperstellung wird der Wärmebedarf der Gebäude reduziert sowie die Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien und eine effiziente Versorgung mit Wärmeenergie geschaffen. Steuerbar ist dies mit dem Instrument des Bebauungsplans.
- Energetische Sanierung des Siedlungsbestandes als Baustein des Stadtumbaus bzw. der Stadterneuerung:
  Ziel ist eine Verbesserung des Wärmeschutzstandards und damit die Reduzierung des Wärmebedarfs. Außerdem geht es aber zumindest in zusammenhängenden Gebäudebeständen mit wenigen Grundstückseigentümern auch um die Umstellung der Wärmeversorgung auf eine energieeffizientere Basis, ggf. auch unter Nutzung erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.
- Standortplanung für Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien:
  Ziel ist eine ausreichende Bereitstellung geeigneter Flächen für erneuerbare Energien. Nutzungskonflikte müssen schon bei der Planung gelöst werden. Transparente Planungsverfahren können zur verbesserten Akzeptanz beitragen. Angesprochen ist damit sowohl die Ebene der Flächennutzungsplanung als auch die der Bebauungsplanung.

Alle genannten Handlungsfelder sind für eine klimagerechte Stadtentwicklung von großer Bedeutung. Auch wenn die größten Effekte für den Klimaschutz durch eine energetische Sanierung des Siedlungsbestandes erreicht werden können, da nur noch im geringen Umfang neue Baugebiete ausweisen werden, darf keiner der Bereiche vernachlässigt werden. Dies gilt umso mehr, da die Klimaschutzpotenziale beim Siedlungsbestand mit den Möglichkeiten der Stadtplanung nur sehr eingeschränkt erschlossen werden können. Bei allen Projekten für eine klimagerechte und nachhaltige Stadtentwicklung sollten nicht nur die Maßnahmen zur Reduktion der CO_2-Emissionen berücksichtigt werden, sondern auch ästhetische und baukulturelle Aspekte. Hier ist ein offener und zielorientierter Austausch zwischen Architekten, Bauherren und Stadtplanern notwendig, um für alle Seiten zufriedenstellende Lösungen zu entwickeln und auch umzusetzen.

6.5.3 Rechtliche Verankerung und Instrumente der Stadtplanung und Raumordnung

Um die Handlungsziele einer nachhaltigen, energieeffizienten und zukunftsorientierten Stadtentwicklung erreichen zu können, ist es maßgeblich, dass Stadtplanung und Raumordnung die Themen Klimaschutz, Energieeffizienz und Energieerzeugung aufgreifen. Durch umfassende formellrechtliche Instrumente des Baugesetzbuch (BauGB) und untergeordneter Regelungen sowie der praktischen Umsetzung dieser rechtlichen Basis wird eine langfristig nachhaltige Entwicklung gesichert.

Das BauGB hat als wichtigstes Gesetz des Bauplanungsrechts großen Einfluss auf die Gestalt, Struktur und Entwicklung der Kommunen und definiert somit die wichtigsten stadtplanerischen Instrumente, die den Kommunen zur Verfügung stehen. Im BauGB ist das formale Verfahren der Bauleitplanung als dem wichtigsten Planungswerkzeug zur Lenkung und Ordnung der städtebaulichen Entwicklung einer Kommune, rechtlich geregelt. Die im BauGB festgesetzten Grundlagen müssen daher auch im Rahmen der Bauleitplanung und der untergeordneten Instrumente beachtet werden.

Das BauGB soll durch die Klimanovelle stärker als bisher zum städtebaulichen Klimaschutz beitragen und wurde im Hinblick auf Erfordernisse des Klimawandels und der Klimaanpassung in der Vergangenheit wiederholt überarbeitet. So wurden beispielsweise der „Allgemeine Klimaschutz" und „Energieeffizienz" im novellierten BauGB von 2004 verankert. Am 30.07.2011 trat im Rahmen der BauGB-Klimanovelle 2011 das „Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in den Städten und Gemeinden" in Kraft, welches die rechtliche Grundlage für den Klimaschutz in der Stadtplanung darstellt. Die wichtigsten Änderungen umfassen die Klimaschutzklausel, Darstellungen im Flächennutzungsplan, Festsetzungen im Bebauungsplan, Regelungen in städtebaulichen Verträgen, privilegierte Außenbereichsvorhaben, städtebauliche Sanierungsmaßnahmen und Stadtumbau, Sonderregelungen zur sparsamen und effizienten Nutzung von Energie sowie Sonderregelungen zur Windenergie in der Bauleitplanung.

Gemäß den Planungsleitlinien im BauGB sollen Bauleitpläne (Flächennutzungsplan, Bebauungspläne) eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung gewährleisten und schließen so Klimaschutz und Energieeffizienz ein. Der bereits vor der Klimaschutznovelle anerkannte Beitrag zur Sicherung einer menschenwürdigen Umwelt auch in Verantwortung für den allgemeinen Klimaschutz (§ 1 Abs. 5 Satz 2) durch die Bauleitplanung wird durch die Erfordernisse der aktuellen Entwicklungen des globalen Klimas noch gestärkt und erweitert. Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels werden eine dauerhafte Zukunftsaufgabe der Kommunen sein. In der Gesetzesnovelle wird daher zur Konkretisierung des Klimaschutzzieles eine Klimaschutzklausel eingefügt. Bauleitpläne sollen eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung sicherstellen, welche sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen genügt. Sie sollen „den Erfordernissen des Klimaschutzes […] sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen" (§1 Abs. 5 Satz 2) Rechnung tragen. Zusätzlich wird darauf hingewiesen, dass dem Klimawandel entgegengewirkt und eine nachhaltige, klimaschonende Bodennutzung gefördert werden soll (§1a, §5, §171a). Klimaschutz und -anpassung werden als ausdrücklich abwägungsrelevante Belange in der Bauleitplanung im Verhältnis zu anderen Belangen gleichberechtigt angesehen und müssen thematisiert werden.

Es werden Voraussetzungen geschaffen, die Errichtung von Anlagen und Einrichtungen, mit denen dem Klimawandel entgegengewirkt bzw. eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels erreicht werden kann, planungsrechtlich zu erleichtern (§5 Abs. 2 und §5 Abs. 2b). Die Umsetzung von städtischen Klimaschutz, Energie- und Klimaanpassungskonzepten wird rechtlich gesichert.
Der Einsatz erneuerbarer Energien, die Reduzierung des Wärmeenergiebedarfs und die Steigerung der Energieeffizienz soll durch geeignete Festsetzungen unterstützt werden. Dies betrifft vor allem Anlagen zur Gewinnung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder mittels Kraft-Wärme-Kopplung (§9, §11, §148). Zudem werden Sonderregelungen für die Windenergienutzung eingeführt und die Nutzung von Photovoltaikanlagen an oder auf Gebäuden im Außenbereich wird erleichtert. Planungspraktische Bedeutung haben Festsetzungen z. B. im Hinblick auf die Nutzung von Strahlungsenergie (Exposition und Stellung von baulichen Anlagen, Dachformen und -neigungen, Abstände und Vermeidung von Verschattungen), die Nutzung oberflächennaher Geothermie (Größe und Lage erforderlicher Flächen) und Energieeffizienz (Baukörperkompaktheit, Bauweise, Gebäudetiefe/-höhe).

Neben der Konkretisierung der Festsetzungsmöglichkeiten wirkt sich die Zielsetzung, den Klimaschutz und die Klimawandelanpassung zu fördern, auch auf im Außenbereich privilegierte Vorhaben aus. Waren bisher Biomasseanlagen mit einer elektrischen Leistung von max. 0,5 MW privilegiert, wurde diese Privilegierung um 1,5 MW erhöht. So sind nach der Novelle Biomasseanlagen mit einer maximalen Feuerungswärmeleistung von 2,0 MW sowie maximal 2,3 Mio. Normkubikmeter Biogas pro Jahr privilegiert zulässig (§35 Abs. 1 Nr. 6c).

Des Weiteren sind Anlagen zur Nutzung von Solarenergie an und auf Dach- und Außenwänden im Außenbereich privilegiert zulässig (§35 Abs. 1 Nr. 8), sofern die Gebäude zulässigerweise genutzt werden und sich die Anlagen dem Gebäude baulich unterordnen. Dabei ist nicht relevant, ob die Energie vor Ort verbraucht oder teilweise bzw. vollständig in das öffentliche Netz eingespeist wird. Die Novelle des BauGB führt somit zu einer Stärkung der Gewinnung von Wärme aus Solarthermie- bzw. Strom aus Photovoltaik-Anlagen.

Auch die Windenergie-Nutzung wurde in der Novelle des BauGB beachtet, indem der §249 hinzugefügt wurde. Dieser enthält Sonderregelungen zur Windenergie in der Bauleitplanung und gibt den bislang fehlenden gesetzlichen Rahmen für das Repowering von Windenergieanlagen vor. Mittels Repowering werden leistungsschwache Altanlagen durch neue, leistungsstärkere und effizientere Anlagen ersetzt. Daneben wird die Ballung in Windparks gegenüber der Einzelstellung bevorzugt. Durch die Gesetzesänderung wurde sowohl im Innen- als auch im Außenbereich eine Sonderregelung geschaffen, um Bauleitpläne zu ändern oder zu ergänzen. Zudem kann geregelt werden, dass Windenergieanlagen, welche im Bebauungsplan festgesetzt sind, erst zulässig sind, wenn andere im Bebauungsplan festgesetzte Windenergieanlagen stillgelegt oder zurückgebaut werden.

Neben der klimaschonenden Erzeugung von Energie durch regenerative Energieträger wird auch die Energieeffizienz in der Novelle aufgegriffen. Der neu zugefügte §248 beinhaltet Sonderregelungen zum sparsamen und effizienten Umgang mit Energie. Der §248 gestattet eine geringfügige Abweichung des Maßes der baulichen Nutzung, der Bauweise und der überbaubaren Grundstücksfläche von bestehenden Gebäuden, wenn nachträgliche Maßnahmen zur sparsamen und effizienten Nutzung von Energie ergriffen werden. Dazu zählt eine nachträgliche Wärmedämmung oder das Anbringen von Solaranlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung an Dach- und Außenwänden. Durch die Ergänzungen zum Recht der städtebaulichen Sanierungs- und Stadtumbaumaßnahmen (§148 Abs. 2 Nr. 5 und §171 a) werden Erneuerbare-Energien-Anlagen in den Begriff der Stadtumbaumaßnahmen bzw. städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen integriert. Die allgemeinen Anforderungen an Klimaschutz und Klimaanpassung werden in die Aufgaben von Stadtumbaumaßnahmen einbezogen. Im §13a („Bebauungspläne der Innenentwicklung") wird die Möglichkeit eines beschleunigten Verfahrens für Maßnahmen der Innenentwicklung eingeräumt. So wird der Grundsatz der Innen- vor Außenentwicklung auch gesetzlich verankert.

Durch die Novelle des BauGB werden Kommunen verpflichtet, sich im Rahmen der Bauleitplanung (Umweltbericht und Abwägung) mit den Themen Klimaschutz und Klimaanpassung auseinanderzusetzen. Die Novelle trägt den Anforderungen an eine zukunftsorientierte Stadtplanung daher Rechnung, indem Energie- und Klimaschutzaspekte maßgebliche Berücksichtigung finden. Der Stadtumbau wird künftig immer stärker im Zeichen der Anpassung und Erneuerung vorhandener Stadtquartiere an die Erfordernisse nachhaltiger Energieerzeugung und -verwendung stehen.
Basierend auf den Vorschriften des §5 BauGB stellt der **Flächennutzungsplan** (FNP) als vorbereitender Bauleitplan die beabsichtigte städtebauliche Entwicklung einer Kommune dar. Damit ermöglicht der FNP als Instrument der kommunalen Handlungsmöglichkeiten die konkrete ortsspezifische Förderung der energieeffizienten Bauweisen, die Nutzung erneuerbarer Energien, die Reduktion der CO_2-Emissionen durch Förderung regenerativer Energieversorgung und Energieeffizienz, kompakter Siedlungsstrukturen und Einbeziehung des Stadtklimas. Darauf aufbauend werden in der verbindlichen Bauleitplanung **Bebauungspläne** aufgestellt (§§ 8-10 BauGB), welche die bauliche und sonstige Nutzung von Grund und Boden detailliert und allgemeinverbindlich festsetzen. Die Bauleitplanung und die Bebauungspläne bestimmen somit die wesentlichen bauplanungsrechtlichen Voraussetzungen für Baugenehmigungen und stellen die konkrete Anwendung und Umsetzung der im BauGB festgeschriebenen CO_2-Reduktions- sowie Klimaschutzmaßnahmen dar. Festsetzungen im Bebauungsplan über eine dichte Bauweise, die Stellung der Gebäude, Vermeidung von Verschattung durch andere Gebäude und Bepflanzung sowie die Kubatur und Dachformen führen zu einer Verringerung des Heizenergiebedarfs bei gleicher Nutzung und gleichen Baustandards.

Ein ergänzendes Instrument, um den Klimaschutz bei der Planung zu berücksichtigen, stellt der **Städtebauliche Vertrag** dar (§11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB), sofern Klimaschutzaspekte bereits im Bebauungsplan Berücksichtigung finden. Die Erweiterung der Inhalte von städtebaulichen Verträgen war ebenfalls Gegenstand der Klimaschutznovelle des BauGB. Kommunen sind rechtlich befugt, städtebauliche Verträge zu schließen, die den mit städtebaulichen Maßnahmen verfolgten Zielen des Klimaschutzes dienen. Dies schließt die „Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung" (§11 Abs. 1 Nr. 4) sowie die Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden ein. Die Kommune hat auf der Ebene eines städtebaulichen Vertrages größere Möglichkeiten, verpflichtende Vorgaben festzusetzen als im Bebauungsplan. Beispiele sind umfängliche Festlegungen über die energetische Bauweise, die Festschreibung eines hohen Wärmeschutzstandards oder die Installation von Solaranlagen, aber auch durch die Auflage von verbindlichen Energiekriterien beim Verkauf kommunaler Grundstücke.

Klimaschutzbelange können auch bei **Stadterneuerungsvorhaben**, ggf. verknüpft mit Erhaltungssatzungen (nach § 172 Abs. 1 Nr.1 BauGB), berücksichtigt werden. Beispielsweise wurde der Stadtteil Hellerau im Jahr 2006 in das Bund-Länder-Programm „Städtebaulicher Denkmalschutz" aufgenommen. Damit wurde das Ziel verfolgt über die Förderung von öffentlichen und privaten Baumaßnahmen aktiv auf die Gestaltung und den Erhalt der historisch wertvollen Bausubstanz Einfluss zu nehmen. Gleichzeitig wurde mit der Aufnahme in das Denkmalschutzpro-

gramm ein Weg zur besseren Umsetzung der bereits 1992 beschlossenen Erhaltungssatzung eröffnet.
Die Landeshauptstadt Dresden wird sich im Jahr 2013 um die Neuaufnahme in das Programm Städtebaulicher Denkmalschutz bewerben. In diesem Zusammenhang soll das Feinkonzept zur Gebietsentwicklung fortgeschrieben und damit die Chancen der Stadt auf Gewährung von Fördermittel verbessert werden. Wegen des vergleichsweise hohen Anteils an denkmalgeschützten und unsanierten Gebäuden soll die Fortschreibung des Konzeptes in diesem Zusammenhang durch Aspekte der energetischen Stadterneuerung (Quartiersentwicklung) ergänzt werden. Dazu will die Stadt entsprechende Fördermittel der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) für energetische Gebäudesanierung sowie die Optimierung der Energie-, insb. der Wärmeversorgung einwerben. Dieses Vorhaben begünstigend ist das hohe Interesse der Grundstückseigentümer an der Nutzung vorhandener Fördermittel sowie die durch die Nähe zum Fernwärmenetz der DREWAG vorhandenen Potenziale.
Die beabsichtigte Verbindung der städtebaulichen Entwicklung des Stadtteils mit der energetischen Quartiersentwicklung ist ein Pilotprojekt der Stadterneuerung Dresdens. Die mit der weiteren Entwicklung Helleraus gesammelten Erfahrungen sollen die Vorbereitung künftiger Fördergebiete bzw. auch die Umsetzung laufender Fördergebiete, sofern möglich, unterstützen und qualifizieren.

Praktische Anwendung finden die genannten planerischen Möglichkeiten auf vielfältige Weise. Bei der Ausweisung eines neu entstehenden Baugebiets kann beispielsweise mittels eines städtebaulichen Vertrages die Umsetzung des Passivhaus-Standards festgelegt werden.
Festsetzungen zur Nutzung einer bestimmten Energiequelle können auch im Bebauungsplan vorgenommen werden. So wird beispielsweise die Nutzung von Anlagentechniken für Solarenergie oder zur effizienten Energienutzung textlich im Bebauungsplan festgelegt. Die klimaeffizienten Ziele konkretisiert der Bebauungsplan durch folgende Festsetzungen:

- Festsetzungen von Gebäudekubaturen und Mindestabständen, um Verschattungen der Süddächer zu vermeiden. Auch bei der Bepflanzung muss die Vermeidung von Verschattungen der Süddächer berücksichtigt werden.
- Damit durch den Wärmeverbrauch der Gebäude ein geringerer Energiebedarf entsteht, sind die Mindestanforderungen für den Wärmebedarf an den Kriterien für ein Passivhaus des Passivhausinstituts (PHI) einzuhalten.

Es wird deutlich, dass durch die gesetzlichen Vorgaben im BauGB und der Bauleitplanung sowie durch die Instrumente des Städtebaulichen Vertrags, Förder- bzw. Bonusprogramme und ähnliches die Stadtplanung einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen können durch ortsspezifisch angepasste Maßnahmen ergänzt werden, wobei sowohl Restriktionen als auch Anreizsysteme für klimaschonende und effizienzsteigernde Bauweisen Anwendung finden sollten.

6.5.4 Übergreifende Verkehrsplanung

Die übergreifende Verkehrsplanung umfasst eine kontinuierliche Verknüpfung von Raum- und Verkehrsplanung, Naherschließung und Nutzenmischung. Bei allen raumrelevanten Entscheidungen hat die Landeshauptstadt Dresden die Aspekte der verkehrssparenden, entfernungsminimalen und ÖPNV-, Radfahrer- und Fußgängerfreundlichen Varianten mit einzubeziehen. Diese Forderung wird auch durch andere Konzepte der Stadt unterstützt, so z. B. durch das Integrierte Stadtentwicklungskonzept (2002), sowie die Entwürfe für den Flächennutzungsplan (2011) und den Landschaftsplan (2011).

Die Maßnahme wirkt sehr langfristig, bei Nichtbeachtung können sich jedoch auch kurzfristig negative Auswirkungen zeigen. Die CO_2-Reduktionswirkungen dieser Maßnahme können per se nicht konkret ermittelt werden, da hier eine Vielzahl von Faktoren in komplexer Weise zusammenwirken: Wird die Qualität der Nahräume aufgewertet, dann lassen sich ÖPNV-Angebote besser und günstiger umsetzen, da die kritischen Dichtewerte dann leichter übertroffen werden (ÖPNV braucht eine Mindestdichte, um rentabel betrieben werden zu können). Wird der ÖPNV attraktiver und leistungsfähiger und sind Radfahrer- und Fußgängerstrukturen attraktiv und sicher,

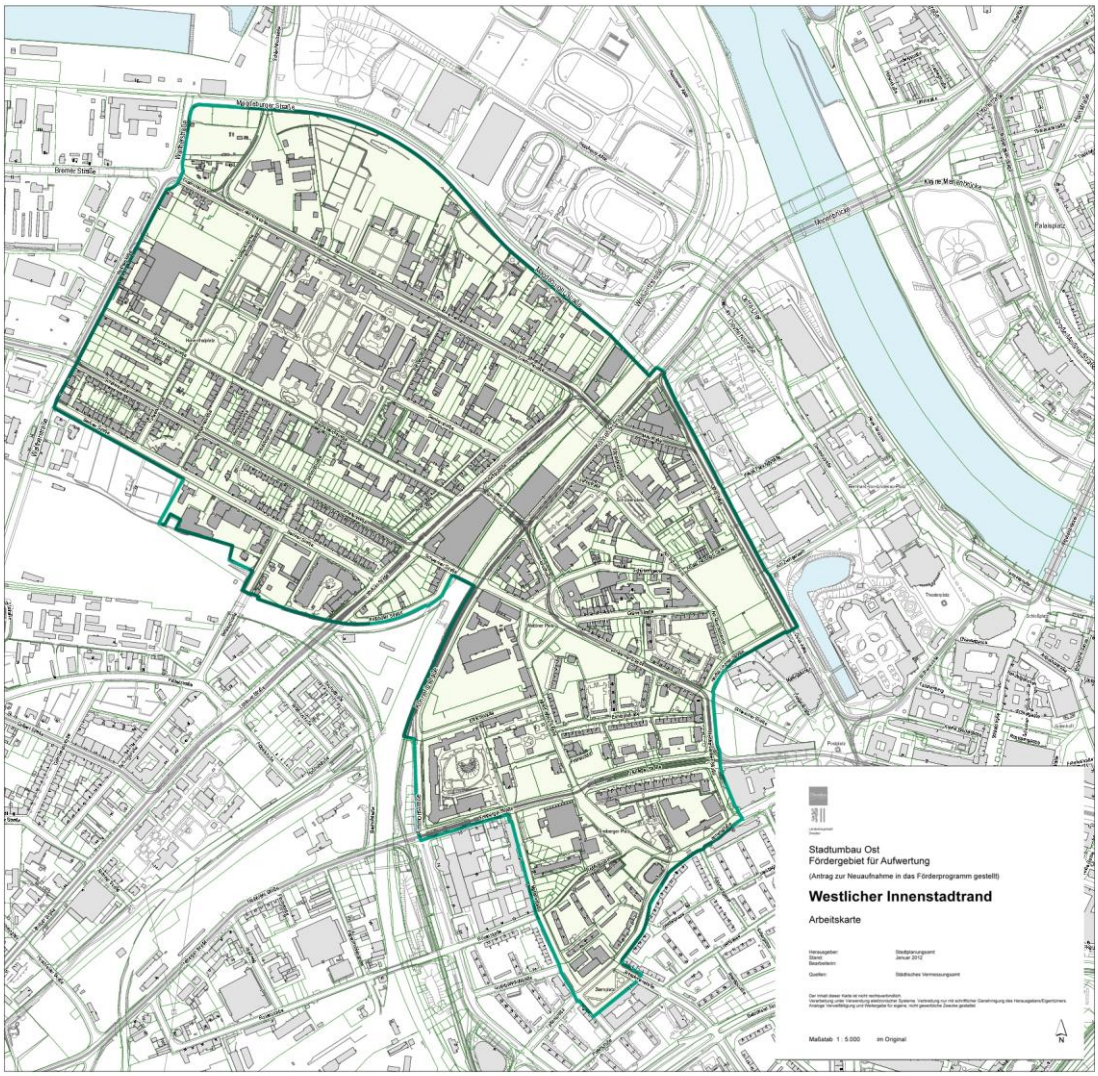
dann kann der Fahrzeugbestand sinken bzw. es können kleinere, leichtere, gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge (Car Sharing usw.) eingesetzt werden. Dies aber fördert ebenfalls wiederum die Naherschließung, denn jetzt werden Flächen frei, die Luft- und Lärmbelastungen sinken, und wiederum können vermehrt nahräumliche Förderkonzepte umgesetzt werden. Letztlich bedingen sich alle diese Faktoren gegenseitig.

Vereinfachend kann deshalb festgestellt werden: Ohne eine verkehrssparsame Raumordnung können auch alle anderen Maßnahmen weniger bewirken. Erst die verkehrssparsame Raumordnung erschließt das volle Reduktionspotenzial aller anderen Ansätze.

6.6 Modellstadtteilbetrachtungen

In einem Auswahlprozess wurden künftig vorgesehene Aufwertungsgebiete in der Friedrichsstadt und dem westlichen Innenstadtrand (siehe Abb. 6—Z2) sowie die Leipziger Vorstadt/Neustädter Hafen als Gebiete für eine nähere Betrachtung bestimmt. Die Friedrichstadt als Aufwertungs- und vorhergehendes Sanierungsgebiet mit dem Schwerpunkt der energetischen Optimierung von Bestandsgebäuden wird hinsichtlich der Maßnahmen betrachtet, die in den vorhergehenden Kapiteln vorgeschlagen wurden. Für die Leipziger Vorstadt/Neustädter Hafen liegt der Fokus auf der siedlungs- und gebäudeplanerischen Entwicklung eines energieeffizienten Neubaugebietes.

Abbildung 6—Z2: IEuKK-Untersuchungsgebiet „Westlicher Innenstadtrand"



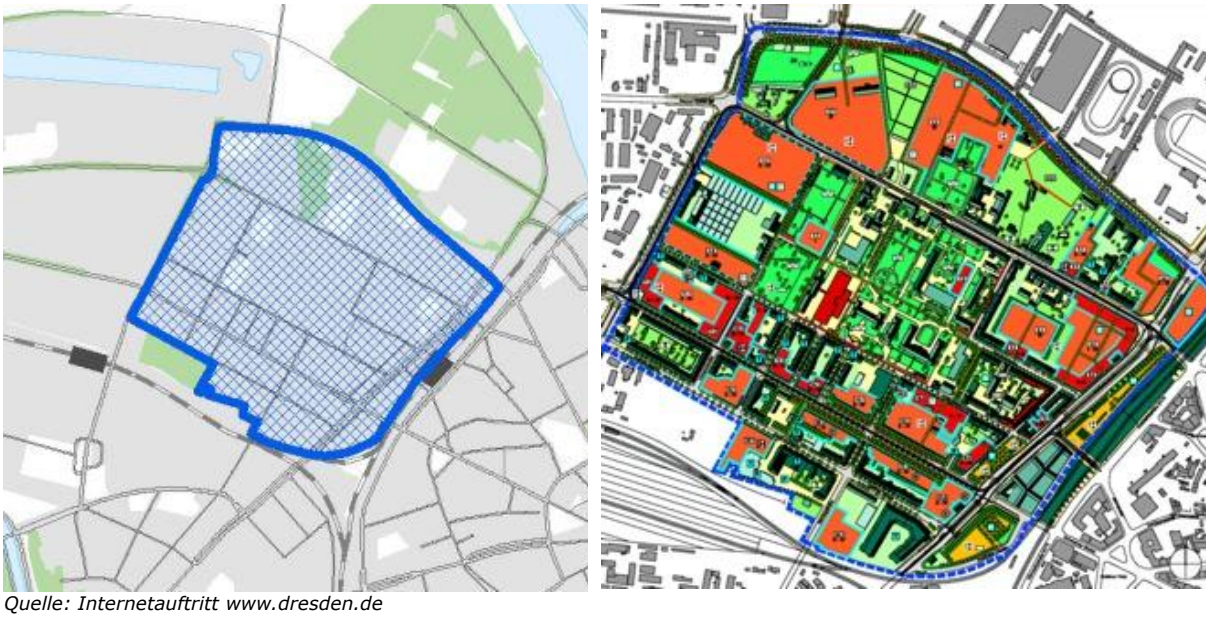
Quelle: Landeshauptstadt Dresden, Stadtplanungsamt

Ergebnisse vertiefender Untersuchungen für den Stadtteil Friedrichstadt und das erweiterte Aufwertungsgebiet „Westlicher Innenstadtrand" sind dem IEuKK als Anlage 2 (separates Dokument) beigefügt. Gleichartige Detailuntersuchungen werden gegenwärtig zu den Stadtteilen Löbtau/Plauen, Niedersedlitz und Pieschen einschließlich Leipziger Vorstadt sowie zum Gewerbegebiet „Wissenschaftsstandort Ost" (Reick) durchgeführt.

6.6.1 Bestandsaufnahme Sanierungsgebiet Friedrichstadt

Das bisherige Sanierungsgebiet befindet sich westlich der Innenstadt und zeichnet sich durch eine ausgeprägte Mischnutzung aus. Im Norden des Gebietes befindet sich der Sportpark Ostragehege mit der Eislaufhalle. Zentral in der Friedrichstadt liegt das Krankenhaus Friedrichstadt. Südlich begrenzt wird das Gebiet von den Gleisanlagen des Bahnhofs Dresden-Friedrichstadt, im Osten befindet sich die Gleistrasse der Verbindung des Bahnhofs Dresden-Neustadt mit dem Hauptbahnhof Dresden. Westlich angrenzend an die Friedrichstadt liegt der Hafen und ein mischgenutztes Gewerbegebiet.

Abbildung 6—32: Lage des bisherigen Sanierungsgebietes und Rahmenplan Friedrichstadt, Dresden



Quelle: Internetauftritt www.dresden.de

Als Wohnstandort ist das Gebiet mit z. T. sanierten Gründerzeitbauten und elementierten Geschoßwohnungsbauten durchzogen. Auf Einzelflächen befinden sich kleinere Einzelhandels- und Gewerbebetriebe, die Richtung Westen in großflächigere Gewerbeeinheiten und bisher dysfunktionale Brachen übergehen.

Abbildung 6—33: Ungenutzte Altbauten und elementierte Geschoßwohnungsbauten

Quelle: Rambøll-KEEA 2012

Die Umrandung des Sanierungsgebietes Friedrichstadt mit Gleisanlagen, Gewerbe und der als Sportpark genutzten und von Bebauung freizuhaltenden Flutrinne im Norden haben eine Trennungswirkung zu den anderen Quartieren. Deshalb hat sich das Gebiet trotz der Nähe zur Innenstadt eher zurückhaltend entwickelt. Dies bietet aktuelle Chancen für eine städtebauliche Aufwertung bzw. Entwicklung und die beispielhafte Integration der Energie- und Klimaschutzziele der Landeshauptstadt Dresden.

6.6.1.1 Energieverbrauch

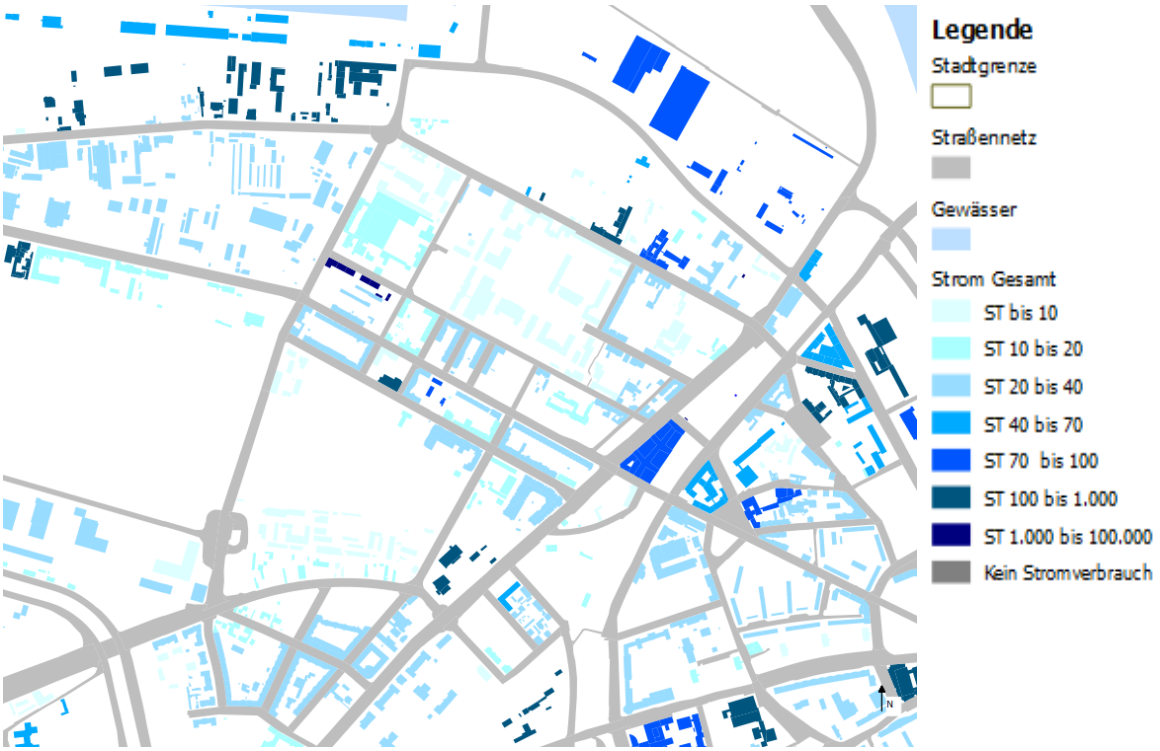
Datengrundlage für die kartografische Auswertung sind die Daten der leitungsgebundenen Energieträger elektrische Energie, Fernwärme und Erdgas der DREWAG. Alle weiteren Energieträger, die im städtischen Kontext einen Anteil an Strom und Wärme von unter 10 % haben und überwiegend in den Randlagen der Stadt zum Einsatz kommen, werden für die Friedrichstadt nicht betrachtet. Zum Datenschutz sind die Verbräuche der leitungsgebundenen Energieträger in Gebäudegruppen auf der Ebene der erweiterten Blockkarte zusammengefasst.

Strom

Beim spezifischen Stromverbrauch in der Friedrichsstadt zeigt sich, dass die Gebäude mit überwiegender Wohnnutzung, zum Beispiel entlang der Schäferstraße, einen mittleren Stromverbrauch haben. Eine Unsicherheit gibt es bei dem Krankenhaus Friedrichsstadt. Der spezifische Verbrauch von unter 10 kWh/m²a liegt weit unter den typischen Verbräuchen von Krankenhäusern.

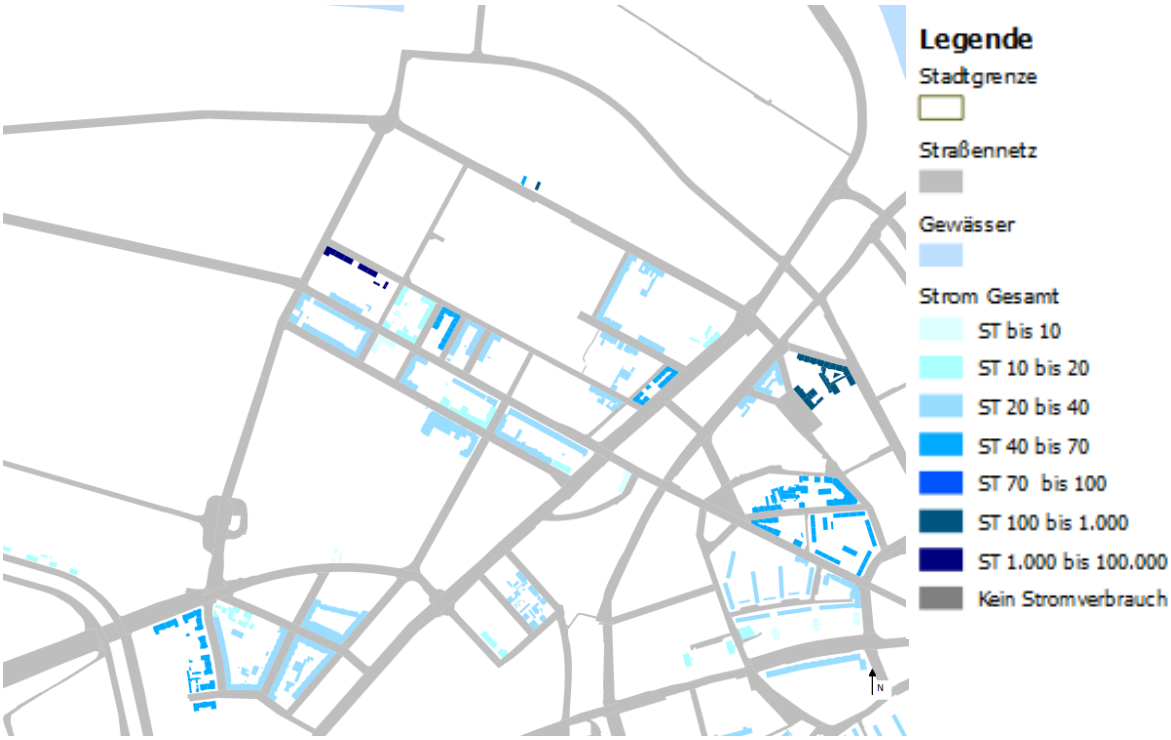
Für die Differenzierung nach Handlungsfeldern sind die Stromverbräuche nach den Stadtstrukturtypen der erweiterten Blockkarte ausgewertet worden. Für die Selektion der Stromverbräuche sind die Typen A1, B1, C1 und D1 selektiert, die eine Wohn- oder wohnähnliche Nutzung aufweisen.

Abbildung 6—34: Stromverbrauch Friedrichstadt, alle Gebäude, Dresden 2010



Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

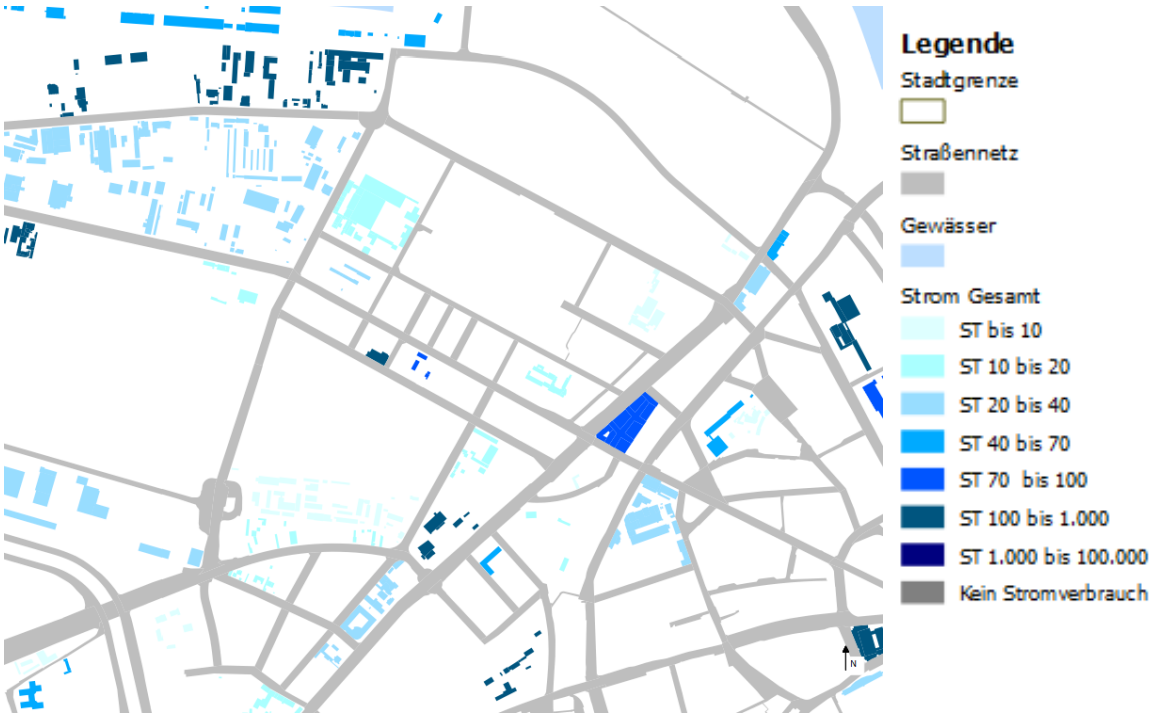
Abbildung 6—35: Stromverbrauch Friedrichstadt, nur Wohngebäude, Dresden 2010



Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Für die Selektion von Industrie und Gewerbe sind die Stadtstrukturtypen A4, B4, C4 und C4 selektiert. Hier zeigt sich deutlich das Gewerbegebiet westlich der Friedrichstadt.

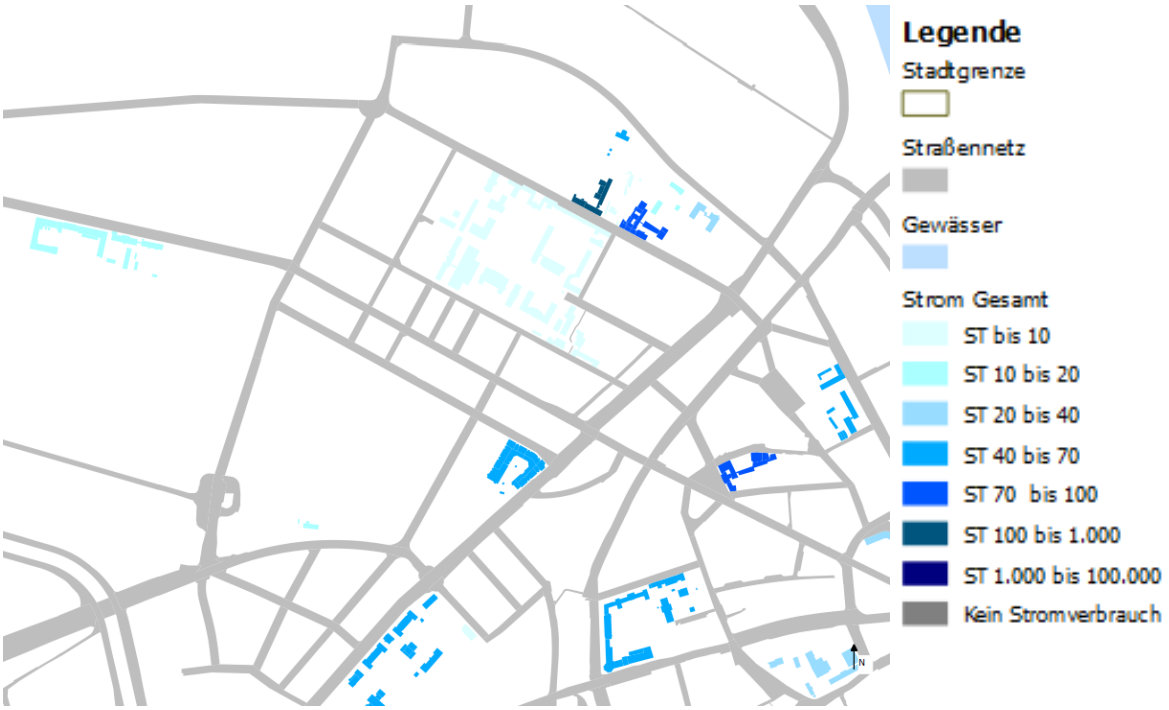
Abbildung 6—36: Stromverbrauch Friedrichstadt, nur Industrie und Gewerbe, Dresden 2010



Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Bei der Selektion nach Gebäuden mit einem öffentlichen Charakter (Strukturtypen A3, B3, C3 und D3) zeigt sich deutlich, dass die Mitte der Friedrichstadt von dem Krankenhaus geprägt ist.

Abbildung 6—37: Stromverbrauch Friedrichstadt, nur Öffentliche Gebäude, Dresden 2010

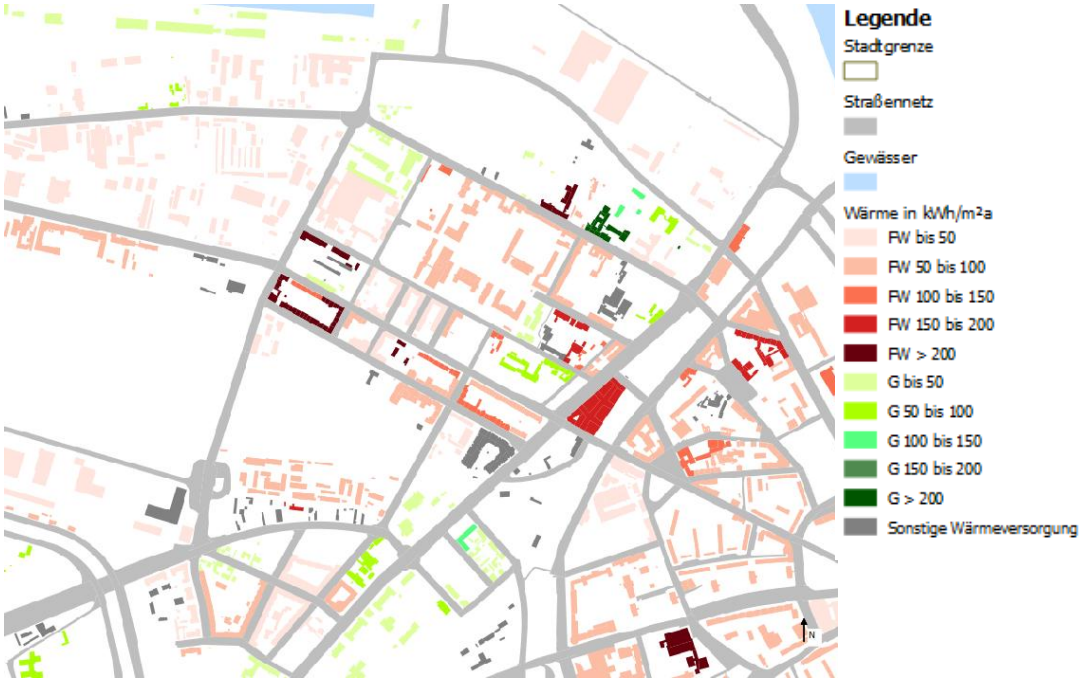


Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Wärme

Für den Wärmeverbrauch der Friedrichstadt liegen Daten der Fernwärme und Erdgas vor. Im Gesamtbild ist zu erkennen, dass die Gebäudeblöcke Ecke Schäferstraße/Waltherstraße einen hohen Wärmeverbrauch aufweisen. Auch die Gebäude nordöstlich vom Krankenhaus, entlang der Friedrichstraße, weisen einen hohen Wärmeverbrauch auf.

Abbildung 6—38: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, Dresden 2010



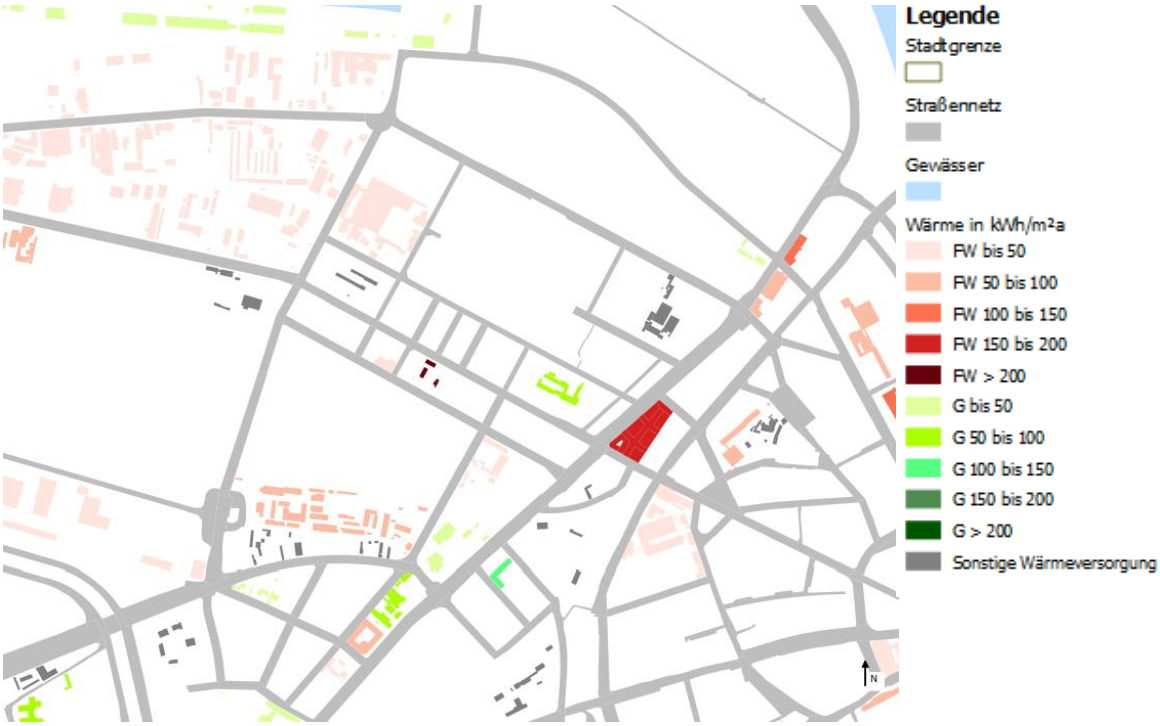
Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Bei der Selektion der Wärmeverbräuche fallen noch zwei Gebäudegruppen durch einen hohen Wärmeverbrauch auf. Es ist der Block südöstlich des Krankenhauses zwischen der Seminar- und Wachsbleichstraße sowie östlich der Gleise an der Maxstraße.

Abbildung 6—39: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, nur Wohngebäude, Dresden 2010

Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

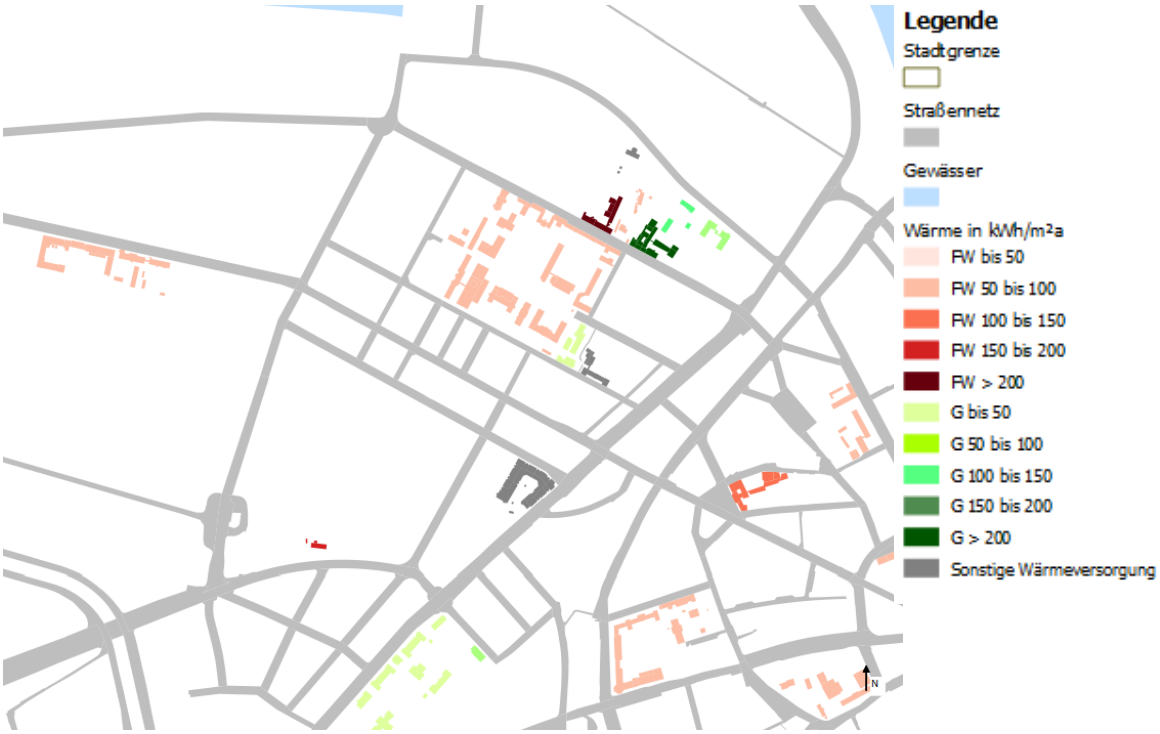
Abbildung 6—40: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, nur Industrie und Gewerbe, Dresden 2010



Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Von den öffentlichen Gebäuden hat das Krankenhaus, insbesondere die Gebäude nördlich der Friedrichstraße, einen hohen Wärmeenergieverbrauch.

Abbildung 6—41: Wärmeverbrauch Friedrichstadt, nur öffentliche Gebäude, Dresden 2010



Quelle: DREWAG, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

6.6.1.2 Energetische Gebäudesanierung

Über die energetische Gebäudesanierung können noch erhebliche Einsparpotenziale erzielt werden. Nach Aussagen des Instituts für Wärmenutzung, Fernwärmeversorgung und Technische Gebäudeausrüstung e. V. (IWFT) sind von den Gebäuden in der Friedrichstadt bisher 40 Prozent energetisch saniert. Bei den Wohngebäuden sind es 60 Prozent. Insgesamt können also bei 60 Prozent aller Gebäude bzw. bei 40 Prozent der Wohngebäude noch Energieeinsparungen über eine Gebäudesanierung durchgeführt werden. Diese sind im Dialog mit den Gebäudeeigentümern konkret über die Stadtsanierung zu identifizieren und zu fördern.

6.6.1.3 Stadtentwicklungs- und Stadtumbaugebiete

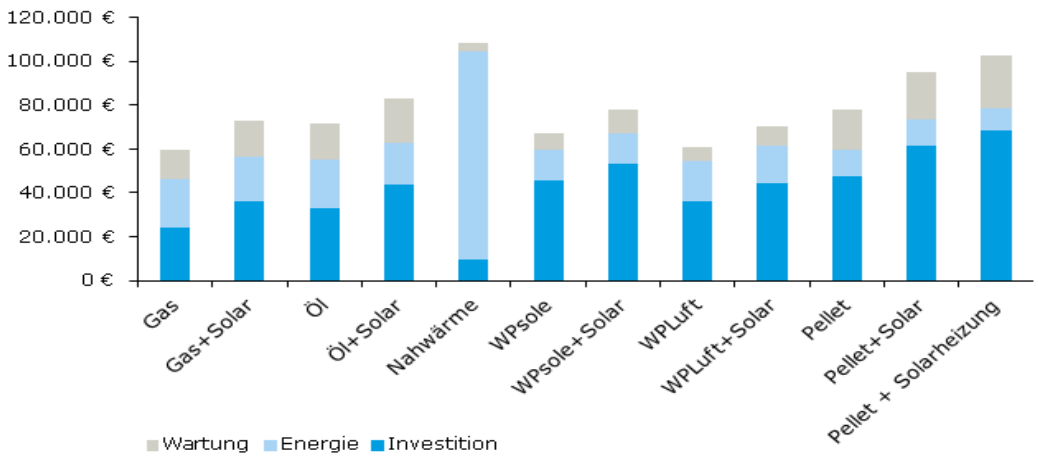
Im nördlichen Teil der Friedrichstadt entsteht ein neues Siedlungsgebiet. Bei solchen städtebaulichen Vorhaben besteht die Möglichkeit das Thema Energie intensiv zu integrieren.
Über die Bauleitplanung und mittels städtebaulichen Verträgen kann der energetische Mindeststandard über die EnEV hinaus und die Integration von erneuerbare Energien festgelegt werden. Auch eine Kombination von Energieeinsparung, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und Klimaschutz ist über entsprechende Thematisierungen und Zieldefinitionen möglich, wie z. B. Nullenergiesiedlung oder klimaneutrale Siedlung. Dies erfordert den politischen Willen, die planerische Implementierung und vor allen Dingen die Nachfrage nach einem Baugebiet, in dem sich diesem Thema aufgeschlossene Bürger ansiedeln möchten. Daher sind folgende Rahmenbedingungen notwendig:

- Politischer Wille, eine Energie- und Klimaschutzsiedlung zu gestalten
- Konkretes zielgerichtetes Verwaltungshandeln für die Umsetzung
- Marketingkonzept, um dieses Angebot der affinen Zielgruppe zu unterbreiten
- Umfangreiche Beratung, um für die Vorteile des Bauens und Lebens im Gebiet Verständnis zu wecken.

Die konkrete Definition und Festlegung der Rahmenbedingungen sollte in einem Dialog zwischen Politik, Verwaltung und zukünftigen Bauherren erfolgen. Über den Dialog und die Definition einer konsensfähigen Lösung wird die Umsetzungswahrscheinlichkeit gesteigert.

Als Beispiel kann das klimaneutrale Baugebiet Lohfelden dienen. Hier sind im Rahmen der Bauleitplanung planerische und textliche Festsetzungen im Bebauungsplan erfolgt. Des Weiteren ist ein städtebaulicher Vertrag entwickelt worden, in dem die „Klimaneutralität" definiert und deren Umsetzung geregelt ist. Ein umfangreiches Beteiligungs- und Kommunikationskonzept ist schon während der städtebaulichen Gestaltungsphase durchgeführt worden. Die von den zukünftigen Baufamilien mitgetragenen Vorschläge sind in die Bauleitplanung übernommen worden.
So ist zum Beispiel der energetische Standard als Passivhaus und die Kompensation der strom- und wärmebedingten CO_2-Emissionen über erneuerbare Energien auf dem eigenen Grundstück übernommen worden. Nicht übernommen wurde das Parkraumkonzept mit einem Parkhaus am Siedlungsrand. Über den Beteiligungsprozess sind die Themen herausgearbeitet worden, mit dem die zukünftigen Bewohner gut „leben" können. So wurde den Baufamilien z. B. die Kosten für die Wärmebereitstellung verschiedener System aufgezeigt, ohne eine Festlegung auf den Energieträger seitens der Bauleitplanung zu treffen (vgl. folgende Abbildung).

Abbildung 6—42: Vergleich der Kosten für die Wärmebereitstellung verschiedener Systeme über 30 Jahre



Quelle: Lohfelden 2011, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Für die Friedrichstadt wird vorgeschlagen, als Beispiel für das gesamte Stadtgebiet, bei bestehenden oder zukünftigen Stadtentwicklungs- bzw. Stadtumbauvorhaben einen ähnlichen Prozess einzuleiten. Dieser sollte über den Konsens aus Politik, Verwaltung und zukünftigen Nutzern ein Optimum an Energieeinsparung, Energieeffizienz und den Einsatz von erneuerbaren Energien erzielen. Der Beteiligungsprozess sollte über der im Rahmen der Bauleitplanung üblichen Offenlegung hinausgehen und die Bürger aktiv von Anfang an in den städtebaulichen Entwurf einbeziehen. Workshops, Foren und andere Beteiligungsmöglichkeiten können hierfür eingesetzt werden. Gute geschaffene Beispiele sollten kommuniziert und weitere Gebiete für die Umsetzung gefunden und bearbeitet werden.

Weitergehende Untersuchungsergebnisse für das gesamte Gebiet des westlichen Innenstadtrandes einschließlich einer gebäudescharfen Darstellung und Bewertung des aktuellen Sanierungszustandes sowie der bis 2030 zu erwartenden Reduktionen im Heizenergieverbrauch sind in Anlage 1 zu finden.

6.6.2 Leipziger Vorstadt / Neustädter Hafen

6.6.2.1 Siedlungs- und Gebäudeplanung

Die Leipziger Vorstadt zwischen der Elbe bzw. Leipziger Straße und der Bahnlinie südwestlich des Neustädter Bahnhofs ist ein zentrumsnahes Areal von etwa 53 Hektar. Das Gebiet, das vormals hauptsächlich gewerblich genutzt war, soll städtebaulich entwickelt werden. Für die Leipziger Vorstadt wurde ein Masterplan erarbeitet, der vom Ausschuss für Stadtentwicklung und Bau am 03. Februar 2010 gebilligt wurde. Ausgehend vom Stadtratsbeschluss vom 23. Juni 2011 zu einer CO_2-neutralen Hafencity soll für die Leipziger Vorstadt einschließlich des Bereiches am Neustädter Hafen in den Grenzen des Masterplans (Bebauungsplan Nr. 357 Dresden-Neustadt Nr. 33 Leipzi-

ger Vorstadt) ein stadtteilbezogenes Energie- und Klimaschutzkonzept erarbeitet werden. Die Ergebnisse des stadtteilbezogenen Konzepts sollen dazu beitragen, die vorgesehene städtebauliche Entwicklung mit einer dem Klimaschutzziel der Landeshauptstadt Dresden unterstützenden Lösung zu untersetzen und eine tragfähige Strategie für die Umsetzung dieses Klimaschutzziels im Bearbeitungsgebiet anzubieten. Somit bieten sich mit der Planung neuer Siedlungsgebiete wie am Neustädter Hafen die größten Chancen, von Beginn der Planung an energieeffizientes und CO_2-reduziertes Wohnen, Leben und Arbeiten zu ermöglichen. Eine nachhaltige und vorausschauende Siedlungsentwicklung spielt deshalb eine zentrale Rolle beim Klima- und Ressourcenschutz.

Über die Gestaltung von Baugebieten, umfangreiche Bauherrenberatung und allgemeine Informationen der beteiligten Akteure können Weichenstellungen erfolgen. Dies bedeutet beispielsweise:

- Verlustreduzierende Elemente:
    - Die Festlegung des energetischen Gebäudestandards und die Art der Energieversorgung bestimmen den energetischen Rahmen.
    - Die Entscheidung über Größe und Bauart des Gebäudes hat Einfluss auf den Aufwand für die Herstellung der Baustoffe und Transportintensitäten.
- Gewinnorientierende Elemente:
    - Die Kubatur, Dachform, Orientierung und Verschattung hat Einfluss auf die Möglichkeiten zur passiven und aktiven Solarenergienutzung. Dafür sind die notwendigen südorientierten und optimal geneigten Flächen am Gebäude bereit zu stellen.
    - Weiterhin tragen Lage, Zuschnitt, Gestaltung und Verbund der biotisch aktiven und unversiegelten Flächen sowie der Bewuchs (Bepflanzung) der Grün-, Frei- und Wasserflächen zu einem angenehmen Mikroklima bei und gestalten die Energiebilanz der Gebäude günstig.
- Durch die Lage der Siedlung in der Stadt und durch die Nähe zu Infrastruktur- und Wohnfolgeeinrichtungen kann der induzierte Personen- und Güterverkehr beeinflusst werden.
- Die Potenziale hinsichtlich Qualität und Image für eine langfristige und zukunftsorientierte Nutzung haben Einfluss auf die Attraktivität der Siedlung.
- Die Möglichkeiten der späteren Umgestaltung von Gebäuden, Rückbau und Recycling im Kontext veränderter Gesellschaftsstrukturen ermöglichen eine nachhaltige CO_2-reduzierte Nutzung.

Die größten Einsparpotenziale befinden sich dabei im Gebäudewärmebedarf, gefolgt von der Orientierung, Lage und Struktur der Gebäude. Weitere Möglichkeiten bietet die anschließende Nutzung von Gebäuden durch klimabewusstes Verhalten.

6.6.2.2 Planung geringer Energieverbräuche

Voraussetzung für die Reduktion der Energieverbräuche im Gebäudebereich ist eine gute Wärmedämmung und die Verringerung der Lüftungswärmeverluste. Ein Beispiel ist die Passivhaus-Bauweise, durch die im Vergleich zum aktuellen Baustandard bis zu 85 % des Heizwärmebedarfs eingespart werden kann. Die Kompaktheit der Gebäude – ein günstiges Außenhülle-Volumen-Verhältnis – ermöglicht einen niedrigen Energieverbrauch und vereinfacht die Planung energieeffizienter Gebäude. Eine Bauform ohne komplexe Geometrien (wie Dachgaupen, Erker usw.) kann den Heizwärmebedarf deutlich senken. Aus diesen Erkenntnissen heraus wird als zentraler Baustein für das stadtteilbezogene Energie- und Klimaschutzkonzept ein Gebäudekonzept entsprechend der Anforderung für Passivhäuser empfohlen.

Im europäischen Kontext wird über die Europäische Gebäuderichtlinie vorgesehen, ab 2021 einen energetischen Mindeststandard für Neubauten einzuführen, der der Passivhaustechnologie entspricht. Mit den künftigen Energieeinsparverordnungen wird in Deutschland angestrebt, die europäischen EBPD-Richtlinien umzusetzen.
Für längerfristige Stadtentwicklungsprozesse mit einem hohen Anteil von Neubauvorhaben, deren Errichtung erst ab Mitte/Ende des Jahrzehnts beginnt und die sich über 10 bis 15 Jahre hinzieht, ist bei den Masterplänen dieser Standard für die Ästhetik und Kubatur der Gebäude zu berücksichtigen.

6.6.2.3 Effiziente Energieversorgung

Wird davon ausgegangen, dass die „Hafencity" mit einem energetischen Mindeststandard unter 50 kWh/m²a errichtet werden soll, wird selbst bei dieser städtebaulichen Dichte nur eine geringe Wärmesenke pro Fläche gebaut. Das künftige Versorgungssystem muss für die Investition und Amortisation der technischen Infrastruktur diesen geringen Wärmeverbrauch berücksichtigen. Als Wärmeversorgungssystem wird ein möglicher Lückenschluss zwischen der Fernwärmeversorgung in der Innenstadt und den Nahwärmeinseln in Pieschen/Mickten in Betracht gezogen. Diese Trasse würde entlang des Neustädter Hafens verlaufen und bräuchte für den Lückenschluss (wirtschaftlicher Bau und Betrieb) möglichst viele Abnehmer. Zu überlegen wäre, ob – trotz der geringen Wärmesenke – das gesamte Gebiet der Leipziger Vorstadt mit **Fernwärme** wirtschaftlich versorgt werden könnte. Laut Untersuchungen der AGFW kann bei einer hohen Gebäude- und Anschlussdichte auch bei geringen Wärmeverbräuchen pro Gebäude ein Fernwärmesystem wirtschaftlich sein. Diese Möglichkeit sowie alternative Versorgungskonzepte sind konkret im Wege des stadtteilbezogenen Energie- und Klimaschutzkonzepts zu prüfen:

- Flächenhafte **Passivhaustechnologie** mit dezentraler Wärmeversorgung. Wärmepumpen bieten sich über den Grundwasserstrom und die Nähe zur Elbe an. Je nach gebäudetechnischen Rahmenbedingungen können auch Gebäudegruppen über ein sog. „kaltes Nahwärmesystem" gemeinsam versorgt werden. Wird die Trinkwasserhygiene anders als mit der sog. „thermischen Desinfektion"[113] gelöst, könnten die Systemtemperaturen der Wärmeversorgung der Gebäude in der Größenordnung von 30 - 40 °C liegen. Bei diesen Temperaturdifferenzen würden Wärmepumpen hocheffizient betrieben werden können.
- **Erdgasversorgung** des Gebietes mit dezentraler Brennwerttechnik. Über gasmotorisch betriebene Wärmepumpen können Gebäudegruppen als Nahwärme-BHKW-Lösung versorgt werden. Je nach Notwendigkeit könnte das Gas-BHKW über die mechanische Kopplung mit einem Wärmepumpenkompressor mehr elektrische Energie (Generator) oder Wärme produzieren. Der maximale Heizlastfall würde über die Kombination von BHKW-Wärme und Gas-Wärmepumpe abgedeckt werden. Mit der Stromproduktion könnten fluktuierende Stromerzeuger im elektrischen Lastmanagement ausgeglichen werden. Das BHKW könnte je nach Notwendigkeit (es wird Strom oder Wärme benötigt) in der Strom- oder Wärmelast gefahren werden. Über die Versorgung mit Bio-(Erd-)Gas könnten die CO_2-Emissionen eines zukünftigen Baugebiets am Neustädter Hafen nochmals gesenkt werden.
- Der **Fernwärmestrang** wird durch das Gebiet gezogen und versorgt die Quartiere nordöstlich des Neustädter Hafens (Stadtteil Pieschen) mit. Ein zukünftiges Baugebiet am Neustädter Hafen könnte über den guten Gebäudestandard und die niedrigen, für die Versorgung notwendigen Temperaturniveaus über den Rücklauf der Fernwärme versorgt werden. Der umliegende historische Gebäudebestand würde weiterhin klassisch über den Vorlauf versorgt werden (hohe Temperaturen notwendig).

6.7 Zusammenfassung

6.7.1 Energetische Potenziale

Die Ermittlung der energetischen Potenziale unterscheidet in theoretische Potenziale und in realisierbare Potenziale, die nach dem Stand der Technik an den möglichen Standorten im gesetzlichen Rahmen in ein energetisches Produkt (Strom, Raumwärme, Fortbewegung) umgesetzt werden können. Für eine Potenzialabschätzung und Definition der Zielstellung ist das realisierbare Potenzial maßgebend und wird hier näher dargestellt.

Eine natürliche Grenze bei der Erschließung des theoretischen Potenzials sind die Energieverluste bei der Umwandlung in eine konkrete Energiedienstleistung wie Wärme oder Maschinenbewegung. Daher kann von der eingebrachten Sonnenenergie und Geothermie nur ein Bruchteil konkret genutzt werden. Dies wird über das realisierbare Potenzial dargestellt.

[113] Technisch sehr energieeffiziente Lösungen werden derzeit entwickelt und würden bei der Bebauung des Bereichs am Neustädter Hafen wahrscheinlich zur Verfügung stehen.

Die ermittelten Potenziale lassen sich in folgende vier Kategorien gliedern:

1. Energieeinsparpotenziale (Reduktion Wärme- und Stromverbrauch)
2. Potenziale der Nutzung regenerativer Energien (Sonnenenergie, Biomasse, Windenergie und Geothermie, d. h. Substitutionspotenziale)
3. Potenziale aus der Steigerung der Energieeffizienz bei fossilen Energieträgern (Fernwärme und Austausch Öl- und Gaskessel, d. h. Effizienzpotenziale in der Umwandlung)
4. Potenziale im Verkehr

Werden die theoretischen Potenziale miteinander verglichen, ist zu erkennen, dass in der Nutzung erneuerbarer Energien ein hohes theoretisches Potenzial steckt. Dies ist allerdings nur eingeschränkt realisierbar, zum Beispiel durch Flächenkonkurrenz oder durch gesellschaftliche Einschränkungen. In den einzelnen Kapiteln (6.1.1 bis 6.4.2) ist die Realisierbarkeit der jeweiligen Potenziale im Detail aufgeführt. Auch in der Energieeinsparung über die Gebäudesanierung (Dämmen und Dichten) und die Erhöhung der Energieeffizienz bei der Modernisierung der Wärmeerzeugung sowie im Verkehrsbereich liegen hohe Potenziale.

Zusammengefasst zeigt nachfolgende Tabelle die theoretischen Potentiale der Energieeinsparung, der Erhöhung der Energieeffizienz und des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Stadtgebiet von Dresden.

Tabelle 6-26: Zusammenfassung der theoretischen Potenziale Energieeinsparung, Energieeffizienz, Ausbau erneuerbare Energien, Landeshauptstadt Dresden (in GWh)

Potenziale		Theoretisches Potenzial (in GWh)
Energieeinsparpotenziale	Reduktion Wärmeverbrauch	3.160
	Reduktion Stromverbrauch	1.510
	Summe	**4.670**
Potenziale Regenerative Energien	Sonnenenergie	1.310 (Photovoltaik: 990; Solarthermie: 320)
	Biomasse	400 (Festbrennstoffe: 260 Brenngase: 140)
	Windenergie*	11.502
	Geothermie - Wärmepumpen	4050
	Summe	**~13.370**
Potenziale aus der Steigerung der Energieeffizienz bei fossilen Energieträgern	Fernwärme	2.062[114]
	Austausch Öl- und Gaskessel	1.840 (Gaskessel: 1.560 Ölkessel: 280)
	Summe	**~3.900**
CO_2-Reduktions-Potenziale im Verkehr	**Potenziale im Personenverkehr**	**818.000 Tonnen CO_2**

**Das Ausschöpfen möglicher Potenziale aus Windenergie in der Region Dresdens ist in dieser Aufstellung nicht enthalten.*
Quelle: Rambøll-KEEA

[114] Dieser Wert ist die zusätzliche theoretische Effizienzsteigerung im Bereich der Fernwärme und beinhaltet nicht die bereits gelieferte Energie. Dies ergibt sich aus der Differenz des theoretischen Maximums von 3.818 GWh und der bereits gelieferten Fernwärme von 1.756 GWh.

6.7.2 Szenarien

Aus den spezifischen Potenzialbetrachtungen innerhalb der energetischen Aktionsfelder ergeben sich zusammenfasst Szenarien für die Landeshauptstadt Dresden. Diese skizzieren auf Grundlage der obigen Annahmen und Ergebnisse, welche Energieverbräuche zukünftig zu erwarten sind und welche CO_2-Emissionen daraus resultieren werden. Grundlage der Szenarien bilden die realisierbaren energetischen Potenziale, die der folgenden Tabelle entnommen werden können.

Tabelle 6-27: Zusammenfassung der realisierbaren Potenziale Energieeinsparung, Energieeffizienz, Ausbau erneuerbare Energien, Landeshauptstadt Dresden (in GWh)

Aktionsfeld	Themenfeld	realisierbares Reduktions- bzw. Substitutionspotenzial, in GWh	Anteil am gesamten Endenergieverbrauch 2005*, in %
Energieeinsparungen	Reduktion Wärmeverbrauch	1.200	14
	Reduktion Stromverbrauch	630	8
	Summe	**1.830**	**22**
Erneuerbare Energien	Sonnenenergie	440	5
	Biomasse	240	3
	Windenergie[115]	27	0,3
	Geothermie – Wärmepumpen	150	2
	Summe	**857**	**10**
Steigerung der Energieeffizienz bei fossilen Energieträgern	Fernwärme	(340)	(4)
	Austausch Öl- und Gaskessel	200	2
	Summe	**540**	**6**
CO_2-Reduktionen im Verkehr	**Personenverkehr**	**~ 300.000 Tonnen CO_2**	**40**

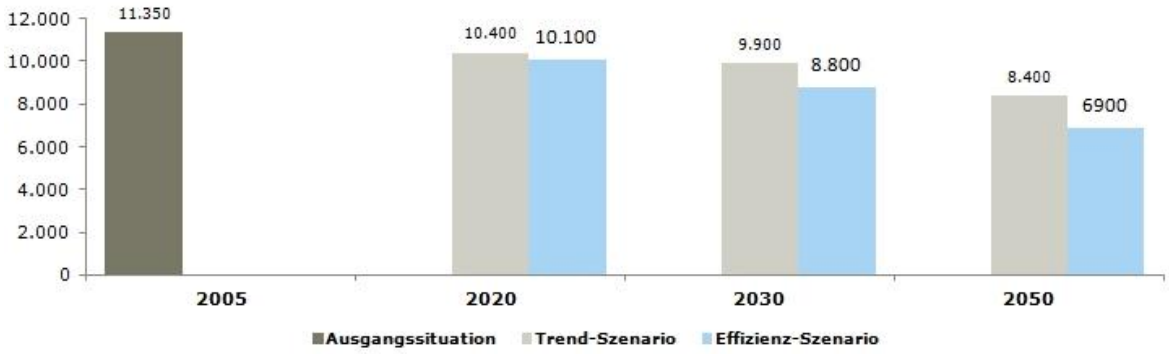
** Der Anteil der ersten drei Aktionsfelder ist auf den Gesamtendenergieverbrauch ohne Verkehr in 2005 (ca. 8.000 GWh) bezogen. Der Anteil der Verkehrsemissionen ist nur auf den Verkehr bezogen. Das Ausschöpfen möglicher Potenziale aus Windenergie in der Region Dresden ist in dieser Aufstellung nicht enthalten.*

Anmerkung: Der Wert für Fernwärme (340 GWh) stellt i. e. S. kein Reduktions- oder Substitutionspotenzial dar, sondern beinhaltet die über den Fernwärme-Absatz im Bestand (1.695 GWh) hinausgehende, zusätzlich absetzbare Energiemenge (realisierbares Potential). Die Wichtigkeit von Erhalt und Ausbau des Fernwärmesystems für eine gesamtstädtisch effiziente Energieversorgung einschließlich der Möglichkeiten der Energiespeicherung und Einspeisung regenerativer Energien lässt sich allein mit dem Parameter „Reduktions- oder Substitutionspotenzial" nicht angemessen abbilden. Bezieht man den Absatz im Bestand und das zusätzlich realisierbare Potenzial dennoch auf den Gesamt-Endenergieverbrauch 2005 (ohne Verkehr), so resultiert ein Fernwärme-Anteil von 25 %.

Die Endenergieverbräuche unterscheiden sich aufgrund der jeweils unterschiedlichen Intensität der Szenarien voneinander. Wird das Effizienz-Szenario gewählt, reduzieren sich die Endenergieverbräuche Dresdens um ca. 2,5 TWh bis 2030. Unter Annahme der Trend-Bedingungen werden sich die Energieverbräuche um ca. 1,5 TWh auf 9.900 GWh (oder 9,9 TWh) absenken.

[115] Gemäß Stadtratsbeschluss vom 20.06.2013 wird die Errichtung von Windkraftanlagen im gesamten Dresdner Stadtgebiet abgelehnt.

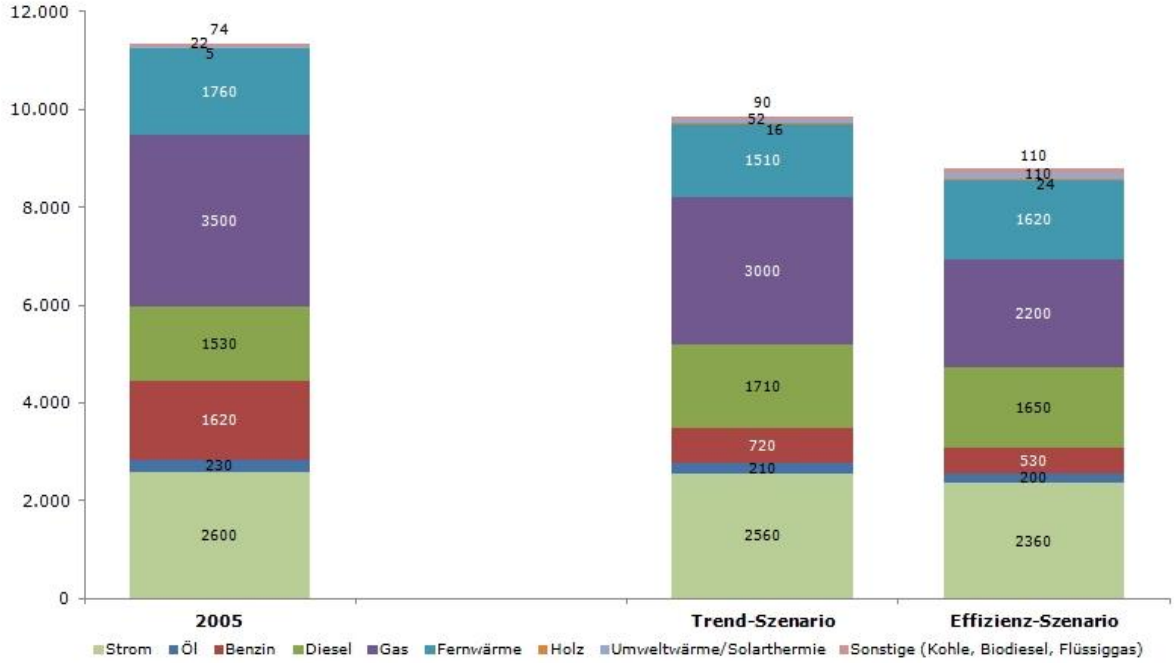
Abbildung 6—43: Endenergieverbrauchsszenarien, Landeshauptstadt Dresden (in GWh$_{(End)}$, gerundet), 2005 - 2050



Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt

Aufgeteilt nach Energieträgern zeigt die folgende Abbildung, dass der Energiemix (Endenergie) sich in den drei Szenarien nicht wesentlich verändern würde. Der Erdgaseinsatz würde reduziert und vermehrt durch Fernwärme und erneuerbare Energieträger ersetzt werden, aber weiterhin ein wichtiger Bestandteil der Energieversorgung bleiben. Der Stromverbrauch würde ebenfalls reduziert werden. Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien würde steigen. In dieser Darstellung wird aufgrund des Absatzes als EEG-Strom und der Einspeisung in das Verbundnetz keine weitere Aufgliederung des Strommix vorgenommen. Stattdessen wird die Entwicklung des Strommix im Verbundnetz mit veränderten CO_2-Emissionen und KEV-Faktoren berücksichtigt.

Abbildung 6—44: Endenergieverbrauchsszenarien nach Energieträgern[116], Landeshauptstadt Dresden (in GWh$_{(End)}$ gerundet), 2005, 2030

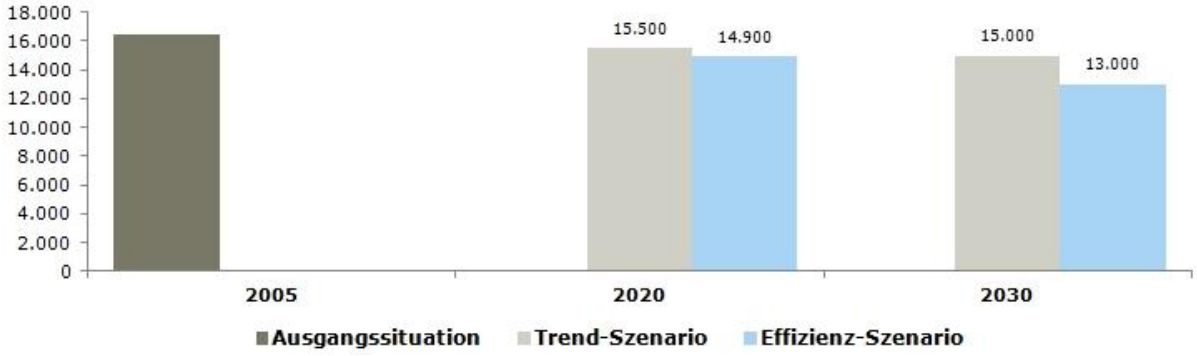


Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt

Entsprechend reduziert sich der kumulierte Energieverbrauch ausgehend von 16,4 TWh in 2005 auf ca. 15 TWh im Trend-Szenario und auf ca. 13 TWh im Effizienz-Szenario bis 2030. Bei der Betrachtung des kumulierten Energieverbrauchs ist die absolute Reduktion höher als in der endenergetischen Betrachtung. So verringern sich im Effizienz-Szenario der kumulierte Energieverbrauch um 3,4 TWh, der endenergetische Verbrauch hingegen nur um 2,5 TWh.

[116] Erläuterung: In der Betrachtung der Endenergie im Verkehr sind Energieinhalte des Materials enthalten, wodurch die hier dargestellte Endenergiemenge leicht über der tatsächlichen Endenergiemenge aus den Kraftstoffverbräuchen liegt. Ursache dafür sind in den Analysen enthaltene Energieinhalte des Materials, die in den weiteren Sektoren (z. B. bei Wärme und Strom) nicht berücksichtigt wurden.

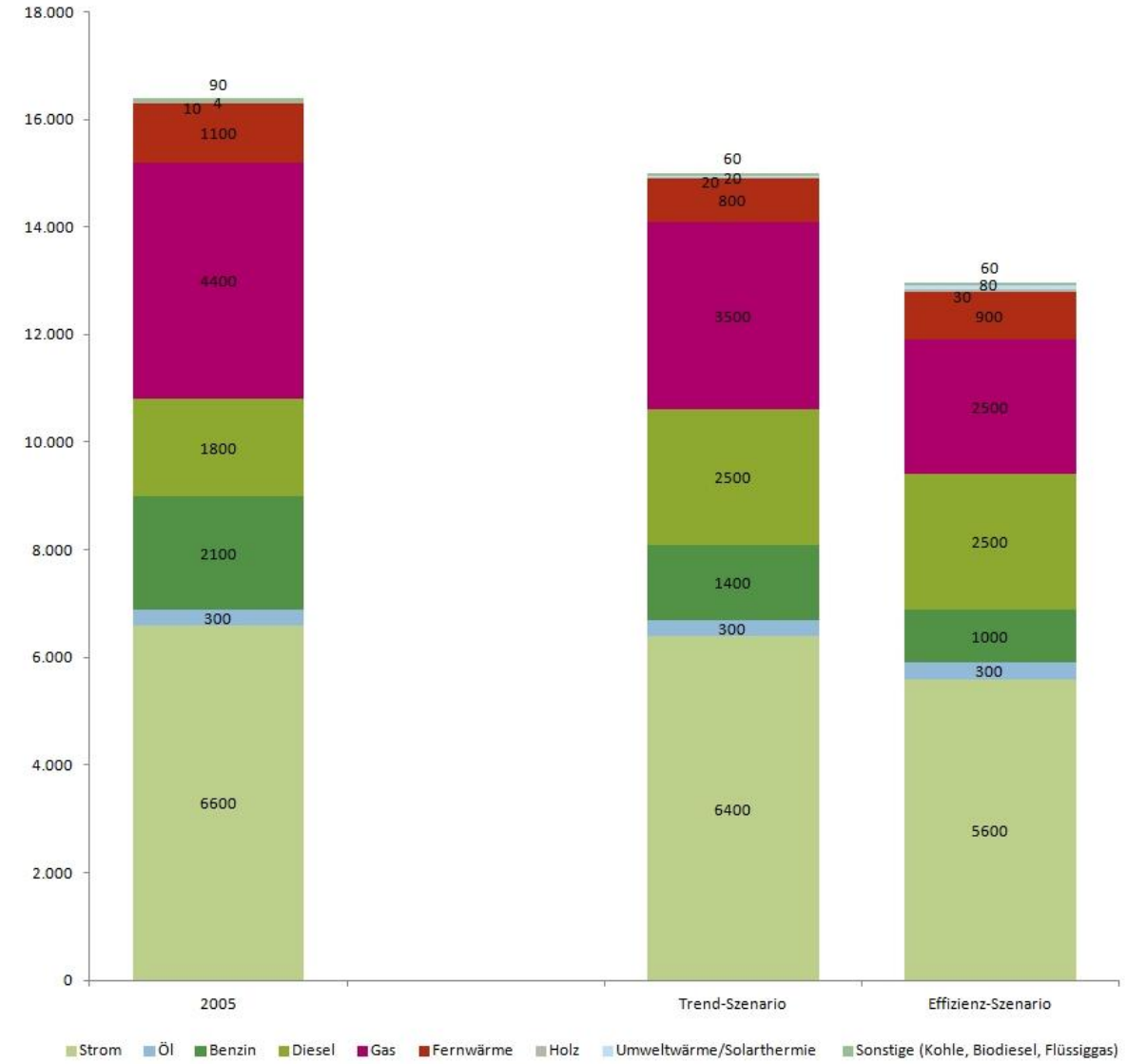
Abbildung 6—45: Energieverbrauchszenarios (KEV), Landeshauptstadt Dresden (in GWh$_{(KEV)}$ gerundet), 2005 - 2050



Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt

Grund ist der vermehrte Einsatz von Energien mit geringem KEV-Faktor im Energiemix in 2030, das heißt ein größerer Anteil erneuerbarer Energien und der Fernwärme. Die erneuerbaren Energien beeinflussen ebenfalls den KEV-Faktor des Strommix.

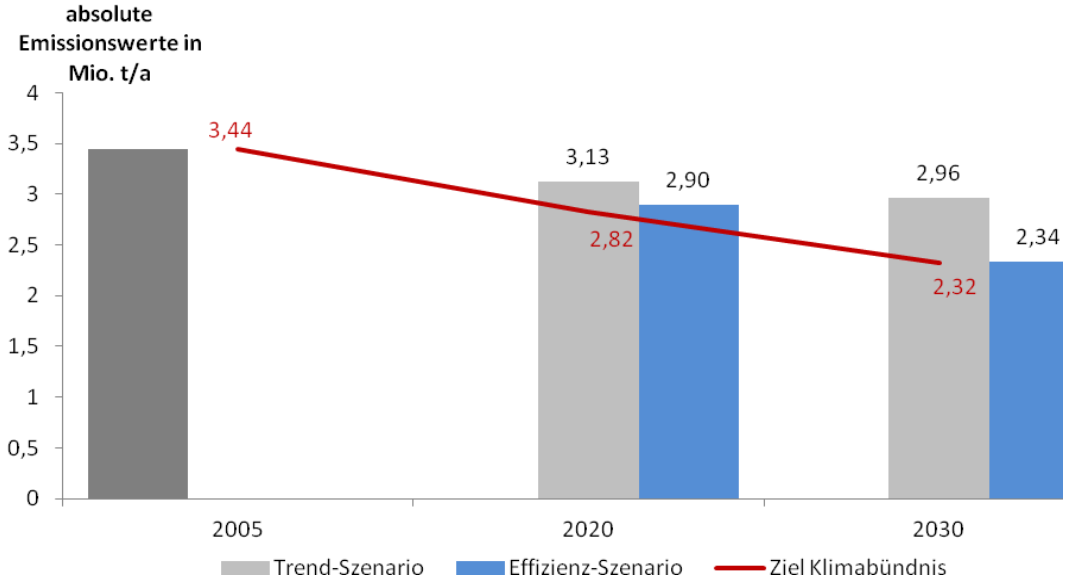
Abbildung 6—46: Energieverbrauchsszenarios (KEV) nach Energieträgern, Landeshauptstadt Dresden (in GWh$_{(KEV)}$ gerundet), 2005, 2030



Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt

Dementsprechend wirken sich die Reduzierungen in den Energieverbräuchen je Szenario auf die CO_2-Emissionen aus. Die niedrigsten Emissionsreduktionen werden im Trend-Szenario erreicht. Hier wird die Abnahme nur rund 480.000 Tonnen betragen.
Deutlich stärker wirken sich die Potenzialausschöpfungen in Dresden im Rahmen des Effizienz-Szenarios aus. So wird sich unter den getroffenen Annahmen der CO_2-Ausstoß im Trend-Szenario bis 2030 auf ca. 3 Mio. Tonnen CO_2 absenken, im Effizienz-Szenario um weitere 620.000 Tonnen CO_2 auf 2,3 Mio. Tonnen. Somit würde das Ziel der Pro-Kopf-Reduktion von 10 Prozent alle 5 Jahre und ein spezifisches Emissionsniveau von 4,2 Mio. Tonnen/Einwohner/Jahr im Effizienz-Szenario erreicht werden.

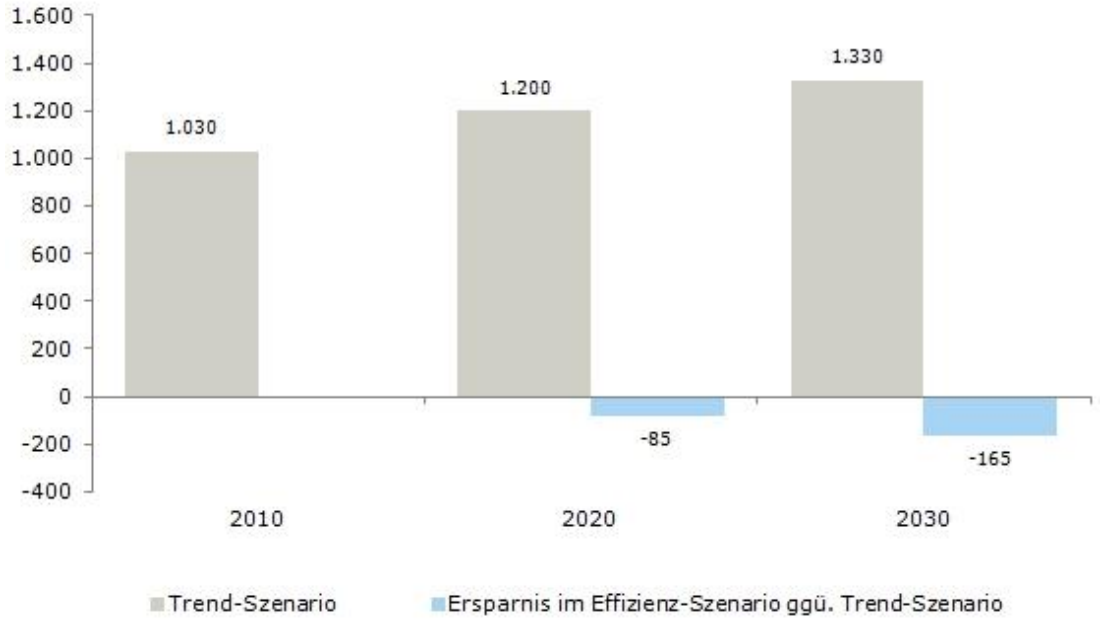
Abbildung 6—47: CO_2-Emissions-Szenarios, Landeshauptstadt Dresden (in Mio. Tonnen $CO_{2\text{-äq}}$), 2005 - 2030



Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt

Durch die Abnahmen der Energieverbräuche besteht eine starke Einflussnahme auf die Entwicklung der Energiekosten. Wird den Annahmen des Trend-Szenarios gefolgt, sind zwar Energieeffizienzsteigerungen zu erwarten. Diese fallen indes allzu gering gegenüber den dynamischer wachsenden Energiepreisen und der weiterhin vergleichsweise starken Inanspruchnahme fossiler Energieträger aus. Die folgende Abbildung zeigt, dass besonders im Effizienz-Szenario erhebliche Einsparungen gegenüber der Trend-Entwicklung zu erwarten sind. So werden die Energiekosten der betrachteten Verbrauchssektoren im Effizienz-Szenario für das Jahr 2030 rund 165 Mio. Euro unter den zu erwartenden Kosten im Trend-Szenario liegen.

Abbildung 6—48: Energiekosten-Szenarien, jährliche Einsparungen für die Jahre 2020 und 2030 gegenüber dem Trend-Szenario, Landeshauptstadt Dresden, 2010 - 2030 (in Mio. Euro, gerundet)



Quelle: Rambøll-KEEA, Umweltamt

6.7.3 Maßnahmen

Die Maßnahmen aller Themenfelder sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst dargestellt. Die übergeordneten Maßnahmen sind als übergreifende Empfehlungen zu verstehen, die die Umsetzung der weiteren Maßnahmen wesentlich unterstützen.
Das Aktionsfeld **„Energieverbrauch reduzieren"** umfasst die Maßnahmen der Gebäudesanierung in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden sowie Maßnahmen, den Stromverbrauch zu reduzieren.
Das Aktionsfeld **„Nutzung erneuerbarer Energien"** beinhaltet den Ausbau biogener Festbrennstoffkessel, der Solarthermie, der Photovoltaik, der Windkraftanlagen, eines Biomasse-Heizkraftwerks, eines Biogas-Heizkraftwerks, eines Tiefengeothermie-Heizwerks sowie einer solarthermischen Großanlage mit saisonalem Speicher.
Das Aktionsfeld **„Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger"** beinhaltet den Ausbau der Fernwärme, den Ausbau von Wärmepumpen und den Austausch von Gas- und Ölkesseln.
Im Aktionsfeld **„Verkehr"** werden die Förderung des Radverkehrs, die Förderung des Öffentlichen Verkehrs, die Durchführung des Stadtbahnprogramms 2020 und das betriebliche Mobilitätsmanagement vorgeschlagen.

Die Maßnahmen sind in unterschiedlicher Intensität in den Szenarien vorgesehen. Dementsprechend variieren die Effekte der Energieeffizienz und der CO_2-Einsparung, aber auch die nötigen Investitionskosten und die Erträge, die den Investitionen gegenüber stehen. Die folgende Abbildung zeigt die kumulierten Investitionskosten, die bis 2030 im Trend- und Effizienz-Szenario anfallen würden, sowie die resultierenden CO_2-Einsparungen und die monetären Erträge. Die Investitionskosten beziehen sich dabei auf den technischen Kern der Maßnahmenpakete. So werden beispielsweise die Investitionskosten der Gebäudesanierung und die resultierenden Erträge aus der Energieeinsparung quantifiziert. Eine überschlägige Einschätzung wird zu den Kosten für die fördernden Begleitmaßnahmen gegeben. Diese sind in Klammern unter den konkreten Investitionskosten für die technischen Ausgestaltungen angegeben.

Tabelle 6-28: Überblick sämtlicher Maßnahmen des IEuKK Dresden 2030

Übergeordnete Maßnahmen			
• Übergeordnete planerische und organisatorische Maßnahmen • Übergreifende Raumplanung • Rechtliche Verankerung und Instrumente der Stadtplanung und Raumordnung • Übergreifende Verkehrsplanung			
Energieverbrauch reduzieren	**Nutzung erneuerbarer Energien**	**Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger**	**Maßnahmen im Verkehr**
• Sanierung Wohngebäude • Sanierung Nicht-Wohngebäude • Stromverbrauch reduzieren • Optimierung der Heizungssysteme, inbs. hydraulischer Abgleich	• Biogene Festbrennstoffkessel • Ausbau Solarthermie • Tiefengeothermie-Heizwerk • Solarthermische Großanlage mit saisonalem Speicher • Biomasse-Heizkraftwerk • Biogas-Heizkraftwerk • Ausbau Photovoltaik • Ausbau Windenergie	• Austausch Öl- und Gaskessel • Ausbau Wärmepumpen • Ausbau Fernwärme	•Förderung des Radverkehrs •Förderung des Öffentlichen Verkehrs •Stadtbahnprogramm •Betriebliches Mobiliätsmanagement

Für die einzelnen Handlungsfelder sind zudem zeitlich gestaffelt Umsetzungsprogramme zu erstellen, die mit einem fortlaufenden Monitoring des Erfüllungsstandes gekoppelt werden sollten.

Tabelle 6-29: Kumulierte Kosten, Erträge und CO_2-Einsparungen im Trend- und Effizienz-Szenario

	Kumulierte Investitions-kosten bis 2030 (in Mio. Euro)	Kumulierte CO_2-Einsparung bis 2030 (in Mio. Tonnen)	Kumulierte Erträge (in Mio. Euro)	Grad der Zielerrei-chung 2030 (in %)
Trend-Szenario	1.050 – 1.250 (+ 30)	2,33	1.000 – 1.100	54
Effizienz-Szenario*	**3.050 – 3.450 (+ 100)**	**12,5 – 14,5**	**3.250 – 3.650**	**100****

** Hier enthaltene Teilwerte für Energieversorgungsunternehmen, insb. DREWAG, sind vorläufige Annahmen.*
***127 Prozent mit solarthermischer Großanlage (Investition: ca. 200 Mio. Euro, Flächenverbrauch entspricht in etwa der Fläche des Flughafens Dresden)*
Quelle: Rambøll-KEEA

Diese Aufstellung zeigt, dass die Investitionskosten im Effizienz-Szenario im Vergleich zum Trend-Szenario um ein Dreifaches höher sind. Entsprechend höher sind allerdings auch die langfristigen Erträge. Über die Laufzeit der Maßnahmen gerechnet ergeben sich im Effizienz-Szenario kumulierte Erträge von circa 3.500 Millionen Euro, die kumulierten Investitionskosten von circa 3.250 Millionen gegenüber stehen. Damit könnte das Ziel bis 2030 zu 100 Prozent erreicht werden.
Um das Effizienz-Szenario zu realisieren, sind allerdings fördernde Begleitinvestitionen nötig, die den Umsetzungshemmnissen entgegenwirken. So fällt ein Großteil der Erträge nur über einen langen Zeitraum an. Lange Amortisationszeiten und alternative Investitionsmöglichkeiten hemmen die Investitionsbereitschaft. Auch fallen die Erträge nicht immer unmittelbar beim Träger der Investitionen an.

Eine Aufschlüsselung der Kosten und Erträge auf einzelne Handlungsfelder verdeutlicht diese Problematik. Die folgende Abbildung zeigt die Investitionskosten und entsprechenden Erträge, die für Haushalte, Unternehmen, Energieversorger und für die Landeshauptstadt Dresden im Effizienz-Szenario anfallen würden. Der Schwerpunkt der Investitionen liegt bei den Haushalten, die

bis 2030 mit 1.800 bis 1.900 Millionen Euro zu rechnen hätten. Diese Investitionen entstehen weitgehend durch Gebäudesanierungen und effizientere Heizungsanlagen sowie durch den Ausbau dezentraler erneuerbarer Energietechnik (Solarthermie, Wärmepumpen, Photovoltaik). Diese Maßnahmen rechnen sich innerhalb der Laufzeit, sind aber teilweise mit langen Amortisationszeiten verbunden. Daher entstehen Erträge, die in etwa den Investitionskosten gleichzusetzen sind. Bei Unternehmen liegt der Fokus auf stromsparenden Maßnahmen, die meist kürzere Amortisationszeiten und höhere Renditen aufweisen. Allerdings spielen auch bei Unternehmen die Gebäudesanierungen eine Rolle.

Relativ geringe Investitionskosten, denen circa das 1,5-fache an Erträgen gegenüber steht, sind bei den Energieversorgern angesiedelt. Die vorgeschlagenen Maßnahmen in eine Erweiterung bzw. Substitution des bestehenden Kraftwerksparks sind wirtschaftlich langfristig rentabel. Auch hier sind alternative Investitionsmöglichkeiten, die kürzere Renditezeiten mit sich bringen, eine Investitionskonkurrenz. Dies zeigt wiederum auf, wie bedeutend es ist, weiterreichende Faktoren in die Investitionsentscheidungen zu integrieren.

Der Landeshauptstadt Dresden ist nur ein geringer Investitionsanteil zugeordnet. Allerdings fallen auf kommunaler Seite weitere Kosten für die fördernden Begleitmaßnahmen an. Für Anschubfinanzierungen, Informations- und Beratungsleistungen ist für den kommunalen Haushalt noch mit Kosten von circa 100 Mio. Euro kumuliert bis 2030, d. h. ab 2010 durchschnittlich von 5 Mio. EUR/Jahr zu rechnen.

Tabelle 6-30: Aufteilung der kumulierten Kosten, Erträge und CO_2-Einsparungen nach Handlungsfeldern im Effizienz-Szenario

	Kumulierte Investitions-kosten bis 2030 (in Mio. Euro)	Kumulierte CO_2-Einsparung bis 2030 (in Mio. Tonnen)	Kumulierte Erträge (in Mio. Euro)
Haushalte	1.800 – 1.900	5 - 6	1.700 – 1.800
Unternehmen	650 – 750	5 - 6	800 – 900
Energieversorger*	250 – 350	1,5	450 – 550**
LH Dresden	350 – 450 *(+ 100***)*	1	300 – 400

Quelle: Rambøll-KEEA
** Werte für EVU, insb. DREWAG, sind vorläufige Annahmen.*
*** ohne solarthermische Großanlage*
**** Begleitmaßnahmen (siehe Text)*

6.7.3.1 Zusammenfassung der Maßnahmen in Hinblick auf den zukünftigen Kraftwerkspark

Im **Effizienz-Szenario** wird ein Ausbau der Fernwärme und somit der Kraft-Wärme-Kopplung vorgesehen. Als zusätzliche Einspeisung in die Wärmenetze werden folgende Anlagen vorgeschlagen:

- Ein Holzheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 20 MW speist ab 2025 rund 160 GWh elektrische Energie und 360 GWh Wärme in die Netze ein. Über die Feuerungstechnik, zum Beispiel eine Wirbelschichtfeuerung, ist die Lastvariabilität der Anlage eher gering. Daher sollte das Kraftwerk als Grundlast zur Strom- und Wärmeproduktion gefahren werden.

- Die ab 2017 vorgesehene Biogasanlage mit einer elektrischen Gesamtleistung von 5 MW_{el} produziert rund 40 GWh an elektrischer und 16 GWh an thermischer Energie. Ein lastvariabler Einsatz der Biogasanlagen ist über die Zwischen-Speicherung des erzeugten Biogases bzw. Methans möglich. Alternativ kann das Biogas auf Erdgasqualität gebracht und in Dresden über das Erdgasnetz in anderen KWK-Anlagen genutzt werden. Über die Spei-

cherfähigkeit des Erdgasnetzes kann das Bio-Erdgas als erneuerbarer Energieträger die fluktuierenden Energieträger wie Windkraft und Photovoltaik mit ausgleichen.

- Die tiefengeothermale Anlage mit einer thermischen Leistung von 20 MW liefert ab 2025 ausschließlich Wärme an das Wärmenetz.

Die restliche Wärme für die Wärmenetze wäre weiterhin durch eine (oder mehrere) gasbetriebene Anlage/n in Kraft-Wärme-Kopplung zu liefern. Diese Anlage/n ist/sind so auszulegen, dass die elektrische und thermische Leistung innerhalb Dresdens ausreicht, um die Lastspitzen abzufangen.

Für die Versorgungssicherheit der **elektrischen Energie** ist die Anlage in Kombination mit weiteren nicht-fluktuierenden Stromerzeugern so auszulegen, dass der maximale Lastfall in der Region Dresden abgedeckt wird. Die notwendige Spitzenlast (Regelleistung) ist notwendig, um die Abweichungen zwischen Verbrauch und Einspeisung auszugleichen. Das zukünftige Kraftwerk ist daher so auszulegen, dass die Abweichungen zwischen Verbrauch und weiteren Einspeisern wie Windkraft und Photovoltaik ausgeglichen werden können. Die Spitzenleistung kann reduziert werden durch

- Reduktion der Lastspitzen über ein Lastmanagement (Lastabwurf) über z. B. lastvariable Stromtarife
- Speichertechnologien von elektrischer Energie (Pumpspeicherwerk, chemische Speicher über Plug-In Hybridfahrzeuge)
- Integration von kleineren BHKW in das Lastmanagement der Regelzone, z. B. Notstromaggregate der sensiblen Versorgungseinrichtungen (Krankenhäuser, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Krankenhäuser)
- Sorgfältiger Abgleich der erneuerbaren Stromerzeuger mit der aktuellen Stromangebots- und -nachfragesituation in Dresden

Die Lastvariabilität der Anlage (als Primär- oder Sekundärregler) kann durch kurzfristige Lastregelung über Lastabwurf (u. a. Kühlhäuser, Wärmepumpen, Klimatisierung, Elektromobilität) oder Lasterhöhung reduziert werden.

Werden die großen Kraftwerke in Zukunft stärker zur Deckung der elektrischen Regelleistung benötigt, muss für das **Wärmenetz** ausreichend Wärmespeicherkapazität vorhanden sein, um den lastvariablen Betrieb der großen Kraft-Wärme-Kopplung ausgleichen zu können. Unterstützt wird die Versorgungssicherheit durch

- Hocheffiziente Gebäude, die thermisch träge reagieren und eine hohe Wärmespeicherfähigkeit haben. Schwere Bauweisen und Phasenwechselmaterialien (PCM) unterstützen den lastvariablen Betrieb der großen KWK-Anlagen, in dem solche Gebäude über die Wärmespeicherfähigkeit mehrere Stunden bis Tage nicht mit Wärme versorgt werden müssen.
- Eine hohe thermische Variabilität des Wärmenetzes. Die Übergabestationen benötigen nur eine geringe Temperatur (z. B. 60 bis 70 °C) für die Versorgung des Gebäudes, über eine Temperaturerhöhung (z. B. bis 120 °C) wird das Wärmenetz als thermischer Speicher genutzt.
- Reduktion der Spitzenlast. Über eine Reduktion des Gleichzeitigkeitsfaktors über z. B. lastvariable Tarife wird der Verbrauch dem Angebot angepasst.

Über die zukünftige starke Vernetzung der großen KWK-Anlagen im Energieversorgungsnetz, die Übernahme von weiteren Aufgaben wie das Lastmanagement von fluktuierenden Einspeisern ist der Bedarf an gesicherter Leistung im Kontext der hier angeschnittenen Fragestellungen zu klären. Daher wird dies als weiterer Prüfauftrag formuliert.

6.7.3.2 Bewertung der Maßnahmen

Die Maßnahmen der vier Aktionsfelder können anhand verschiedener Kriterien, wie ihrer Wirkung, ihrer Kosten oder ihrer Machbarkeit miteinander verglichen werden. Dazu dient ein Scoring-Modell. Die Methodik und Vorgehensweise sind im Detail im Anhang 15, Abschnitt 2.5 erläutert.

Erste Bewertungsverfahren für ein Maßnahmen-Ranking im Klimaschutz wurden im Auftrag des BDI von der Unternehmensberatung McKinsey im Jahr 2007 vorgelegt (McKinsey 2007). Hier wurden einzelne Technologien und Substitutionswege miteinander verglichen. Wechselwirkungen der verschiedenen Energiesysteme untereinander blieben in dieser Betrachtung unberücksichtigt. Dieses Verfahren wurde für das IEuKK auf die kommunalen Belange zugeschnitten und erweitert. Erst damit lassen sich wechselseitige Abhängigkeiten, wie in einem modernen System der Kraft-Wärme-Kopplung, ansatzweise berücksichtigen. Für einen Systemvergleich sollten ferner die gegenseitige Speicherfähigkeit verschiedener Energieformen, eine bedarfsgerechte Verfügbarkeit und der Rentabilitätsbeitrag einzelner Komponenten für das kommunale Energiesystem insgesamt hinzugezogen werden. Weiterhin sollten Akzeptanzfragen und die Perspektiven der Technologieentwicklung betrachtet werden.

Die Evaluierungskriterien des Scoring wurden basierend auf der Zielsystematik des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts herausgearbeitet und in drei Bereiche unterteilt: Zielerreichung, Machbarkeit und Kohärenz.
Der Bereich der **Zielerreichung** umfasst die **Kriterien Zielbeitrag, Wirtschaftliche Effizienz, Wertschöpfung, Versorgungssicherheit, Energiekostenstabilisierung** und **Wettbewerbsfähigkeit**.
Der Bereich der **Machbarkeit** umfasst die **Kriterien Technische Umsetzbarkeit, Soziale Betroffenheit** und **Ökonomische Anreizkompatibilität**.
Der Bereich der **Kohärenz** wird durch die **Kriterien Komplementarität** und **Synergiepotenzial** gekennzeichnet. Dabei ist die Komplementarität einer Maßnahme als kohärente Ausrichtung zu weiteren Maßnahmen und zur gesamten Systemleistung zu verstehen. Das Synergiepotenzial betrifft die Zusammenwirkung der Maßnahme mit weiteren städtischen Zielstellungen und Konzepten (INSEK, VEP, FNP, Luftreinhalteplanung).

Die Kriterien sind anhand eines Halbmatrizenverfahrens gewichtet. Daraus ergibt sich folgende Rangfolge:

Abbildung 6—49: Gewichtung der Scoring-Kriterien

Scoring-Kriterium	Gewicht
Zielbeitrag	11/64
Wirtschaftliche Effizienz	9/64
Soziale Betroffenheit	9/64
Versorgungssicherheit	7/64
Ökonomische Anreizkompatibilität	7/64
Energiekostenstabilisierung	6/64
Synergiepotenzial	5/64
Komplementarität	4/64
Wertschöpfung	3/64
Wettbewerbsfähigkeit	2/64
Technische Umsetzbarkeit	1/64

Hinweis: Eine Operationalisierung der Scoring-Kriterien findet sich in Anhang 15 - Methodisches Vorgehen, Abschnitte 2.5.1.2 und 2.5.1.3.

Zu beachten ist, dass diese Rangfolge je nach Zielstellung verändert und Bestandteil politischer Diskurse werden kann. In der Einbindung und Partizipation der Entscheidungsträger und -beteiligten besteht ein Mehrwert des Scoring-Verfahrens.

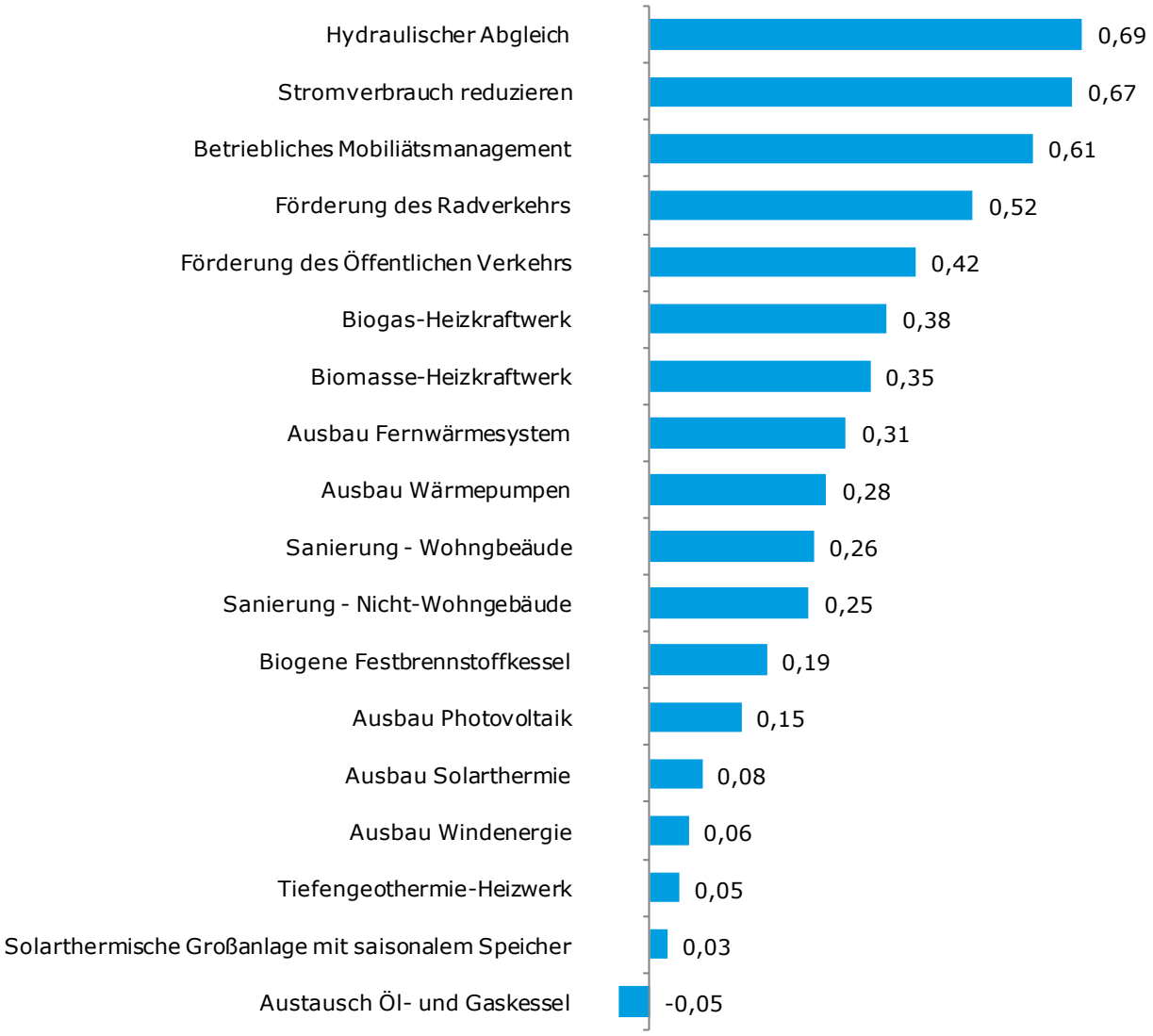
Die Abbildung 6—50 zeigt die Ergebnisse der Maßnahmenbewertung nach der oben dargestellten Gewichtung. Es wird ersichtlich, dass gering-investive Maßnahmen in der Energieeinsparung, wie der hydraulische Abgleich und Stromsparmaßnahmen, am besten abschneiden. Diese werden gefolgt von Energieeinsparungen im Verkehr: der Förderung des Radverkehrs und des Öffentlichen

Verkehrs. Nach Energieeinsparungen folgen der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung durch ein Biogas- und Biomasse-Heizkraftwerk und des Fernwärmesystems. Daran schließen sich dezentrale Energieeinsparmaßnahmen und Technologien der erneuerbaren, nicht fluktuierenden Wärmeerzeugung an. Der Ausbau von Wärmepumpen und biogenen Festbrennstoffkesseln, sowie die Sanierung von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden befinden sich im Mittelfeld der Bewertungsskala. Der Ausbau erneuerbarer und fluktuierender Energietechnologien folgt im Anschluss. Der Ausbau von Photovoltaik, Solarthermie und Windenergie ist durch das Kriterium der Versorgungssicherheit und der Systemstabilität kritischer bewertet als der Ausbau erneuerbarer, aber nicht fluktuierender Energien. Das Schlusslicht in der Bewertung bilden die Zukunftstechnologien: ein Tiefengeothermie-Heizwerk und eine solarthermische Großanlage mit saisonalem Speicher. Diese können in Zukunft einen wichtigen Stellenwert einnehmen, sind zurzeit allerdings noch mit hohen Investitionskosten und Risiken verbunden. Die einzig negative Bewertung fällt dem Austausch alter Öl- und Gaskessel zu. Aufgrund nur geringer Effizienzsteigerungen und der weiteren Verbrennung fossiler Energieträger ist diese Maßnahme am schlechtesten bewertet.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss allerdings beachtet werden, dass die Maßnahmen eng miteinander verbunden sind (Synergieeffekte) und eine alleinige Umsetzung nicht sinnvoll wäre. So ist, beispielsweise, der Ausbau der Fernwärme eng verbunden mit der Erweiterung des Biomasse-Heizkraftwerks und des Biogas-Heizkraftwerks. Der alleinige Ausbau der Rohrleitungen würde nicht zu den erwünschten CO_2-Einspareffekten führen. Des Weiteren sollte berücksichtigt werden, dass in dieser Aufstellung eine Vorauswahl von Maßnahmen, basierend auf Erfahrungswerten stattgefunden hat. Zudem ist zu beachten, dass insbesondere die langfristigen Investitionen in Infrastrukturmaßnahmen wie im ÖPNV oder in der Fernwärme dauerhafte Effekte erzielen, die auch über die berechnete Laufzeit hinaus Vorteile erbringen können.
Letztendlich müssen zur Erreichung der Klimaschutzziele der Landeshauptstadt Dresden alle Maßnahmen durchgeführt werden: Energieeinsparungen müssen mit einer effizienten Energieversorgung unter zunehmender Nutzung regenerativer Quellen einhergehen.

Das Scoring dient dazu, die Maßnahmen aus verschiedenen Gesichtspunkten heraus zu beleuchten, das heißt den Zielbeitrag, die wirtschaftliche Effizienz und die weiteren Kriterien separat zu analysieren. Die Stärken und Schwächen einer einzelnen Maßnahme sowie eventueller Kompensationsbedarf werden aufgezeigt. Die Nutzung von Solarenergie ist, beispielsweise, effektiv, zeigt aber einen Kompensationsbedarf in der Versorgungssicherheit.

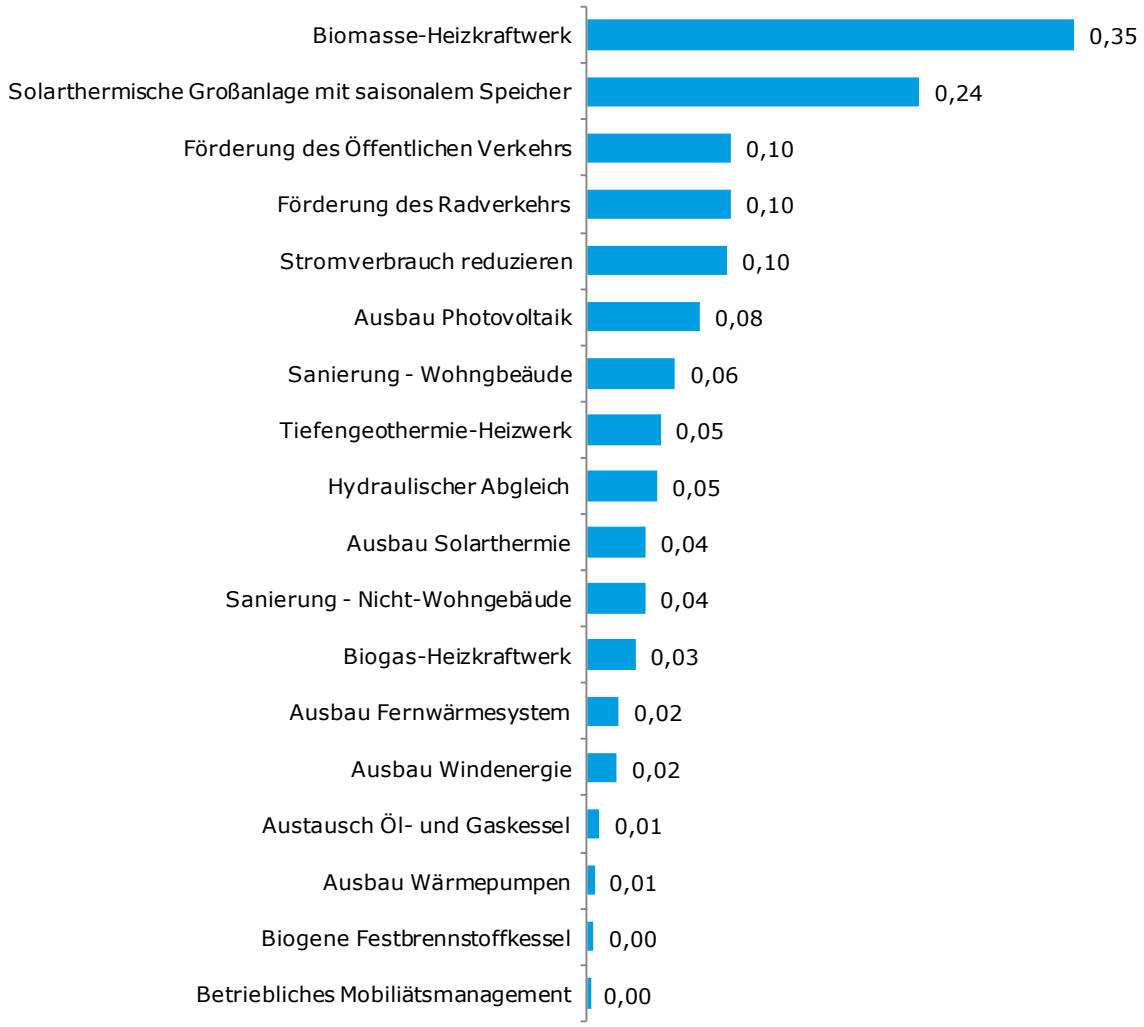
Abbildung 6—50: Bewertung der Maßnahmen - Ergebnis des Scoring-Modells, Gesamtergebnis



Quelle: Rambøll-KEEA

Exemplarisch wird in nachstehender Abbildung das Teilergebnis für das Kriterium „Zielbeitrag" dargestellt, das heißt die Bewertung, welchen Zielbeitrag die Maßnahmen zu den CO_2-Reduktionszielen des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts jeweils leisten. Zu beachten ist hierbei, dass sich die Berechnungen an den Ausbauannahmen des Effizienz-Szenarios orientieren.

Abbildung 6—51: Bewertung der Maßnahmen - Ergebnis des Scoring, Teilergebnis für Kriterium „Zielbeitrag" im Effizienz-Szenario



Quelle: Rambøll-KEEA
Hinweis: Die hier abgebildete Maßzahl „0,00" bedeutet numerisch < 0,01.

Im Ergebnis des Scoring und unter Beachtung der Impulse aus den Fachdialogen (siehe Abschnitt 7.4) kann folgende Liste der **wichtigsten Maßnahmen** für die Erreichung der Klimaschutzziele Dresdens abgeleitet werden (Reihenfolge begründet keine Rangfolge).

- Zertifizierung und Förderung der energetischen Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Verbindung mit Beratung zur zukünftigen Wärmeversorgung
- Entwicklung eines Investitionsprogramms und einer Marketingkampagne zum Fernwärmeausbau auf Basis von Gebietsuntersuchungen (Friedrichstadt, Löbtau/Plauen, Wissenschaftsstandort Ost (Reick), Pieschen, Niedersedlitz, Klotzsche/Hellerau, …) unter Beachtung städtebaulicher Entwicklungsziele sowie Vorhaben der Städtebauförderung/Stadterneuerung und Wirtschaftsförderung
- Ausbau und technologische Ertüchtigung des zentralen Fernwärmesystems einschließlich der Herstellung von Wärmespeichern, des Baus von 2 Biomasse-Heizkraftwerken und der abschnittsweisen Absenkung der Systemtemperatur
- Ausarbeitung der Maßnahmenliste des Verkehrsentwicklungsplans und deren Umsetzung einschließlich einer Erdgasoffensive für Nutzfahrzeuge
- Vergärung der Bioabfälle aus Dresden und ggf. der Region Dresden

- Marketingprogramm mit Anlagenbauern, der TU Dresden und der Gaswirtschaft für die Weiterentwicklung und die breite Einführung der Gaswärmepumpen, insb. in Gebieten außerhalb der Fernwärmeversorgung
- Energetische und funktionale Optimierung von dauerhaften Verwaltungs- Schul- und Kita-Neubauten (in diesem Zusammenhang Erarbeitung von Bauleitlinien)
- Förderprogramm zur Verbesserung der Energieeffizienz von klein- und mittelständischen Betrieben gemeinsam mit SAENA (Ökoprofit-Kampagne, Gewerbe-Energie-Pass)
- Initiative zur Heizungsmodernisierung mit Holz/Holzpellets in Stadtrandlagen und Eingemeindungsgebieten gemeinsam mit Handwerk und Sachsenforst
- Entwurf einer Dachmarke, unter der die Maßnahmen aller Akteure gebündelt und beworben und ggf. gefördert werden

Ergänzend werden **themenübergreifende Maßnahmen** vorgeschlagen, die einem einzelnen Handlungsfeld des IEuKK nicht unmittelbar zugeordnet werden können:

- Aufgrund der herausragenden Bedeutung der DREWAG für den Erfolg bei der Umsetzung des IEuKK wird die **Bildung einer dauerhaften Arbeitsgruppe** vorgeschlagen, an der diese sowie Kämmerei, Stadtplanungsamt, Hochbauamt, Umweltamt und ggf. weitere betroffene Ämter – vergleichbar dem Arbeitskreis Infrastruktur Stadtentwässerung zur Investitionssteuerung bei der Umsetzung des Abwasserbeseitigungskonzepts – beteiligt sind.

- Anregung und Unterstützung der **Bildung von Energiegenossenschaften** zur Förderung erneuerbarer Energie, insbesondere zur eigengenutzten Photovoltaik mit geeigneten Banken (Volksbanken, Sparkassen) und Handwerkskammer

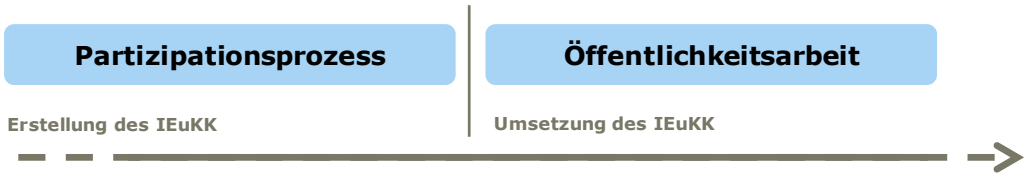
- Entwicklung eines **Mietspiegels**, bei dem ökologische Kriterien differenziert(er) betrachtet werden. Zum Beispiel kann der Wohnwert und CO_2-Ausstoß eines energetisch auf mittlerem Standard sanierten Altbaus mit hoher ausgleichender Wärmekapazität und Fernheizung mindestens genauso gut sein wie bei einem extrem gedämmten Niedrigenergiehaus mit Einzelheizung.

7. KONZEPT ZUR PARTIZIPATION UND EMPFEHLUNGEN FÜR DIE ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Partizipation ist ein Schlüsselbestandteil für die Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes. So ist es zum einen notwendig, dass die Akteure, die für die spätere Umsetzung verantwortlich sind, bereits an der Entstehung des Konzepts mitwirken. Dieses Mitwirken wird im Folgenden als Partizipation bezeichnet und bezieht sich im Wesentlichen auf die Phase der Erstellung des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes. Des Weiteren ist es unabdingbar, die breite Öffentlichkeit in die Umsetzung des Konzepts einzubeziehen, denn allein die Umstellung auf erneuerbare Energien, die Nutzung effizienter Energieerzeugungstechniken und die Förderung energieeffizienten Wirtschaftens wird nicht genügen, um das langfristig anzustrebende Nachhaltigkeitsziel, 2,5 Tonnen CO_2 pro Einwohner und Jahr, zu erreichen. Dieser Aspekt, also die Phase der Umsetzung, wird im Folgenden unter Öffentlichkeitsarbeit zusammengefasst.

Die folgende Abbildung illustriert die zeitliche Abfolge zwischen dem partizipativen Prozess und der Öffentlichkeitsarbeit in idealtypischer Abfolge, beginnend bei der Konzepterstellung und fortfahrend mit der Konzeptumsetzung.

Abbildung 7—1: Partizipation und Öffentlichkeitsarbeit

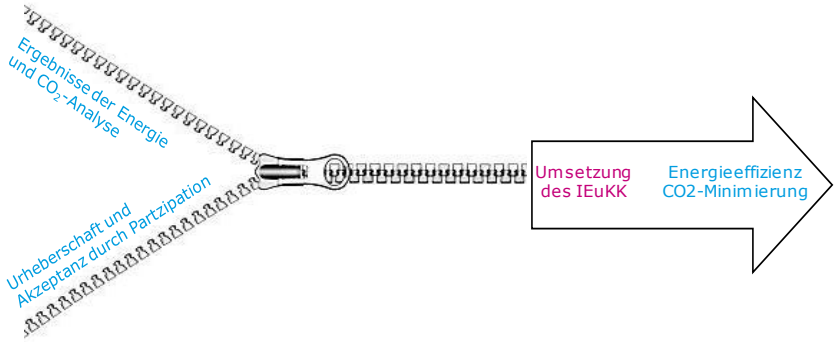


Quelle: Eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Wesentliches Erfolgsinstrument für die **Umsetzung** des vorliegenden Energie- und Klimaschutzkonzepts ist die Einbindung derjenigen Akteure, die später dafür verantwortlich sind. Durch eine Einbindung in die Konzepterstellung soll sichergestellt werden, dass

- existierende Herausforderungen und Beschränkungen in Dresden berücksichtigt werden. Dies betrifft insbesondere solche Aspekte, die nicht im Rahmen der Analyse der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 3) schriftlich dokumentiert sind. Es gilt, alle formalen und informalen Aspekte zu berücksichtigen, die gegebenenfalls einer späteren Umsetzung im Wege stehen. Das Konzept wird dadurch fortlaufend auf seine Praxistauglichkeit überprüft.
- die beteiligten Akteure eine Urheberschaft an dem Konzept entwickeln und dass die Umsetzung über politischen Grenzen hinweg gewährleistet ist.

Abbildung 7—2: Umsetzungsprozess



Quelle: Eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Aufgabe des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden ist, eine Basis für klimafreundliches Handeln zu schaffen. Der partizipative Prozess soll die **Akzeptanz** für die notwendigen Schritte zu höherer Energieeffizienz und mehr Klimaschutz schaffen.

Der Bedeutung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts bemisst sich nicht nach der Höhe der im Konzept prognostizierten Einsparungen, sondern dem Grad der tatsächlichen Umsetzung. Durch die Einbeziehung der relevanten Akteure in Politik, Verwaltung und Wirtschaft soll die **Grundlage** für eine **erfolgreiche Umsetzung** geschaffen werden.
Im Rahmen der partizipativen Erstellung des Konzeptes wurden verschiedene Maßnahmen durchgeführt (1) Einberufung einer Arbeitsgruppe Strategieberatung, (2) Werkstattgespräche, (3) Interviews, (4) Teilnahme an regionalen Veranstaltungen, (5) Rückkopplungen zur Maßnahmenabstimmung mit relevanten Akteursgruppen, (6) Fachdialog mit relevanten Akteuren zur Ergebnisverifizierung und (7) Präsenztreffen zur Projekterstellung.

7.1 Arbeitsgruppe Strategieberatung

Zum Projektstart wurde die Arbeitsgruppe Strategieberatung gebildet, die das Projekt zu Beginn in einem konstruktiven Dialog begleitete und die strategische Gesamtausrichtung der Konzepterarbeitung unterstützte. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe wurden in regelmäßigen Sitzungen über den Projektverlauf informiert und über relevante Projektergebnisse unterrichtet.

Tabelle 7-1: Übersicht Strategieberatungen und Teilnehmer

Datum	Thema
12.09.2011	1. Strategieberatung: Anlaufberatung
07.11.2011	2. Strategieberatung: Vorstellung erster Ergebnisse
16.01.2012	3. Strategieberatung (Präsentation des Zwischenberichts)

Name	Institution*
Hr. Dr. Korndörfer	Umweltamt LH Dresden, Amtsleiter
Hr. Pielenz	Umweltamt LH Dresden, fachlicher Projektleiter
Hr. Frenzel	Umweltamt LH Dresden, Projektmitarbeiter
Fr. Helzig	Klimaschutzbüro LH Dresden
Hr. Rex	Büro des Ersten Bürgermeisters LH Dresden
Hr. Schoeley	Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, Leitstelle Energie
Hr. Dr. Meske	Infineon, FM
Fr. Friedel	Hochbauamt LH Dresden, TA/Energie
Fr. Patzke	Hochbauamt LH Dresden, TA/Energie
Hr. Wustmann	DREWAG, Unternehmensentwicklung
Fr. Gedrich	DREWAG, Anlagenmanagement Wärme
Fr. Dr. Wetzel	ENSO, Unternehmensentwicklung
Hr. Dr. Hesse	Eisenbahner Wohnungsbaugenossenschaft eG
Hr. Marschke	Stadtplanungsamt LH Dresden
Fr. Wehrenpfennig	Stadtplanungsamt LH Dresden
Hr. Hermann	Stadtplanungsamt LH Dresden
Hr. Mittag	IHK Dresden
Hr. Zweinert	Eisenbahner Wohnungsbaugenossenschaft eG
Hr. Eichner	Kommunale Statistikstelle LH Dresden
Fr. Gottschalk	Hochbauamt LH Dresden
Fr. Dr. Anz	Amt für Wirtschaftsförderung LH Dresden
Fr. Braun	Amt für Wirtschaftsförderung LH Dresden
Fr. Rißmann	Kämmerei LH Dresden
Fr. Fiedler	Amt für Stadtgrün und Abfallwirtschaft LH Dresden
Hr. Dr. Richter	Technische Universität Dresden
Fr. Auerswald	Technische Universität Dresden
Hr. Strothteicher	Stadtentwässerung Dresden GmbH
Hr. Kaulfuß	DREWAG Netz GmbH
Hr. Dr. Werner	DREWAG Netz GmbH

** Nicht alle Teilnehmerinnnen/Teilnehmer waren bei allen Sitzungen anwesend; die Zusammensetzung variierte nach Sitzungsschwerpunkt.*

7.2 Experteninterviews

Im Rahmen der Datenerhebung wurden zudem in thematischen Experteninterviews (30) mit zahlreichen Vertretern der Stadtverwaltung der Landeshauptstadt Dresden, der Stadtwerke Dresden (DREWAG), den Akteuren in Dresden (zum Teil mehrfach) Informationen erfasst.

Tabelle 7-2: Übersicht Arbeitstreffen

Institution	Gesprächsanliegen / Thema	Datum
Kommunale Statistikstelle LH Dresden	Datenerfassung statistische Daten	12.08.2011
Hochbauamt LH Dresden	Datenbereitstellung Gebäudestruktur Dresden	
Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie	Konsultation, Integration Verkehrsteil	
Eisenbahner Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG	Konsultation, Datenlage Gebäudedaten EWG	
Umweltamt, Untere Immissionsschutzbehörde, SG Lärm, Veranstaltungen, Audit, LH Dresden	Einzelfeuerstätten	13.09.2011
Lokale Agenda 21 für Dresden e. V.	EU-Projekt „Cities on Power"	
Stadtentwässerung Dresden GmbH	Energiekonzept Kläranlage Kaditz	
Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie	Verkehr Dresden	14.09.2011
Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement	Energetische Sanierung der Gebäude im Eigentum des Freistaates Sachsen	
Klimaschutzbüro LH Dresden	Konsultation, Vorgehen, Datenlage	
DREWAG	Konsultation, Datenlage Energiedaten	
Kommunale Statistikstelle LH Dresden	Datenlage statistische Daten	15.09.2011
Schornsteinfegerinnung Dresden	Datenlage Daten Einzelfeuerstätten	
DREBERIS GmbH	Abstimmungsgespräch Vorgehen	20.09.2011
Stadtplanungsamt LH Dresden	Abstimmungsgespräch Modellstadtteile	22.09.2011
DREWAG	Datenlage Energiedaten	10.10.2011
Lokale Agenda 21 für Dresden e. V.	Abstimmungsgespräch	27.10.2011
Stadtplanungsamt LH Dresden	Abstimmungsgespräch Modellstadtteile	
DREBERIS GmbH	Abstimmungsgespräch Vorgehen	28.10.2011
DREWAG	Datenlage Energiedaten	
Hochbauamt LH Dresden	Konsultation, Vorgehen, Datenlage Hochbau	08.11.2011
Stadtplanungsamt LH Dresden	Abstimmungsgespräch	
Amt für Kultur und Denkmalschutz LH Dresden	Konsultation, Vorgehen, Datenlage Denkmalschutz	
Abt. Stadterneuerung, Stadtplanungsamt LH Dresden	Konsultation, Vorgehen, Datenlage Stadterneuerung	22.11.2011
Eisenbahner Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG	Abstimmung, Datenlage Wohngebäude EWG	
Erster Bürgermeister Herr Hilbert	Konsultationsgespräch	23.11.2011
Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie	Übernahme Ergebnisse TU Dresden in IEuKK	10.01.2012
Stadtplanungsamt LH Dresden	Auswahl Modellstadtteil	23.01.2012
DREBERIS GmbH	Datenverifizierung	20.03.2012
Umweltamt, Stadtplanungsamt LH Dresden	Modellstadtteilbegehung	30.03.2012
Erster Bürgermeister Herr Hilbert	Präsentation Dialogpapier	14.04.2012

7.3 Werkstattgespräche

Darüber hinaus wurde im Rahmen von Werkstattgesprächen ein kontinuierlicher Austausch mit dem Auftraggeber und den relevanten Akteuren zum Stand des Projektvorgehens sichergestellt. Zu Projektbeginn wurden insgesamt fünf Werkstattgespräche zu relevanten Themen des Konzepts veranstaltet. Hierbei wurden die Grundlagen der Datenerhebung besprochen, Probleme und Risiken analysiert und Eckpfeiler für die Szenarien diskutiert. Im Gegensatz zu den Einzelgesprächen konnten an dieser Stelle alle Beteiligten direkt miteinander Annahmen und Grundsätze austauchen und Lösungen erarbeiten. Die Workshops stellen einen wesentlichen Baustein der partizipativen Konzepterstellung dar.

Tabelle 7-3: Thematische Start-Workshops

Datum	Thema
04.10.2011	Sozio-Ökonomie und Demografie
04.10.2011	Leitungsgebundene Energieversorgung und Stadttechnik
04.10.2011	Stadtentwicklung und Gebäudesanierung
05.10.2011	Biomasse, Abfall, Abwasser
05.10.2011	Verkehr
06.10.2011	Zusammenfassung

7.4 Fachdialog

Zum Abschluss der Konzepterstellung wurde im Mai 2012 ein Fachdialog mit wichtigen Akteuren in der Landeshauptstadt Dresden durchgeführt. Der Fachdialog im Rahmen der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts bezweckte, Expertenaussagen zu bedeutenden Fragestellungen in die Fertigstellung des Konzeptpapiers zu integrieren. Die Fragestellungen betreffen insbesondere die möglichen Wirkungen und Hemmnisse der im Konzept abgeleiteten Maßnahmen, die sich im Zuge der Umsetzung des Konzepts aus Sicht der Fachexperten vor Ort ergeben könnten. Diese Aspekte betreffen insbesondere die Freisetzung möglicher energetischer Potenziale. Darüber hinaus werden die Eckpfeiler der Analysen zur sozio-ökonomischen und demografischen Entwicklung sowie zur Energiepreisentwicklung durch einschlägige Fachleute aus Dresden reflektiert.

Die Einbindung der Vor-Ort-Experten ermöglichte damit die fachliche Rückkopplung und insbesondere die Validierung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen, die während der Erarbeitung des Konzepts entwickelt wurden. Damit verbunden ist die Möglichkeit, folgende Fragen zu beantworten:

- Was ist nötig um die Maßnahmen umzusetzen?
- Was kann die Stadt tun, um die Ziele des Effizienz-Szenarios zu erreichen?
- Welche Umsetzungshemmnisse bestehen bzw. sind absehbar und wie können diese überwunden werden?

Die folgende Tabelle gibt die Themenblöcke sowie die Teilnehmer des Fachdialoges wieder.

Tabelle 7-4: Übersicht Themen, Daten und Teilnehmer am Fachdialog (Teil 1)

Themenblock	Teilnehmer
1.1 25.05.2012 | Energetische Gebäudesanierung, insb. gewerblicher/ genossenschaftlicher Wohnungsbau	Hr. Dr. Hesse und Hr. Zweinert (beide: Eisenbahner-Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG), Fr. Kircher und Hr. Pieper (beide: Stadtplanungsamt, Abt. Stadterneuerung), Hr. Dr. Klengel (Wohnungsgenossenschaft Aufbau Dresden eG), Fr. Pansa (GAGFAH/ Bau-und Siedlungsgesellschaft Dresden), Hr. Schmidt (Wohnungsgenossenschaft Johannstadt eG), Hr. Schulze (Sächsische Wohnungsgenossenschaft Dresden eG)
1.2 21.05.2012 & 24.05.2012 | Energetische Gebäudesanierung, insb. Kleineigentümer/private Nutzer	Hr. Rietschel, per Email (Eigentümerverein Haus & Grund Dresden e. V.), Hr. Dr. Wagner (Mieterverein Dresden und Umgebung e. V.)
1.3 29.05.2012 & 13.06.2012 & 21.06.2012 | Energetische Gebäudesanierung, insb. Bauen und Sanieren öffentlicher Gebäude und Liegenschaften	Hr. Scheibe (Krankenhaus Dresden-Neustadt), Fr. Gottschalk und Fr. Friedel (beide: Hochbauamt LH Dresden), Hr. Seffner (EB Sportstätten LH Dresden), Fr. Vetter (EB Kindertagesstätten LH Dresden), Fr. Helzig (Klimaschutzbüro LH Dresden), Hr. Pünsch (Brand- und Katastrophenschutzamt LH Dresden), Fr. Frankenstein-Krug (SAENA Sächsische Energieagentur), Hr. Fücker und Hr. Kretzschmar (beide: Schulverwaltungsamt LH Dresden)
2 24.05.2012 | Energieversorgung/ Infrastruktur/ Entsorgung	Hr. Wustmann und Hr. Kretschmar (beide: DREWAG Stadtwerke Dresden), Hr. Krenz (Stadtentwässerung Dresden), Hr. Hentschel und Fr. Trautewig (beide: Stadtreinigung Dresden), Fr. Wehrenpfennig und Hr. Marschke (beide: Stadtplanungsamt LH Dresden), Hr. Rapp (AGFW), Hr. Prof. Felsmann (TU Dresden), Hr. Kaulfuß und Hr. Dr. Werner (beide: DREWAG NETZ GmbH)
3 21.05.2012 & 16.05.2012 | Sozio-Ökonomie, Demografie, Energiepreisentwicklung	Hr. Eichner (Kommunale Statistikstelle LH Dresden), Hr. Prof. Dr. Möst (Lehrstuhl Energiewirtschaft, TU Dresden), Hr. Wustmann (DREWAG Stadtwerke Dresden), Prof. Dr. Ragnitz, per Telefon (ifo Institut Dresden)
4 23.05.2012 | Verkehrsplanung /-infrastruktur/ Verkehrsteilnehmer	Fr. Ola (Umweltamt LH Dresden), Prof. Dr. Becker[117] und Hr. Dr. Richter (beide: TU Dresden, Lst. Verkehrsökologie), Fr. Klötzing (SAENA Sächsische Energieagentur), Hr. Oelmann (DVB Dresdner Verkehrsbetriebe AG)
5 30.05.2012 | Interessensverbände	Fr. Haas und Hr. Rost (beide: Elbland-Forum e. V.), Fr. Sesterhenn und Hr. Mieth (beide: Lokale Agenda 21 für Dresden e. V.), Hr. Mann (BUND Dresden)
6 31.05. & 04.06.2012 & 20.06.2012 | Energieeffizienz in Handel, Gewerbe und Industrie	Hr. Freimann (Globalfoundries), Hr. Agoston (Infineon) Prof. Dr. Reiß (IHK Dresden), Hr. Dr. Hübner (Handwerkskammer Dresden)

[117] Herr Prof. Becker und Herr Dr. Richter, beide am Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden tätig, sind die Bearbeiter des Verkehrsteils im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden.

8. EMPFEHLUNGEN FÜR DIE UMSETZUNG

Für die erfolgreiche Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden wird ein stabiler Organisationsplan benötigt. Dieser zielt darauf ab, dass sämtliche betrieblichen und Verwaltungsstrukturen, die für die Umsetzung benötigt werden, effizient und zielgerichtet aufgebaut und genutzt, finanzielle und zeitliche Herausforderungen bekannt und relevante Akteure Dresdens eingebunden sind.

Als eine wesentliche Schlussfolgerung wurde die **integrierte**, **zentral-vernetzte Arbeitsweise** genannt, die im Folgenden als zentrale Empfehlung für die Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts weiterführend aufgegriffen wird. Um die ambitionierten Aufgaben zu bewältigen, ist es grundlegend erforderlich, dass sämtliche Aktivitäten gebündelt und integriert umgesetzt werden. Dafür sind Verknüpfungen zwischen der Politik, der Verwaltung, der Wirtschaft, der Wissenschaft und der Zivilgesellschaft Dresdens notwendig. Zwischen diesen Stellen Synergien zu schaffen und Rückkopplungen auszulösen ist sowohl im Interesse der Umsetzungseffizienz als auch im Interesse der Zielerreichbarkeit des gesamten Konzepts.

Empfehlungen, die an dieser Stelle für die zentral-vernetzte Arbeitsweise abgeleitet werden, betreffen und umfassen

- Vorschläge zur Zeitplanung
- Öffentlichkeitsarbeit
- Fördermöglichkeiten
- Kommunale Einflussmöglichkeiten und Organisation in der Verwaltung
- die Einbindung relevanter Akteure
- den strategischen Prozess der Umsetzung
- weiterführende umsetzungsbegleitende Untersuchungen

8.1 Zeitplanung

Die sich aus den jeweiligen Stärken und Schwächen ergebende Priorisierung der Maßnahmen ist ein wesentlicher Gradmesser, wie die Maßnahmen programmatisch hinsichtlich ihrer Wirksamkeit einzuordnen sind.

Zugleich wurden für die Maßnahmen unterschiedliche Startzeitpunkte und Errichtungsdauern angesetzt, die in Gänze einen zeitlichen Verlauf der Umsetzung vorgeben. In der Folge empfehlen wir auf Grundlage der angenommen Startzeitpunkte und Umsetzungszeiten einen Zeitplan, wann welche Maßnahmen eingesetzt werden sollten. Zugleich werden die Kosten für die jeweiligen Akteure dargestellt, die in den vorgesehenen Jahresscheiben entstehen können.

Überwiegend sollten die empfohlenen Maßnahmen schnell ihre Wirkung entfalten. Mit der Umsetzung sollte also noch im Jahr der Konzepterstellung begonnen werden. Dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass es sich bei der Mehrzahl um Maßnahmen handelt, die sukzessive jahresweise Beiträge leisten und über den gesamten Zeitraum bis 2030 umgesetzt werden sollten.

Mit Blick auf Vorschläge, die für den Ausbau und Optimierung des Energieversorgungssystems gemacht wurden, sind konkrete Umsetzungshorizonte benannt worden:

1) 2014 sollte die Planung für die Errichtung des Biogas-Heizkraftwerks beginnen, ebenso für den Ausbau von Windkraftanlagen (in der Region)
2) 2020 sollte die Errichtung des Biomasse-Heizkraftwerks folgen, die durch Inbetriebnahme eines weiteren Windparks begleitet wird,
3) Ab 2024 sollten die Arbeiten am Tiefengeothermie-Heizwerk begonnen werden, die mit einer Laufzeit von 6 Jahren bis 2030 angesetzt sind.
4) Für 2030 wird die Errichtung der solarthermischen Großanlage mit saisonalem Speicher vorgeschlagen.

Abbildung 8—1: Vorschlag für einen Zeitplan zur Umsetzung

Zeitplan Umsetzungshorizonte der Maßnahmen	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Übergeordnete Maßnahmen																			
Übergeordnete planerische und organisatorische Maßnahmen																			
Übergreifende Verkehrsplanung																			
Maßnahmen Energieverbrauch reduzieren																			
Sanierung - Wohngbeäude																			
Sanierung - Nicht-Wohngebäude																			
Stromverbrauch reduzieren																			
Förderung des Radverkehrs																			
Betriebliches Mobiliätsmanagement																			
Maßnahmen Bereitstellung erneuerbarer Energien																			
Biogene Festbrennstoffkessel - Haushalte und Unternehmen																			
Ausbau Solarthermie - Haushalte und Unternehmen																			
Tiefengeothermie-Heizwerk																			
Solarthermische Großanlage mit saisonalem Speicher - Energieversorger																			
Biomasse-Heizkraftwerk																			
Biogas-Heizkraftwerk																			
Ausbau Photovoltaik																			
Ausbau Windenergie																			
Maßnahmen Optimierung Nutzung fossiler Energieträger																			
Austausch Öl- und Gaskessel - Haushalte																			
Ausbau Wärmepumpen - Haushalte																			
Ausbau Fernwärmesystem																			
Optimierung Effizienz im Verkehr - Förderung des Öffentlichen Verkehrs																			

Quelle: Rambøll-KEEA

8.2 Öffentlichkeitsarbeit

Die Umsetzung von energieeinsparenden und somit klimaschützenden Maßnahmen ist ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zu höherer Energieeffizienz in Dresden. Dabei ist es notwendig, die Öffentlichkeit, d. h. die Bürgerinnen und Bürger einzubeziehen. Öffentlichkeitsarbeit ist zentral zur Bildung eines klimafreundlichen Bewusstseins und der Institutionalisierung der im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept vorgeschlagenen Maßnahmen. Energieeinsparung und Klimaschutz funktionieren nur, wenn jeder Einzelne Verantwortung übernimmt und seinen gewohnten Umgang mit Energie überdenkt und ändert. Für kommunalen Klimaschutz bedarf es aber nicht nur der Aktion Einzelner. Um Veränderungen zu erzielen, bedarf es der koordinierten Mitwirkung einer breiten Masse von Aktiven.

Für die langfristige und nachhaltige Verankerung von Klimaschutz werden im Endbericht verschiedene Maßnahmen aufgeführt. Dazu zählen unter anderem ein Energiecontrolling und Klimaschutzmanagement. Die Öffentlichkeitsarbeit ist mit diesen Maßnahmen eng verknüpft. Aufgrund der oben aufgeführten zentralen Bedeutung von Öffentlichkeit wird der Aspekt an dieser Stelle im Detail dargestellt. Bei der Öffentlichkeitsarbeit wird zwischen **strategischen** und **organisatorischen** Aspekten unterschieden.

Grundlegend gilt für die Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden die Erstellung einer Strategie für die Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts. Folgende Maßnahmen sollten dabei diskutiert bzw. berücksichtigt werden:

- Schaffung eines Kommunikationsrahmens: Einheitlicher kommunikativer Auftritt aller Klimaschutzaktivitäten, inklusive eines griffigen Leitspruchs („Klima braucht Schutz – Dresden zu höchster Energieeffizienz“).
- Einrichtung einer Internetplattform mit Berichterstattung über den Stand der Umsetzungsmaßnahmen und Sammlung von Aktivitäten und Projekten aller Akteure im in der Landeshauptstadt Dresden (inklusive einer visualisierten Darstellung der CO_2-Einsparungen). Zudem können auf der Internetseite Tools installiert werden, mit denen die Bürgerinnen und Bürger die möglichen Energieeinsparungen bei verändertem Nutzerverhalten berechnen können und die CO_2-Einsparungen Dresdens durch die Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts visualisiert werden. Dies ermöglicht es, die Bürgerinnen und Bürger für das Thema zu sensibilisieren und gleichzeitig auch positive Effekte, wie z. B. geringere Energiekosten, darzustellen.
- Durchführung einer jährlichen regionalen Klimaschutzkonferenz unter wechselnden Themenschwerpunkten mit Vorstellung von neuen Projekten in der Landeshauptstadt und innovativen Beispielen von außerhalb.

- Entwicklung von Kampagnen und Wettbewerben, die Klimaschutzinitiativen (wie etwa die Initiative „Energienachbarschaften") unterstützen sowie Schaffung und Betreuung einer jährlichen Auszeichnung für energetisch herausragendes Verhalten von Stadtteilen, Unternehmen und Privatpersonen. Der symbolische Charakter dieses Preises ist vorrangig vor der finanziellen Ausstattung.
- Erarbeitung von Informationsmaterialien, wie Flyer, Plakate u. ä., sowie einer Klimaschutzausstellung, beispielsweise in Kooperation mit den Schulen der Landeshauptstadt. Die Informationsmaterialien dienen dazu, die Fachpersonen und die Bevölkerung der Landeshauptstadt Dresden umfassend zu informieren. Zudem können die Präsentationen für Pressekonferenzen und interne Zwecke genutzt werden. Die Materialien enthalten die wesentlichen Ergebnisse des vorliegenden Konzeptes.
- Regelmäßige Pressearbeit über die Fortschritte der Klimaschutzbemühungen für private Verbraucher und die Wirtschaft.
- Etablierung von Netzwerken, die die Umsetzung einzelner Maßnahmen oder Themenblöcke aus dem Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept aktiv begleiten und öffentliche Verantwortung für die erfolgreiche Umsetzung übernehmen. Mitglieder der Netzwerke können private Unternehmen, Einzelpersonen sowie Entscheider aus Politik und Verwaltung sein.
- Besondere Einbeziehung der Schulen. Schülerinnen und Schüler können als Multiplikatoren für ihr häusliches Umfeld im Themenfeld Energieeinsprung und CO_2–Minimierung ausgebildet werden. Dazu zählt die Durchführung von CO_2–Einsparwettbewerben an Schulen. Weiterhin sind möglich die Förderung von Aktivitäten zur Visualisierung von Klimafolgen, Teilnahme an Wettbewerben, wie beispielsweise der Solarbundesliga, einer Initiative zur Erfassung der Leistung aller in der Bundesrepublik erbauten Solar- und Photovoltaikanlagen, und andere Aktivitäten.

Darüber hinaus ist ein enger Austausch mit Klimaschutzbündnissen kommunaler Gebietskörperschaften sinnvoll. Dresden ist bereits seit 1994 Mitglied im Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder e. V. Das Klima-Bündnis selbst bietet für seine Mitglieder zahlreiche Dienstleistungen an und ist selbst in viele Projekte involviert. Diese Projekte gilt es zu fördern und die Ergebnisse öffentlich darzustellen. Zu nennen sind insbesondere:

- Climate Star (www.klimabuendnis.org)
- Climate Toolbox (www.climate-toolbox.net)
- Projektdatenbank „Energiekommunal" (www.energiekommunal.de)

Der „Climate Star" ist eine Auszeichnung für hervorragende lokale Klimaschutzaktivitäten und die „Climate Toolbox" ein Werkzeugkasten für klimaschutzbezogene Öffentlichkeitsarbeit auf kommunaler Ebene. Der Werkzeugkasten enthält maßgeschneiderte Informationen und Aktions- bzw. Kampagnenkonzepte mit Text-, Druck- und Gestaltungsvorlagen, die ohne größeren Aufwand von der Landeshauptstadt Dresden an ihre Bedürfnisse angepasst bzw. direkt eingesetzt werden können. Die Projektdatenbank „Energiekommunal" unterstützt Städte und Gemeinden durch Vernetzung mit anderen kommunalen Gebietskörperschaften. Zudem bietet sie Beratungsleistungen, wie Energie intelligent und rationell eingesetzt werden kann und erlaubt gegebenenfalls, gute Ideen für die Landeshauptstadt zu kopieren.

Hinsichtlich der **organisatorischen** Umsetzung sind verschiedene Aspekte festzulegen:

- Budget für die Öffentlichkeitsarbeit
- Verantwortlichkeiten regeln, z. B. eine Koordinatorin/einen Koordinator mit Schnittstellenfunktion zu verschiedenen Fachreferaten sowie klare Zuständigkeiten und Terminsetzungen für Zulieferungen benennen.
  Solche eine koordinierende Funktion könnte vom bestehenden Klimaschutzbüro übernommen werden. Zielführend ist dabei die Integration der jeweiligen Interessengruppen.
- Zeitplan für die Aktivitäten zur Öffentlichkeitsarbeit (nach Bestätigung des IEuKK durch den Stadtrat)

- Innerhalb der ersten drei Monate sollte eine Strategie erstellt und abgestimmt werden, Informationsmaterialien erstellt und Verantwortlichkeiten definiert werden.
- Innerhalb der ersten sechs Monate sollten Schulprojekte initiiert, die Ausschreibung für einen Energiepreis erstellt und eine Internetplattform eingerichtet sein.
- Innerhalb der ersten neun Monate sollten alle Netzwerke etabliert, erste Ergebnisse aus umgesetzten Maßnahmen kommuniziert und andere Ergebnisse, wie z. B. die Verleihung eines Preise für die beste Idee zur Energieeinsparung, die höchste Energieeinsparung in Schulen etc., verliehen worden sein.
- Nach zwölf Monaten sollten im Rahmen eines Fazits die Strategie zur Öffentlichkeitsarbeit bewertet werden, Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet und Ziele für das folgende Jahr definiert sein. Nach zwölf Monaten muss das Ziel der Öffentlichkeitsarbeit, das Leitziel „Effizienzerhöhung" in der öffentlichen Wahrnehmung etabliert und Öffentlichkeitsarbeit zu diesem Thema institutionalisiert zu haben, realisiert worden sein.
- 2014: (Internationale) Konferenz der Klima-Bündnis-Mitgliedsstädte in Dresden zur Vorstellung von Umsetzungsergebnissen kommunaler/regionaler Energie- und Klimaschutzkonzepte, darunter des IEuKK Dresden

Des Weiteren kann diese zentrale Koordinierungsstelle die bürgernahe Kommunikation des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts in Zusammenspiel mit der Kommunikation anderer städtischer Konzepte, wie des Integrierten Stadtentwicklungskonzepts oder des Verkehrsentwicklungsplans, ausführen.

8.3 Fördermöglichkeiten

Für die Steigerung der Energieeffizienz in Kommunen, privaten Haushalten, öffentlichen Einrichtungen und insbesondere in Unternehmen stehen in einer hohen Anzahl Förderprogramme sowohl auf Ebene der EU und des Bundes, als auch auf Ebene des Freistaats Sachsen zur Verfügung.

Diese Programme können dabei unterstützen, dass die gesetzten Klimaschutzziele in Dresden umgesetzt werden können. Bei allen Planungen von entsprechenden Investitionen sollte eine Investitionsentscheidung vorrangig unter Rentabilitätsgesichtspunkten ohne Förderung erfolgen – und nicht eine Entscheidung zur Umsetzung geplanter Maßnahmen im Blick auf ihre Förderfähigkeit erfolgen.

Für die Steuerung eines effizienten Einsatzes der Förderinstrumente empfiehlt es sich, dass auf Seiten der Landeshauptstadt Dresden Beratungsangebote für Privatpersonen, Unternehmen und Verbände in der Stadt angeboten werden. Diese Beratungen sollten den Zweck haben,

- die Förderempfänger entsprechend ihrer individuellen Rahmenfaktoren zu beraten und geeignete Förderangebote zu identifizieren und
- den Bezug zu den energie- und klimaschutzstrategischen Leitlinien der Landeshauptstadt Dresden herzustellen.

Gerade mit dem zweiten oben genannten Punkt kann auf Dauer ein Instrument geschaffen werden, dass die Effizienz der Energieversorgung Dresdens sichert, da der Einsatz des bestehenden Förderinstrumentariums entsprechend der Rahmenbedingungen der Dresdner Energieversorgung erfolgen könnte. So könnten die Beratungsstellen (ähnlich der Energieberatung der IHK Dresden) den Förderempfängern konkret mitteilen, wie und in welchem Umfang sich bestimmte Maßnahmen effizient gestalten ließen und welche Förderprogramme dafür idealerweise in Betracht kämen.

Eine Übersicht über die Förderlandschaft im Bereich Klimaschutz und Energieeffizienz, einschließlich der Fördermittelgeber bzw. Projektträger und der Förderart findet sich, getrennt nach möglichen Zuwendungsempfängern, in Anhang 12.

8.3.1 Programme der EU-Strukturförderung in Sachsen

Auf Ebene der EU sind es insbesondere Gelder aus den EU-Strukturfonds, die für eine Förderung in Energieeffizienzmaßnahmen und zur Stärkung des Klimaschutzes in Dresden in Betracht kommen können. Förderbank ist die Sächsische Aufbaubank.

Innerhalb der aktuellen Förderperiode (seit 2007 bis 2013) waren unter der Prioritätsachse 5 des operationellen Programms des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) insgesamt 571 Mio. Euro (18 Prozent des gesamten Fondsvolumens für die Förderperiode 2007-2013) für den **Ausbau und Verbesserung der Infrastruktur für ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum**. Innerhalb der Maßnahme Klimaschutz/Erneuerbare Energien werden über das SAB-Förderprogramm Energieeffizienz und Klimaschutz investive und nicht-investive Maßnahmen gefördert, die zur Erhöhung der Energieeffizienz im privaten, öffentlichen und gewerblichen Bereich beitragen. Darüber hinaus können „investive und nichtinvestive Maßnahmen mit Modell- und Demonstrationscharakter sowie thematisch verbundene Maßnahmen verschiedener Anwendungsbereiche und Technologien zur

- Nutzung erneuerbarer Energien
- Minderung verkehrsbedingter Immissionen
- Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen

gefördert werden." (SMWA 2010: 270 ff.) Konkrete Informationen zur Förderrichtlinie können den Internet-Seiten der Sächsischen Aufbaubank entnommen werden.[118]

Darüber hinaus gibt es spezielle Investitionsförderungen für die Steigerung der Energieeffizienz in KMU innerhalb der Prioritätsachse 3: **Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der gewerblichen Wirtschaft**. Gefördert werden investive Maßnahmen von KMU, die zu einer merklichen Steigerung der Energieeffizienz im gewerblichen Bereich führen. „Diese müssen dem Stand der Technik entsprechen. Zusätzlich können nichtinvestive Maßnahmen unterstützt werden, wenn diese der Vorbereitung eines Antrages auf Förderung einer investiven Maßnahme aus diesem Vorhaben dienen." (SMWA 2010: 270 ff.) Auch dieses Förderziel des EFRE ist in das SAB-Förderprogramms Energieeffizienz und Klimaschutz integriert.[119]

Mit Blick auf die bevorstehende Programmierung der neuen Strukturfonds-Förderperiode 2014-2020 und den in der **EU Horizon 2020-Strategie** genannten Ziele der EU-Kommission ist von einer noch stärkeren Konzentration der EU-Strukturpolitik auf den Bereich Energieeffizienz und Klimaschutz in Sachsen auszugehen. Erstens wird eine stärkere (Mittel-)Konzentration der Förderstrategie auf diesen Themenbereich erfolgen. Zweitens strebt die EU-Kommission stärker themenverknüpfende Ansätze an, die gleichzeitig einen Beitrag zum Klimaschutz leisten sollen, aber mit einer Steigerung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen und einer integrierten regionalen/städtischen Entwicklung einhergehen sollen. Gerade das Engagement und die beträchtliche Hebelwirkung von Städten im Bereich des Klimaschutzes hat die EU-Kommission in den letzten Förderperioden erkannt und wird mit dem Instrument einer stärkeren Mittelkonzentration innerhalb einer Regionalisierung deutlich auf ein Ausschöpfen der Stärken urbaner Räume drängen.

8.3.2 Förderinitiativen und -programme des Bundes

Auf Bundesebene steht insbesondere im Rahmen der **Klimaschutzinitiative der Bundesregierung** (BMU-Klimaschutzinitiative) eine Reihe von Förderprogrammen für Investitionen in Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Klimaschutz bereit. Diese wenden sich zum einen an die Kommunen, die sich Konzepte wie das vorliegende, aber auch auf kleinräumlicher Ebene (Stadtteil) fördern lassen können. Darüber hinaus werden Investitionen in konkrete Maßnahmen gefördert, die von Privatpersonen, Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und Verbänden und Vereinigungen realisiert werden. Überwiegend stellen diese Programme auf eine energetische Gebäudesanierung oder auf die Förderung von Investitionen in die energieeffiziente Optimierung von Heizungsanlagen und den Ausbau erneuerbarer Energien ab. Insgesamt wendet

[118] Siehe dazu SAB-Förderprogramm Energieeffizienz und Klimaschutz: http://www.sab.sachsen.de/de/p_umwelt/detailfp_ul_2418.jsp?m=def
[119] Siehe dazu SAB-Förderprogramm Energieeffizienz und Klimaschutz: http://www.sab.sachsen.de/de/p_umwelt/detailfp_ul_2418.jsp?m=def

sich das Förderangebot der Klimaschutzinitiative an den vergleichsweise größten Kreis möglicher Zuwendungsempfänger und deckt den größten Bereich an Fördertatbeständen ab.

Die **Darlehensförderung der Kreditanstalt für Wiederaufbau** (KfW-Kredite und ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm) richtet sich sowohl an Unternehmen als auch an Kommunen und öffentliche Einrichtungen. Gefördert werden die energetische Sanierung von Gebäuden, den Einsatz von effizienten Versorgungsanlagen und der Ausbau erneuerbarer Energien.

Darüber hinaus bestehen insbesondere für die Steigerung der Innovationsfähigkeit im Bereich Energieeffizienz das **BMU-Innovationsprogramm** sowie das **6. Energieforschungsprogramm**, die sich vor allem an Unternehmen (KMU), Hochschulen und Forschungseinrichtungen wenden. Relevant ist in diesem Zusammenhang, dass langfristig sich vor allem ein Wissens- und Technologietransfer zwischen diesen Institutionen effektiv bemerkbar machen dürfte und somit den Standort Dresden stärken dürfte.

8.3.3 Förderangebote des Freistaates Sachsen

Das Förderangebot auf Landesebene konzentriert sich insbesondere auf das Portfolio der Sächsischen Aufbaubank. Hervorzuheben im Bereich der **Erhöhung der Energieeffizienz** ist das durch EFRE-Mittel finanzierte SAB-Förderprogramm „Energie und Klimaschutz", dass durch Mittel des Landes kofinanziert wird. Darüber hinaus agiert die SAB als durchleitende Stelle für den KfW - Investitionskredit Kommunale Unternehmen, der als Förderinstrument für KMU in Sachsen bedeutend ist.
Der **Ausbau erneuerbarer Energien** wird seitens der SAB durch die Programme Energien vom Land, Investitionsdarlehen Landwirtschaft und Umwelt, KfW - Investitionskredit Kommunale Unternehmen, Klimadarlehen, Nachhaltigkeit und Wachstum & Wettbewerb
gefördert.

8.4 Kommunale Einflussmöglichkeiten und Organisation in der Verwaltung

Neben deklaratorischen Erklärungen und der Einflussnahme über die kommunalen Spitzenverbände auf die Bundes- und Landesgesetzgebung hat die Stadtverwaltung Dresden eine Reihe von Möglichkeiten, selbst aktiv Maßnahmen durchzuführen oder mittelbar Maßnahmen zu veranlassen, um die Potentiale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz zu aktivieren. Ohne eine Wichtung vorzunehmen, betrifft das insbesondere die Stadt als

- **Eigentümer, Nutzer und Verkäufer von Immobilien**:
  - Optimierung von Energieversorgung, energetischer Sanierung (low bzw. least cost planning) und ÖPNV-günstige Anordnung von Verwaltungsstandorten
  - Eigennutzung von Photovoltaik und Wärmepumpen zur Klimatisierung
  - Verkauf von Immobilien mit Auflagen zur energetischen Sanierung/Einhaltung energetischer Standards
- **Eigentümer und Betreiber von Fahrzeugen, Geräten und Anlagen**:
  - Flottenmodernisierung, ggf. über leasing-Modelle
  - Erdgasantrieb
  - IT-Anlagen, Ampeln, Stadtbeleuchtung energetisch optimieren
- **Untere Bauordnungsbehörde**:
  - Mitwirkung bei der Umsetzung der Energieeinsparverordnung (EnEV)
- **Träger der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung** einschließlich der Verkehrsplanung:
  - Vorrang der Innenentwicklung mit urbaner Nutzungsdichte entlang bestehender Ver- und Entsorgungstrassen
  - Nachverdichtung von Gebieten, die für Fernwärmeerschließung geeignet/ vorgesehen sind
  - Ausbau des Straßenbahn- und Radwegenetzes
- **Konzessionsgeber** für die Wegenutzung für Ver- und Entsorgungsunternehmen:
  - Konzessionsgestaltung, um die Fern- und Nahwärmenetze zu erhalten und zu entwickeln

- **Berater und Förderer von Unternehmen** und Investitionen der Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur:
    - Managementsysteme, ÖKOPROFIT-Kampagne
    - Fernwärmeanschluss von Gewerbebetrieben, die Prozesswärme benötigen
    - Contracting-Modelle mit Unternehmen der EnergieVerbund Dresden GmbH
    - Gewerbegebiete mit zentralem Anschluss an Hoch- oder Mittelspannung zur Reduzierung der Netzentgelte für die Unternehmen
    - Pilotprojekte zur Effizienzverbesserung in der gewerblichen Wirtschaft in Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen (Dresdner Innovationszentrum Energie, …) und SAENA
    - Beratung der Wohnungsunternehmen zur Optimierung des Kapitaleinsatzes zur Zielerreichung (z. B. Fernwärme vs. Wärmedämmung)
    - Förderung des hydraulischen Abgleichs zur Steigerung der Effizienz von Heizungsanlagen und Senkung der Energieverluste
    - Förderung von zukunftsweisenden Maßnahmen mit strategischer Bedeutung (Fernwärme, Speicherung, Effizienzsteigerung) aus Innovationsfonds
- **Eigentümer bzw. Mitgesellschafter von Betrieben und Einrichtungen** wie den Ver- und Entsorgungsbetrieben, Krankenhäusern, Kultureinrichtungen:
    - Betriebswirtschaftliche und gesamtstädtische Optimierung von Investitionen, z. B. schrittweiser Rückbau der trimedialen Versorgung mit Strom-, Fernwärme- und Gasleitungen
    - Entwicklung eines Fernwärmezielnetzes, Ausbau der Fernwärme einschließlich Energiespeicherung und Umsetzung der „Low ex"-Strategie der DREWAG
    - Investition in Energieerzeugungsanlagen (KWK) zur Gewährleistung von Regel-und Schwarzstartfähigkeit sowie günstigeren hydraulischen Verhältnissen im Fernwärmenetz
    - Schrittweise Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie im Wärme-, Gas- und Stromnetz
    - Energetische Nutzung der Potentiale des Abfalls (im Rahmen bereits bestehender Anlagen) und Abwassers
    - Reduzierung des Energieverbrauchs der Wasserversorgung
- **Berater der Bürger** (Vertrauensstellung als Garant der Bürgerinteressen), **Initiativ- und Vorbildfunktion**:
    - Aufklärung über die Energiewende im Allgemeinen und die Dresdner Strategie der Kostendämpfung durch Umsetzung des kommunalen Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes
    - Initiierung von Beteiligungsmöglichkeiten der Dresdner Bürgerinnen und Bürger an Investitionen im Bereich Energieeffizienz/Erneuerbare Energie wie Gründung von Genossenschaften oder Bürgerkraftwerken; Fortschreibung der Klimaschutzberichterstattung und des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes

Für die organisatorische Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele der Landeshauptstadt Dresden wird angesichts der bereits etablierten verwaltungsorganisatorischen Strukturen in der Stadtverwaltung (Klimaschutzbüro, verschiedene Fachämter, Beteiligungsmanagement) vorgeschlagen zu prüfen, ob und inwieweit organisatorische Strukturen des European Energy Award (EEA) übernommen werden sollen.

Der European Energy Award ist ein europäisches Gütezertifikat für die Nachhaltigkeit der Energie- und Klimaschutzpolitik von Kommunen. Mit Hilfe eines Maßnahmenkataloges ermöglicht es Kommunen, sich hierfür zertifizieren zu lassen. Das Verfahren wird auf europäischer Ebene vom Europäischen Forum European Energy Award begleitet und durch die Arbeit verschiedener Organisationen auf Bundes-, Landes- und teilweise auf regionaler Ebene ergänzt.
Den Kern jedes EEA-Umsetzungsvorhabens bildet ein Energieteam innerhalb der Kommune, das sich aus verschiedenen Fachbereichsvertretern, Mandatsträgern, externen Energieexperten oder engagierten Bürgern zusammensetzen kann. Jedes Energieteam wird von einem speziell-qualifizierten Energieberater des EEA begleitet. Die anschließenden Zertifizierungen führen EEA-Auditoren durch. In einer öffentlichen Best-Practice Datenbank im Internet werden rund 500 vor-

bildliche Projekte vorgestellt und so ein Austausch zwischen verschiedenen Energieteams ermöglicht.
Der EEA schlägt die Anwendung eines Qualitätsmanagements vor. Dafür wird in regelmäßigen Zeitabständen der Ist-Zustand erhoben, anschließend werden neue Ziele definiert und dabei stetig Prozesse optimiert. Nach Angaben des EEA sind die Methoden mit dem neuen Steuerungsmodell und anderen verwaltungsmodernisierenden Ansätzen kompatibel. Das Ziel ist es, über die EEA-Berater einen Austausch neuer Ideen und Ansätze anzuregen und gleichzeitig Teilnehmern die Möglichkeit zu bieten, vorhandene Aktivitäten systematisch zu bündeln und zu erfassen.

Im Falle bereits bestehender Qualitätsmanagementstrukturen und etablierter Netzwerke zu anderen Kommunen bietet der EEA allerdings nur einen geringen Mehrwert. Für die verschiedenen Beratungsprogramme gibt es darüber hinaus jedes Jahr jeweils nur einen Termin für die Antragsstellung (CO_2-Minderungsprogramm: 31.10.2012, Beratungsprogramm kommunal: 30.11.2012, allgemein: 31.03.2013 Beratungsprogramm).

Für die Beratungsleistungen der EEA-Berater und -Auditoren entstehen Kosten, die in Sachsen vom Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft teilweise mit bis zu 75 % bezuschusst werden. Verantwortlich für die Bezuschussungen ist die SAENA Sächsische Energieagentur. In der folgenden Tabelle wird dies, unter angenommenen Tagessätzen, beispielhaft für Dresden aufgeführt.

Tabelle 8-1: Schätzung der Programmkosten des european energy award eea ® für die Landeshauptstadt Dresden (in Euro, zzgl. Umsatzsteuer)

	Tagewerke	Tagessätze	Gesamtkosten	Kostenanteil Dresden
Jährlicher Programmbeitrag			5.500	4125
Moderations- und Beratungsleistungen für den eea-Berater:				
Beratung zur Zertifizierung (ca. 10 - 15 Monate Bearbeitungszeit), einmalig	18 – 22	600 – 800	10.800 – 17.600	8.100 - 13.200
jährliche interne Erfolgskontrolle (ca. 12 Monate Bearbeitungszeit)	6 – 8		3.600 – 6.400	2.700 – 4.800
Beratung zur Re-Zertifizierung	8 – 9		6.200 - 7.200	4.650 – 5.400
Zertifizierung (nationales Audit) durch den eea-Auditor				
Zertifizierung	2 – 4	600 - 800	1.200 – 3.200	900 – 2.400
Re-Zertifizierung	2 - 3		1.200 – 2.400	900 – 1.800
Zertifizierung (internationales Audit) mit dem eea®Gold			5.000	3750
Re-Zertifizierung (internationales Audit) mit dem eea®Gold			1.000	750

Quelle: http://www.european-energy-award.de/kosten-staedte-und-gemeinden, eigene Darstellung Rambøll-KEEA
Erläuterung: Die Tagessätze sind als durchschnittliche marktübliche Tagessätze angenommen worden.

8.5 Einbindung relevanter Akteure

Ausgehend von der Umsetzung des vorliegenden Konzepts in der und durch die städtische Verwaltung Dresdens ist eine Einbindung relevanter Akteure in Dresden für den Erfolg des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts maßgebend. Ihre Integration ist neben der Organisation innerhalb der Stadtverwaltung eine weitere wichtige Säule der integrierten, zentral-vernetzten Arbeitsweise, die für die Umsetzung des Konzepts zu etablieren ist.

Die Einbindung der Akteure sollte sich allerdings nicht nur auf Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit und der kritischen Begleitung externer Gruppen der Wirtschaft und Zivilgesellschaft begrenzen. Vielmehr sind die Akteure als Zielgruppen der Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts in den Blick zu nehmen. Dies erfordert eine intensive Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen der Stadtverwaltung und den einzelnen Akteursgruppen.

So sind in erster Linie die Haushalte und Wohnungseigentümer durch Informationen und Schulungen zu motivieren, sich als Schlüsselgruppe der Anstrengungen in Dresden zu begreifen und

ihnen Möglichkeiten zur Stärkung ihrer Rolle zu zeigen. Darüber hinaus kann die Stadt Dresden in einer Vorbildfunktion motivierend wirken – oder aber bei der Förderung von Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen beratend zur Seite stehen.

Dresdner Unternehmen, insbesondere Kleinst- und Kleinunternehmen, sind weiterhin zu unterstützen. Angebote der Stadt, wie die ÖKOPROFIT-Kampagne oder der IHK (Energieberater) sind bereits vorhandene, elaborierte Instrumente mit nachgewiesenen Effekten. In der Gewinnung der Unternehmer als Klimaschützer liegt ein enormes Potenzial in Dresden, das zur Erreichung der gesetzten Ziele beitragen kann. Umgekehrt profitieren gerade die Unternehmen durch diese Unterstützungsleistungen, um sich sukzessive an die skizzierten Herausforderungen steigender Energiepreise und energie- und klimaschutzpolitischer Rahmenbedingungen anzupassen und wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Stadt kann auch hier als Berater und Informationsgeber zur Seite stehen sowie auch als Förderer oder direkter Gestalter, wenn kommunal ansässige Unternehmen für die städtischen Vorhaben beauftragt werden.

DIE BESONDERE ROLLE DES HANDWERKS

Bei der Umsetzung energie- und klimapolitischer Zielstellungen kommt dem Handwerk im Zuge der praktischen Maßnahmenrealisierung eine wesentliche Rolle zu. Sei es bei der Sanierung einer Gebäudehülle, der Installation einer energieeffizienten Heizungs- oder Solaranlage - das Handwerk verkörpert die unterschiedlichsten Kompetenzen zur Umsetzung der verfügbaren technischen Möglichkeiten für die Auftraggeber und Bürger.

In dieser Rolle sieht sich das Handwerk vielen Chancen, aber auch Herausforderungen gegenüber. **Chancen** bestehen in der erweiterten Bedeutung des Handwerkers in einem komplexer gewordenen und teilweise auch völlig neuen Markt, der sich voraussichtlich in den nächsten Jahren weiter differenzieren und vergrößern wird. Diese erweiterte Rolle des Handwerkers bezieht sich vor allem auf die gewachsene Komplexität eines immer anspruchsvoller gewordenen Arbeitsfeldes mit neuartigen Aufgabenstellungen. Um die thermische Hülle eines Gebäudes sach- und fachkundig zu sanieren und die Heizungsanlage an die veränderte Heizlast angepasst zu modernisieren, bedarf es einer entsprechenden Planungsvorleistung. Es muss also im Vorfeld sichergestellt werden, dass die unterschiedlichen Gewerke des Handwerks mit ihren Spezialisierungen koordiniert zusammenarbeiten und ein für den Bauherrn hochwertiges und volkswirtschaftlich vernünftiges und nachhaltiges Sanierungsergebnis erzielen. Es müssen Bauhandwerker und Installateure der unterschiedlichsten Gewerke zusammen und koordiniert an der Umsetzung eines Sanierungskonzeptes arbeiten.

Die Komplexität dieses umfassenden Arbeitsfeldes stellt fachlich aber auch eine große **Herausforderung** dar. Häufig sind die betrieblichen Personal- und Zeitreserven dafür sehr begrenzt und in aller Regel müssen erforderliche Weiterbildungen neben dem normalen Arbeitsalltag bewältigt werden. Werden die bauphysikalischen Grundlagen allerdings nicht hinreichend in ihrer Konsequenz verstanden, besteht das Risiko energetisch ineffizienter Teilumsetzungen und auch möglicher späterer Bauschäden. Des Weiteren fehlt bislang eine weitgehende Kontrolle der korrekten Umsetzung der Forderungen aus der Energieeinsparverordnung (EnEV).

Um Kompetenzen von Handwerksbetrieben in diesem Sinne zu erweitern, wird seit vielen Jahren durch die Handwerkskammer Dresden die Qualifizierung zum geprüften und staatlich anerkannten Gebäudeenergieberater (HWK) angeboten. Diese ergänzende Qualifikation bietet einen bedeutenden Mehrwert. Die Nachfrage nach qualifizierter und gesamtplanerischer Umsetzung von Sanierungsvorhaben wird zunehmen und dem Handwerk einen wachsenden Absatzmarkt bieten. Hervorzuheben ist hierbei, dass die Leistung und der Mehrwert lokal und mit einem positiven Beschäftigungseffekt für die Dresdner Wirtschaft erbracht werden.

Daher werden für eine energetisch sinnvolle Umsetzung der Gebäudesanierung in Verbindung mit der Anlagentechnik folgende Punkte empfohlen:

- Die Ausbildung zum Gebäudeenergieberater sollte durch modulare Bausteine für kontinuierliche Weiterbildung ergänzt werden. Entsprechende Angebote durch das Bildungszentrum der Handwerkskammer Dresden stehen zur Verfügung. Wertvoller Nebeneffekt ist der Erfahrungsaustausch zwischen den Handwerkern mit unterschiedlichen Spezialisierungen zur Ausprägung eines Grundverständnisses für die Thematik anderer Fachrichtungen.
- Es ist auch die Aufgabe des Unternehmers aus dem Fachhandwerk, den Kunden über gesetzliche Vorgaben zu informieren und über bauphysikalische wie –technische Zusammenhänge aufzuklären. Unterstützend wirken hier bereits bestehende Informationsangebote für Hauseigentümer.
- Die aktuelle Energieeinsparverordnung verlangt bereits sehr anspruchsvolle und effiziente Sanierungsziele. Die Kontrolle der Umsetzung der EnEV muss allerdings deutlich verbessert werden. Das wird auch für alle rund um die energetische Gebäudesanierung tätigen Handwerksbetriebe ein weiterer Anreiz dafür sein, sich noch intensiver für die erforderliche eigene Sach- und Fachkompetenz zu engagieren.

8.6 Weiterführende umsetzungsbegleitende Untersuchungen

Das vorliegende Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept beinhaltet eine umfassende Analyse zu den Rahmenbedingungen, Grundlagen und Möglichkeiten, die gesetzten Klimaschutzziele Dresdens zu erreichen. Darüberhinausgehend sind einige Herausforderungen für den städtischen Klimaschutz Dresdens nur in Ansätzen skizziert. Aufgrund ihrer Bedeutung für den Dresdner Klimaschutz empfehlen wir, diese Aspekte in zukünftigen Untersuchungen ergänzend zu betrachten.

Untersuchungsthema 1: Auswirkungen steigender Energieverbräuche aufgrund wachsender Klimatisierungsbedarfe in der Landeshauptstadt Dresden
Schwerpunktmäßig sind die Ursachen für wachsende Klimatisierungsbedarfe und die Effekte auf die Energieversorgungsstruktur in der Landeshauptstadt Dresden zu analysieren.
Dabei ist die dem Klimaschutz anverwandte Thematik der Anpassung an den Klimawandel ergänzend zu betrachten. Insbesondere relevant ist, wie sich die weitere Erwärmung des Klimas auf den Kühlbedarf für die Klimatisierung der Gebäude in Dresden auswirkt. Momentan wird noch kein relevanter Anstieg des Kühlungsbedarfes in Gebäuden erwartet, dies kann sich jedoch ändern.
In einer Studie des Umweltbundesamtes[120] wird von einem Jahresstromverbrauch von 28 TWh im Jahr 2050 für die Klimatisierung ausgegangen. Vorausgesetzt der Dresdner Bürger hat das gleiche Nutzerverhalten wie der Bundesbürger im Jahr 2050, beträgt der Jahresstromverbrauch für Klimatisierung in Dresden 218 GWh.
Zu unterscheiden wäre des Weiteren, ob sich der Anstieg des Klimatisierungsbedarfes durch eine spürbare Erwärmung oder durch veränderte Komfortwünsche ergäbe. Im letzteren Fall wäre es interessant zu analysieren, wie dieser gesellschaftlichen Veränderung entgegengesteuert werden könnte. Aus technischer Sicht wäre die Frage zu beantworten, wie die Kühlung am effizientesten bereitzustellen wäre, d. h. ob eine zentrale Strategie über Kühlungsnetze oder eine dezentrale Strategie über Kälteanlagen verfolgt werden sollte. Zu berücksichtigen wäre dabei ebenfalls der sommerliche Wärmeschutz und die passive Kühlung beim Bauen und Sanieren von Gebäuden. Werden die technischen Klimatisierungsanlagen in Kombination mit der Bauphysik der Gebäude so ausgelegt, dass die Gebäude als thermischer Speicher genutzt wird, kann dieser Stromverbrauch im Sommer für das Lastmanagement genutzt werden. Ein weiterer Effekt des Klimawandels für die zentrale Energieversorgung könnte sich aus steigenden Temperaturen in der Kraftwerkskühlung und somit verringerten Wirkungsgraden ergeben.

Untersuchungsthema 2: Prüfung der Möglichkeiten des Einsatzes lastvariabler Tarife zur Sicherstellung der sozialverträglichen Energieversorgung
Weiterführend betrachtet werden sollten auch Möglichkeiten, wie durch ein geeignetes Lastmanagement lastvariable Tarife im Sinne einer sozial verträglichen Energieversorgung umgesetzt werden könnten.

Untersuchungsthema 3: Konzeptionierung des Kraftwerksparks Dresden 2030
Im vorliegenden Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept wurden für die zukünftige Ausgestaltung des Kraftwerkparks Dresden 2030 Vorschläge unterbreitet:

(1) Integration eines Holzheizkraftwerks ab 2025
- Leistung: 20 MW_{el}
- Produktion: ca. 160 GWh_{el} (elektrische Energie) und 360 GWh_{th} (Wärmeenergie)
- Beschreibung: Über die Feuerungstechnik (z. B. Wirbelschichtfeuerung von Biomasse) ist die Lastvariabilität der Anlage eher gering, daher sollte das Kraftwerk als Grundlastabsicherung dienen

(2) Integration einer oder mehrerer Biogasanlage/n
- Leistung: 5 MW_{el}
- Produktion: ca. 40 GWh_{el} und 16 GWh_{th} pro Jahr
- Beschreibung: Ein lastvariabler Einsatz der Biogasanlagen ist über die Zwischen-Speicherung des erzeugten Biogases bzw. Methans möglich. Alternativ kann das Biogas auf Erdgasqualität gebracht und in Dresden über das Erdgasnetz in anderen KWK-Anlagen genutzt werden. Über die Speicherfähigkeit des Erdgasnetzes

[120] Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen, Juli 2010

kann das Bio-Erdgas als erneuerbarer Energieträger die fluktuierenden Energieträger wie Windkraft und Photovoltaik ausgleichen.

(3) Integration einer tiefengeothermalen Anlage ab 2025
   - Leistung: 10 - 20 MW_{th}
   - Produktion: 80 - 160 GWh_{th} pro Jahr
   - Beschreibung: Betriebszweck ist die ausschließliche Wärmeabgabe an das Wärmenetz. Die restliche Wärme für die Wärmenetze wäre weiterhin durch eine (oder mehrere) gasbetriebene Anlage in Kraft-Wärme-Kopplung zu liefern. Diese Anlage ist so auszulegen, dass die elektrische und thermische Leistung ausreicht, um die Lastspitzen abzufangen. Für die Versorgungssicherheit der elektrischen Energie ist die KWK-Anlage in Kombination mit weiteren nicht-fluktuierenden Stromerzeugern so auszulegen, dass der maximale Lastfall in der Region Dresden abgedeckt wird. Die notwendige Spitzenlast (Regelleistung) ist notwendig für den Ausgleich der Abweichungen zwischen Verbrauch und Einspeisung. Das zukünftige Heizkraftwerk ist daher so auszulegen, dass die Abweichungen zwischen Verbrauch und weiteren Einspeisern wie Windkraft und Photovoltaik ausgeglichen werden können.

(4) Reduktion der Lastspitzen über
   - Lastmanagement (Lastabwurf)
   - lastvariable Stromtarife,
   - Speichertechnologien für elektrische Energie (Pumpspeicherwerk, chemische Speicher über Plug-In Hybridfahrzeuge),
   - die Integration von kleineren BHKW in das Lastmanagement der Regelzone, z. B. Notstromaggregate der sensiblen Versorgungseinrichtungen (Krankenhäuser, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung),
   - sorgfältige Abgleiche zwischen den Erzeugungsanlagen erneuerbaren Stroms

Werden die großen Kraftwerke in Zukunft stärker zur Deckung der elektrischen Regelleistung benötigt, muss für das Wärmenetz ausreichend Wärmespeicherkapazität vorhanden sein, um den lastvariablen Betrieb der großen Kraft-Wärme-Kopplung ausgleichen zu können. Unterstützt wird die Versorgungssicherheit durch

- Hocheffiziente Gebäude, die thermisch träge reagieren und eine hohe Wärmespeicherfähigkeit haben: schwere Bauweisen und Phasenwechselmaterialien (PCM) unterstützen den lastvariablen Betrieb der großen KWK-Anlagen, in dem sie über die Wärmespeicherfähigkeit mehrere Stunden oder Tage nicht mit Wärme versorgt werden müssen.
- Eine hohe thermische Variabilität des Wärmenetzes: die Übergabestationen benötigen nur eine geringe Temperatur (z. B. 60 bis 70 °C) für die Versorgung des Gebäudes; über eine Temperaturerhöhung (z. B. bis 120 °C) wird das Wärmenetz als thermischer Speicher genutzt.
- Reduktion der Spitzenlast: über eine Reduktion des Gleichzeitigkeitsfaktors durch z. B. lastvariable Tarife wird der Verbrauch dem Angebot angepasst.

Über die zukünftige starke Vernetzung der großen KWK-Anlagen im Energieversorgungsnetz, die Übernahme von weiteren Aufgaben wie das Lastmanagement von fluktuierenden Einspeisern ist der Bedarf an gesicherter Leistung im Kontext der hier angeschnittenen Fragestellungen zu klären. Daher wird dies als weiterer Prüfauftrag empfohlen.

Darüber hinaus sind **Themen und Fragestellungen** zur Ableitung weiterer, in den IEuKK-Szenarios noch nicht betrachteter Maßnahmen vertiefend zu untersuchen:

- Analyse der Einsparpotentiale der Stadtbeleuchtung und der Verkehrssignalanlagen, Ableitung von Maßnahmeempfehlungen
- Ermittlung der Erweiterungsmöglichkeiten für die Fernwärme in Laubegast, Löbtau, Friedrichstadt, Dobritz-Niedersedlitz, Pieschen/Mickten und den Bereich Klotzsche
- Entwicklung des Biomassemarktes in der Region einschließlich grenznaher Gebiete der Tschechischen Republik

- Untersuchung zur Herstellung eines saisonalen thermischen Speichers im Dresdner Norden, evtl. in Verbindung mit Elektrodenheizern und Solarthermie durch Stadtverwaltung, DREWAG und dem Grundstückseigentümer
- Entwicklung eines Beratungs- und Unterstützungsprogramms für die Betriebsoptimierung und den hydraulischen Abgleich bestehender Heizungsanlagen, Zertifizierung von Handwerksbetrieben
- Entwicklung einer Strategie zur Einführung von Gaswärmepumpen gemeinsam mit TU Dresden, Anlagenherstellern und Gaslieferanten
- Ermittlung der Möglichkeiten zur Gebäudeklimatisierung auf Basis regenerativer Energien und Konzipierung eines Pilotvorhabens gemeinsam mit einer Wohnungsbaugenossenschaft
- Untersuchung der Potentiale des Einsatzes von „smart metering" und des Betriebs von „smart grids" gemeinsam mit Silicon Saxony, TU Dresden und DREWAG einschließlich Durchführung von Pilotvorhaben
- Prüfung und Verfolgung der Entwicklung einschlägiger Förderprogramme und weitgehende Ausnutzung der Fördermöglichkeiten
- Entwicklung eines praktikablen Verfahrens zur künftigen Energie- und CO_2-Bilanzierung, das den Bedingungen einer weiter steigenden Eigenstromerzeugung in Unternehmen und Haushalten Rechnung trägt. Damit sollen auch neue Erzeugungskapazitäten der DREWAG in der Fortschreibung des vorliegenden Konzeptes Berücksichtigung finden, die nicht auf dem Territorium der Landeshauptstadt Dresden liegen. Ferner sollen die Vergleichbarkeit der Bilanzierungsergebnisse mit denen anderer Städte verbessert und die Unschärfen in den Modellen für den Verkehrsbereich reduziert werden.
- Untersuchungen zur Ermittlung des Beitrags der Fernwärme zur lokalen Wertschöpfung
- Untersuchungen zu einer tiefengeothermischen Anlage zur Gewinnung von Fernwärme mit einem theoretischen Potential von 10 - 20 MW bzw. 80 - 160 GWh/a (Wärme); Bedingung: Übernahme eines Teils der Explorations- und Gewinnungsrisiken durch staatliche Förderung, Gewährleistung der Konkurrenzfähigkeit gegenüber bestehender KWK

Folgende **nicht den IEuKK-Szenarios betrachtete Maßnahmen** sind in Abhängigkeit von der Entwicklung der Randbedingungen **weiter zu untersuchen**:

- Photovoltaik-Anlage auf dem Südhang der Deponie Radeburger Straße
  Bedingung: Abklingen der Setzungen des Deponiekörpers; realisierbares Potential:
  20 GWh/a zur anteiligen Deckung des Eigenbedarfs der BMA
- Abwärmenutzung aus dem Abwasser
  Auswertung der Erfahrungen mit der Anlage der Zentralen Leitstelle
  Theoretisches Potential: 500 kWh/E/a
- Energieeffizienzsteigerung bei Wasserversorgung und Abwasserentsorgung im Kontext mit ohnehin notwendigen Ersatzinvestitionen
  Theoretisches Potential: 75 kWh/E/a (Wasser) bis 150 kWh/E/a (Abwasser)
- Solarthermische Großanlage und saisonaler Speicher im Bereich der Sandgrube am Heller

8.7 Weiterführende Empfehlungen für den strategischen Prozess der Umsetzung

Regionale Aktivitäten verknüpfen und passgenau gestalten

Aufgrund ihrer regionalen Verankerung ist die Landeshauptstadt Dresden, wie im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept dargestellt, auf die Potenziale der umliegenden Region angewiesen, um ihre Klimaschutzziele erreichen zu können. Eine darüberhinausgehende Verknüpfung der Klimaschutzanstrengungen der Stadt Dresden mit der Region, so explizit zwischen den Gemeinden und Landkreisen innerhalb des Regionalen Planungsverbandes Oberes Elbtal/Osterzgebirge und der Region Dresden, dürfte zukünftig den Klimaschutzbemühungen der gesamten Region aufgrund von Effizienzgewinnen zuträglich sein. Ziel solcher Verknüpfungen sollte

es sein, passgenaue Ergänzungen zwischen den Klimaschutzanstrengungen der einzelnen Gemeinden und Kommunen zu finden und gemeinsame Umsetzungsstrategien zu entwickeln.

Ein erster Schritt wäre die horizontale Verbindung und kohärente Einpassung von Energie- und Klimaschutzkonzepten auf Ebene der Kommunen, insbesondere zwischen den größeren Städten Dresden, Meißen, Pirna und Riesa hinsichtlich einer gemeinsamen Umsetzung von Klimaschutzprogrammen innerhalb der Region. Dahingehend müssen auch Strategiekonzepte, die auf Ebene der Landkreise oder des Planungsverbandes umgesetzt werden, in ihrer Ausrichtung vertikal passgenau zu den kommunalen Ansätzen entwickelt worden sein. Da bisher nur überwiegend strategische, nicht aber operative Ansätze auf Landes- oder Planungsverbandsebene existieren, und eine Bedarfs- und Potenzialanalyse insbesondere auf kommunaler Ebene sehr detailliert vorgenommen werden kann, ist für dieses Vorgehen ein bottom-up-Prozess zu empfehlen, auf dessen Ergebnissen dann letztlich die Energie- und Klimaschutzstrategie des Freistaates Sachsen aufsetzen und als konkretes, operatives Konzept entwickelt werden kann.

Umsetzung evaluieren und auf Anpassungsbedarfe reagieren

Mit dem Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept liegt der Landeshauptstadt Dresden ein Fahrplan zur Erreichung ihrer langfristigen Klimaschutzziele vor. Die empfohlenen Maßnahmen sind konkret an der Situation und den Möglichkeiten der Stadt Dresden ausgerichtet, um die gesetzten Zielstellungen auch zu erreichen.

Mit Blick auf die aktuelle hochdynamische energie- und klimaschutzpolitische Diskussion sowohl auf Ebene der EU, des Bundes und Länder als auch auf Seiten der Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft wird – neben der ohnehin notwendigen begleitenden Evaluierung der (technischen) Effekte der Maßnahmen des IEuKK – eine wiederholende Evaluierung des Konzepts auf seine Zielausrichtung aller drei Jahre empfohlen, der sich ggfs. Um- bzw. auch Neuprogrammierungen des Konzepts anschließen können.

Die Evaluierung der Umsetzungsschritte im IEuKK und die Kontrolle der Zielerreichung sollte sich künftig am dem vom BMU initiierten bundeseinheitlichen Bilanzierungstool für Kommunen orientieren. Dieses wird derzeit vom ifeu-Institut in Heidelberg erstellt und soll Ende 2013 fertiggestellt sein. Es wird empfohlen, dass die Landeshauptstadt Dresden sich als Pilotkommune an der Erprobung dieses Bilanzierungsverfahrens beteiligt. Nur auf diesem Weg kann im Rahmen künftiger Berichterstattungen eine Vergleichbarkeit mit den Resultaten der CO_2-Emissionsminderung anderer Städte erreicht werden.

9. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die erfolgten Analysen der Entwicklung des Energieverbrauchs und der Potenziale zur CO2-Reduktion zeigen, dass die in der Aufgabenstellung zum IEuKK formulierten Zielstellungen für 2030 durch die Landeshauptstadt Dresden in den betrachteten Sektoren erreichbar sind. Sowohl die Verwaltung als auch die Kommunalpolitik sollten die damit verbundenen Chancen für eine Stärkung des Standortes Dresden ergreifen. Aber auch gewerbliche Unternehmen und die Bürgerinnen und Bürger werden ihren Beitrag für den zukunftsfähigen Umbau des Energiesystems leisten. Im Folgenden werden die Eckpunkte der dafür erforderlichen Handlungsstrategie umrissen, wie sie die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel nahelegen.

In den verschiedenen Handlungsebenen ergeben sich differenzierte Ansätze. Dies betrifft zum einen die unterschiedlichen Zeithorizonte, unter denen heutige Entscheidungen in die Zukunft hinein wirken und die angestrebte Verbesserung der Energieeffizienz fördern oder hemmen. Zum anderen fallen die Investitionsnotwendigkeiten und die resultierenden Gewinnerwartungen nicht immer in der gleichen Akteursgruppe zusammen. Um möglichst viele Bewohner Dresdens an den Vorteilen einer zukunftsfähigen Energiepolitik teilhaben zu lassen, hat die Stadt auch eine Moderatorenrolle zu übernehmen. Der Stadtrat und die Verwaltung der Landeshauptstadt Dresden wirken in differenzierter Weise auf den Energiesektor ein. Hier überschneiden und ergänzen sich die Eigentümer- oder Nutzerfunktionen an Gebäuden und Liegenschaften, aber auch die Beteiligungen an Unternehmen, insbesondere auf dem Gebiet der Ver- und Entsorgung und des öffentlichen Nahverkehrs. Über die eigenen Gebäude und deren Art der Nutzung kann die Stadt eine Vorbildrolle gegenüber anderen Bauherren und Gebäudenutzern übernehmen. Sie kann über Planungs-, Genehmigungs- und Beratungsverfahren ihre hoheitliche Autorität und Fachkompetenz zur Geltung bringen, um den Fragen und Anliegen der Bürgerinnen und Bürger sowie der Investoren und weiterer engagierter Akteure sachdienlich entgegenzukommen. Letztlich sollten möglichst viele Dresdnerinnen und Dresdner ihren Beitrag für eine umweltverträgliche, ressourcenschonende und sichere Energiegewinnung und -nutzung leisten und auf diese Weise die Umsetzung der Ziele dieses Konzeptes unterstützen.

SCHLUSSFOLGERUNG 01: POLITISCHE RAHMENSETZUNGEN UND HERAUSFORDERUNGEN AN EINE GROSSSTADT

Bei der Umsetzung der Maßnahmen sind die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen auf europäischer, nationaler und sächsischer Ebene relevant. Das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept berücksichtigt die EU-, Bundes- und Landeszielstellungen sowie die auf Ebene der Landesregierung entwickelten energiepolitischen Leitlinien. Über die Mitarbeit in den kommunalen Vertretungsgremien hat die Landeshauptstadt Dresden gleichzeitig die Möglichkeit, auf Entscheidungen in diesen übergeordneten Ebenen einzuwirken. Dies hat sie in ihren Stellungnahmen zu den Klimaschutz und die Energiepolitik betreffenden Gesetzesvorhaben mehrfach genutzt.

Um die Klimaschutzziele, wie sie im Klima-Bündnis europäischer Städte von den Mitgliedskommunen beschlossen wurden, zu erfüllen, sind jedoch in Großstädten wie Dresden erhebliche Anstrengungen erforderlich. Die für eine extensive Nutzung regenerativer Energien notwendigen Flächenpotenziale stehen hier nicht zur Verfügung. Daher ergeben sich Kooperationserfordernisse mit benachbarten Gebietskörperschaften, z. B. im Rahmen der Region Dresden oder der Regionalen Planungsverbänden. Insbesondere bei der Wind- und Bioenergienutzung muss die Landeshauptstadt Dresden Lieferungspotenziale außerhalb des Stadtgebietes in kooperativer Weise erschließen. Ebenso wie bei der Lebensmittelversorgung wird eine Großstadt immer auf andere Regionen angewiesen sein.

Für die Entwicklung Dresdens ergeben sich gleichzeitig besondere Chancen. Auf strategischer Ebene bzw. langfristig relevant sind insbesondere die Konzepte zur Stadtentwicklung (INSEK) sowie der Flächennutzungsplan und der Verkehrsentwicklungsplan. Diese Planwerke wie auch der Landschaftsplan orientieren auf die Entwicklung einer kompakten Stadt. Die nicht nur aus energetischen Gründen zu erhaltende dichte Stadtstruktur findet ihren Ausgleich im „ökologischen Netz" von Freiräumen, Grünzonen und Flussläufen, was beim Ausbau der Netze der Infrastruktur

zu berücksichtigen ist. Kompakte Stadtstrukturen tragen zur notwendigen Effektivität in der Erweiterung und der Unterhaltung bestehender Netze der Infrastruktur bei. Diese strukturellen Vorgaben, wie z. B. das dichte und leistungsfähige ÖPNV- und Fernwärmenetz, stützen langfristig die Anstrengungen für einen effizienten Energieeinsatz. Gleichzeitig geben sie günstige Rahmenbedingungen für die im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept zu entwickelnden Maßnahmen vor. Eine Hauptstütze der Entwicklung wird der weitere Ausbau der Fern- und Nahwärmeversorgung in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sein. Dieser ist nur dort sinnvoll, wo dichte Stadt- und Nutzungsstrukturen den erforderlichen Wärmeabsatz langfristig sicherstellen und so die Rentierlichkeit dieser Systeme garantieren. Neue Nutzungsmöglichkeiten (Speicherfunktionen, Beiträge zum Lastmanagement der Teilsysteme) werden sich für diese Wärmenetze auch durch die Einspeisung regenerativer Energiequellen eröffnen. Die verschiedenen klimafreundlichen Energieträger und -systeme müssen sich sinnvoll und nicht zuletzt unter Nutzen-Kosten-Aspekten ergänzen. Hier sollte die Stadt eine Koordinationsfunktion übernehmen.

Das anhaltende Bevölkerungswachstum ist ein weiterer günstiger Faktor für die notwendige Steigerung der Energieeffizienz. Die damit verbundene hohe Entwicklungsdynamik erfordert Investitionen in erheblichem Umfang, z. B. in die bildungspolitische Infrastruktur, wie Kitas, Schulen und Freizeiteinrichtungen. Diese Neubauvorhaben lassen sich mit z. T. bereits rechtlich gebotenen energieeffizienzsteigernden Maßnahmen verbinden, was eine stagnierende Entwicklung oder Schrumpfung der Bevölkerung bzw. ein Rückbau bei Gebäuden und Infrastruktur i. d. R. nicht leisten kann. Die Optimierungspotenziale sind bei Neubauvorhaben weit höher als wenn allein die Bestandssicherung im Mittelpunkt kommunalpolitischer Entscheidungen steht.

Durch die bereits seit einigen Jahren praktizierte stadtplanerische Strategie des Vorrangs einer Innen- vor einer Außenentwicklung wird das Bevölkerungswachstum in eine für die Ver- und Entsorgungseffizienz vorteilhafte Verdichtung innenstädtischer Bereiche gelenkt. Diese strategische Entwicklungsrichtung sollte in Dresden konsequent weiterverfolgt werden.

SCHLUSSFOLGERUNG 02: **TROTZ DES ANSTIEGS DER ENERGIEPREISE KEIN AUSREICHENDER EFFIZIENZSCHUB**

Die aus heutiger Sicht absehbaren Preissignale im Energiesektor (vgl. Kapitel 5) sind für den mittel- und langfristig notwendigen Umbau der energetischen Infrastruktur nicht ausreichend bzw. es werden diese Erhöhungen – im Hinblick auf die mittel- und langfristigen Klimaschutzziele – zu spät eintreten. Selbst für den Fall, dass die aufwendige Erschließung neuer Ölvorkommen zu deutlichen Preissprüngen führt, zeigt die Erfahrung bisheriger Ölversorgungskrisen, dass die Marktreaktionen auf der Verbraucherseite i. d. R. zu spät einsetzen. Die notwendigen Investitionsmittel werden in dieser Situation von den sprunghaft gestiegenen Kosten für die Energiebeschaffung aufgezehrt. Die unumgängliche Entwicklung und Einführung effizienterer Technologien der Energiebereitstellung benötigt dagegen eine Vorlaufzeit und finanzielle Unterstützung.

Um Dresdens Attraktivität als Wirtschaftsstandort zu erhalten und zugleich die sozialen Folgen der nationalen Energiewende verträglich zu gestalten, ist der vorausschauenden Energie- und Klimapolitik im kommunalen Maßstab – als Bestandteil der grundgesetzlich verankerten kommunalen Daseinsvorsorge – größere Beachtung seitens der Entscheidungsträger zu schenken. Es wird ein langfristig orientiertes, konsequentes Planen und Handeln in der Stadtentwicklung und bei allen großen Investitionsvorhaben erforderlich sein. Darüber hinaus sollten neue Investitionsschwerpunkte verfolgt werden, die schon heute auf eine gegenüber Energieverknappungstendenzen und Klimaveränderungen robustere Perspektive der Landeshauptstadt Dresden setzen. Dabei ist die Energieversorgung und -nutzung in der Stadt Dresden und der sie umgebenden Region als Gesamtsystem zu betrachten und zu optimieren. Die hier entwickelte kommunale Energie- und Klimaschutzstrategie muss daher fortlaufend überprüft, aktualisiert und bzgl. sich ändernder Rahmenbedingungen (technologische Entwicklung, kurzfristige Preisänderungen auf den globalen Märkten, Gesetzeslage) angepasst werden.

SCHLUSSFOLGERUNG 03: **BREITE UNTERNEHMERISCHE ANSTRENGUNGEN FÖRDERN**

Investitionen in die Erhöhung der Energieeffizienz werden vorrangig dort erfolgen, wo der unmittelbare Nutzen dem Investor selbst zu Gute kommt. In Dresden dürften dies v. a. Wohnungs- und Eigenheimbesitzer, die den Wohnraum selbst nutzen, Unternehmen und die öffentliche Hand sein. Das Auseinanderfallen der Interessen („Investoren-Nutzer-Dilemma") zeigt sich beim Mietwohnungsbestand. Hier sind kommunale Unterstützungsprogramme vorrangig erforderlich und stadtteilspezifisch auszugestalten.

Ein Ausschöpfen der energetischen Potenziale macht ebenso die Förderung von KMU notwendig. Insbesondere Kleinstunternehmen werden deutlich von steigenden Energiepreisen in ihrer Entwicklung beeinträchtigt. Bereits etablierte Programme, wie Öko-Profit® und vor allem die von den Kammern und der SAENA angebotenen Energieberatungen sowie der Sächsische Gewerbeenergiepass sind daher weiter anzubieten. Festzuhalten ist, dass infolge einer Energiepreisentwicklung, die in etwa im Bereich der Inflationsrate liegt, das Klimaschutzziel Dresdens durch energiepreisinduzierte Energieeffizienzsteigerungen allein nicht erreichbar sein wird.

SCHLUSSFOLGERUNG 04: **ENERGIEEINSPARUNG BILDET GRUNDLAGE FÜR ERFOLGREICHE ENERGIEWENDE**

Die deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs ist eine notwendige Bedingung für die Ausgestaltung eines nachhaltigen Energieversorgungssystems. Nur dann, wenn die Energieverbräuche in den verschiedenen Sektoren gesenkt werden, sind die verstärkte Bereitstellung erneuerbarer Energien im vorgesehenen Umfang und die Optimierung des Energieversorgungssystems moderat zu realisieren. Eine Verminderung des Energieverbrauchs ist insbesondere im Verkehr und den Unternehmen und Haushalten anzustreben, die die größten Energieverbrauchssektoren und CO_2-Emittenten sind. Dass Einsparpotenziale möglichst vollständig ausgeschöpft werden müssen, ist vor allem angesichts des zu erwartenden Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums und des (bislang) damit verbundenen Anstiegs des Energieverbrauchs angezeigt. Kann der Energieverbrauch nicht gesenkt werden, würden die Anpassung der Energieversorgung und damit der Ausbau sowohl der erneuerbaren als auch der verbleibende Anteil der fossilen Energieversorgung wesentlich umfangreicher ausfallen und mit erheblich höheren Investitionen verbunden sein. Dadurch würden im Ergebnis insbesondere die Energiepreise deutlich ansteigen und eine sozialverträgliche Energieversorgung gefährden. Wie im Abschnitt 5.3.2 dargestellt, werden die angesetzten Energiepreissteigerungen nicht ausreichen, um Effizienzmaßnahmen und wesentliche Einsparungen allein aus Wirtschaftlichkeitsgründen auszulösen.

Vorrangige Handlungsfelder für dieses Aktionsfeld sind die energetische Gebäudesanierung sowie Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs. Die Gebäudesanierung muss sich in Dresden an den stadtteilspezifischen Gegebenheiten, dem bereits erreichten Sanierungsstand und der Stützung des Fernwärmesystems orientieren. Darüber hinaus liegt in der Optimierung der Heizungsanlagen der Dresdner Gebäude ein hohes und kostengünstig erschließbares Einsparpotenzial (vgl. „Scoring" der Maßnahmenoptionen im Abschnitt 6.7.3.2). Zudem sind Maßnahmen zur Reduktion der Energieverbräuche im Verkehr mit einem hohen Nutzen-Kosten-Verhältnis umzusetzen.

SCHLUSSFOLGERUNG 05: **ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNG MIT GRÖSSTEM EINSPARPOTENZIAL**

Langfristig können bei Wohn- und Nichtwohngebäuden umfassende Einsparmöglichkeiten umgesetzt werden. Da im Wärmesektor noch immer der größte Energieverbrauch, besonders im Bereich der privaten Haushalte, zu verzeichnen ist und die technischen Reduktionsmöglichkeiten bei weitem nicht ausgeschöpft sind, stellt der Gebäudesektor den Angelpunkt eines erfolgreichen Klimaschutzes in jeder Kommune dar. Die Ausschöpfung der hier im Ergebnis der Untersuchungen ausgewiesenen Potenziale muss in Einklang mit folgenden Rahmenbedingungen gebracht werden:

- Eine umfassende Gebäudesanierung ist nur dann wirtschaftlich zu gestalten, wenn diese im Rahmen des üblichen Sanierungszyklus erfolgt. Dieser liegt bei 20 bis 40 Jahren. Für

Dresden bedeutet dies, dass alle in den zurückliegenden beiden Jahrzehnten modernisierten Gebäude noch nicht wieder für umfangreiche Investitionen zur Verfügung stehen
- Die Belange des Denkmalschutzes und einer architektonisch ansprechenden Gebäude- und Stadtgestaltung sind zu beachten. Gleiches gilt für die Innenraumhygiene in Form eines zu gewährleistenden Mindestluftwechsels bei der Abdichtung von Gebäudeöffnungen und Dachkonstruktionen (Beachtung der Bauphysik zur Vermeidung von Bauschäden)
- Um die angestrebte Optimierung der Energiebereitstellung und -nutzung im städtischen Gesamtsystem zu erreichen, sind Mindestabnahmen z. B. in Fern- und Nahwärmenetzen zu berücksichtigen – für Förderprogramme zur Gebäudesanierung sind stadtteilspezifische Steuerungsmöglichkeiten vorzusehen, die es gestatten, den Schwerpunkt des Sanierungsgeschehens in die nicht mit Fernwärme versorgten Gebiete zu lenken.
- Organisation von Lernprozessen für Nutzer energetisch optimierter Gebäude.

Ein Dämmen und Dichten von Gebäuden um jeden Preis kann und soll es daher in Dresden nicht geben. Die gesetzlichen Vorschriften sehen aus diesen Gründen auch entsprechende Ersatz- und Kompensationsmaßnahmen bzw. Ausnahmeregelungen vor. Dennoch werden die energetischen Sanierungsmaßnahmen mit ihrem hohen Investitionsbedarf zu deutlich positive Auswirkungen auf das Dresdner Handwerk und die KMU führen.

SCHLUSSFOLGERUNG 06: **DAS FERNWÄRMESYSTEM BLEIBT DIE STÜTZE DER LOKALEN HEIZENERGIEVERSORGUNG**

Der Fernwärmeausbau sollte im wirtschaftlich vertretbaren Rahmen konsequent fortgeführt werden. Damit wird der bereits gefasste Stadtratsbeschluss (V2572-76-08, Punkt 4) vom 11.12.2008 zu einem Fernwärme-Ausbau um mindestens 20 % bis 2020 erfüllt werden können. Die Einbindung regenerativer Energien sollte über den begonnenen Weg einer verstärkten Biomassenutzung, auch mit regionalen Partnern, fortgeführt werden. Mittelfristig sind die Optionen der Einbindung von Anlagen der Tiefengeothermie (siehe Abschnitt 6.2.4.5.2) sowie großer thermischer Solarkollektoren in den Systemplanungen offen zu halten. Die Errichtung großer thermischer Speicher kann langfristig ebenso dieses Wärmeversorgungssystem stützen und dessen Vorteile gegenüber auf Einzelgebäude bezogenen Lösungen noch stärker hervortreten lassen. Auf diese Weise könnten Wärmeüberschüsse der Sommermonate in die Heizperiode überführt werden, was jedoch erst bei einem deutlich höheren Energiepreisniveau wirtschaftlich darstellbar ist.

Außerdem wird über einen Ausbau des zentralen KWK-Systems gesichert, dass es zu einer zunehmenden Verwertung erneuerbarer thermischer Energiequellen über die Ebene der Einzelgebäude hinaus kommen kann. Dies kann durch eine Integration von Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien umgesetzt werden, die in das KWK-System einspeisen. Damit könnte eine spürbare Dekarbonisierung Verdrängung der Verbrennung fossilen Kohlenstoffs) der künftigen Fernwärme erreicht und so deren ökologische Wettbewerbsfähigkeit gesteigert werden. Zum anderen sichert und schafft das KWK-System und das angeschlossene Gebäudevolumen durch dessen erhebliche thermische Trägheit Speicherkapazitäten, die mit einem zunehmenden Einsatz erneuerbarer, aber auch fluktuierender (Wind und Sonne) Energien dringend benötigt werden. Solche KWK-Systemlösungen können bei ausreichender Siedlungsdichte grundsätzlich leistungsfähiger und wirtschaftlicher als gebäudebezogene Einzellösungen gestaltet werden. Diesen Vorteil sollte Dresden konsequent nutzen.

SCHLUSSFOLGERUNG 07: **MODERNE KWK ALS TRAGFÄHIGE ÜBERGANGS- UND INTEGRATIONSTECHNOLOGIE UND ZUR STÜTZUNG DER NOTWENDIGEN NETZSTABILITÄT**

Trotz der erwarteten Absenkung des Erdgasverbrauchs um 20 bis 30 % bis 2030 wird dieser Energieträger mit einem Anteil von 70 bis 80 % dann noch immer die dominierende Rolle in Dresden einnehmen. Die KWK (sowohl zentral als auch dezentral) wird somit noch über Jahrzehnte die tragende Säule für eine effiziente Strom- und Wärmeversorgung in Dresden bilden. Das vorhandene moderne System der Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht gleichzeitig eine schrittweise großräumige Einführung erneuerbarer Energiequellen. Und dies kann vorteilhaft und mit geringen Zusatzinvestitionen unter weitgehender Ausnutzung bestehender Infrastruktur erfolgen.

Des Weiteren können künftig zunehmende Verknüpfungen zwischen den Energieformen Strom, Wärme und Kraftstoffe hergestellt werden. Der derzeit relevanteste Querbezug ist die traditionelle Kraft-Wärme-Kopplung. Deren Ausbau sollte weiter verfolgt und über die seit ca. 100 Jahren in Dresden praktizierte Abwärmenutzung aus der Stromerzeugung hinaus erweitert werden.
In Zukunft werden innovative Kopplungen von Energiesystemen und Umwandlungen untereinander eine deutlich größere Rolle einnehmen, z. B. bei der Erschließung von großen Speicherungsmöglichkeiten und insbesondere in Bezug auf das weiterhin hohe MIV-Aufkommen. Hier besteht durch die wachsende Elektrifizierung der Fahrzeuge eine größere Integrations- und Substitutionsmöglichkeit hinsichtlich fossiler Kraftstoffe aus Erdölbasis. Dadurch wird das energetische System komplexer, bietet allerdings auch Chancen in Bezug auf die zeitliche Steuerung der Angebot- Nachfrage-Muster. Die verstärkte Zusammenführung der Nachfragekurven von Strom, Wärme und Kraftstoffen bietet die Möglichkeit auch von der Angebotsseite diese drei Energieformen flexibler bereitzustellen. So kann überschüssiger Photovoltaik-Strom bspw. in einer Autobatterie gespeichert werden und nachts für die Heizungsanlage oder andere Zwecke durch eine Rückführung in das Stromnetz verwendet werden. Der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung unterstützt diese wachsenden Querbezüge und leistet so einen wichtigen Beitrag zur Netzstabilität. Strom und Wärme können je nach Angebotssituation auf dem Energiemarkt und je nach Höhe der aktuellen Energiepreise produziert werden. Ist in einem Zeitraum ein Überschuss an Windenergie vorhanden, kann die KWK wärmegeführt gesteuert bzw. flexibel und schnell heruntergefahren werden.

Ein leistungsfähiges, weit verzweigtes Fernwärmesystem kann überschüssige und nicht anderweitig absetzbare Elektrizitätsmengen aus dem Stromnetz ohne großen technischen Zusatzaufwand in seine Pufferkapazität übernehmen. Gleichzeitig lassen sich in diesem Fall die Gasturbinen des GuD-Heizkraftwerkes kurzfristig in ihrer Leistung reduzieren. So kann eine doppelte Entlastung des Strommarktes sichergestellt werden, solange nicht günstigere Möglichkeiten der Stromspeicherung in breitem Umfang zur Verfügung stehen. Stromheizungen im Fernwärmesystem können dessen Speicherwirkung über einige Stunden bis hin zu ein oder zwei Tagen nutzen. Durch diese kostengünstige Entnahme überschüssigen Stroms aus dem Verbundnetz können aufwändige Zusatzinvestitionen zur erhöhten Elektrizitätsnutzung an anderer Stelle oder ein Abschalten regenerativer Erzeugeranlagen vermieden werden. Ungünstig könnte sich diese Verfahrensweise jedoch auf den KWK-Bonus der Fernwärme in Dresden auswirken, weil sich der Primärenergiefaktor mit der Bereitstellung des Heizwassers auf rein oder überwiegend elektrischer Basis verschlechtert.

Das Temperaturniveau des Fernwärmenetzes soll schrittweise gesenkt werden (so genannte „low-ex-Strategie"). Hierdurch wird eine Integration großer Wärmespeicher begünstigt. Auch thermische Solarkollektoren und Geothermieanlagen können bei geringeren Vorlauftemperaturen des Systems mit diesem verknüpft werden. Nachteilig wirkt sich dieses Vorgehen auf den Betrieb bestehender Klimatisierungsanlagen auf Basis von Fernwärme aus. Diese sollten im Rahmen der technischen Erneuerungszyklen durch elektrische oder gasmotorische Kompressionsanlagen ersetzt werden. Der Bezug dieser Energiearten wird in den Sommermonaten durch geringeren saisonalen Verbrauch und hohe Einspeisungen an Solarstrom einen Preisvorteil erlangen.

SCHLUSSFOLGERUNG 08: **KÜNFTIGE ENERGIEVERSORGUNG AUF NEUE BEDARFS- UND ANGEBOTSSITUATIONEN AUSRICHTEN**

Seit mehr als 100 Jahren sind die Energieversorgungssysteme in Deutschland auf eine bedarfsgerechte Bereitstellung der erforderlichen Energiearten ausgerichtet. Hier wird es in den nächsten Jahren zu einem Paradigmenwechsel kommen. Zuerst wird die bedarfsorientierte Versorgung im Strommarkt zunehmend von einer durch das Elektrizitätsangebot bestimmten Bereitstellung abgelöst. Eine gleichermaßen hohe Qualität der Strombereitstellung zu allen Tages- und Jahreszeiten wird immer aufwändiger und damit teurer. Wer sich künftig auf zeitlich flexible Angebote einzustellen vermag, wird mit erheblichen Preisvorteilen rechnen können.

Die Weitergabe der schon heute stark schwankenden Strompreise auf der Verbundnetzebene an die Verbraucher sollte zeitnah in die neuen Tarifstrukturen integriert werden. Entsprechend starke Preissignale verschieben Nachfragespitzen in die Zeiten eines Stromüberangebots. In der Übergangsphase zu einer weitgehend durch regenerative Quellen geprägten Versorgungstruktur werden Zeiten eines Stromüberangebots vorherrschen, da die konventionellen Großkraftwerke

erst schrittweise vom Netz gehen. Die so bewirkten Lastverschiebungen verringern die bisher kontinuierlich bereitzustellende Grundlastversorgung. Diese Grundlast lässt sich in dem bisherigen Umfang nur mit großem Aufwand in der Erzeugung (teure Regelkraftwerke), in der Übertragung (nationaler und transnationaler Netzausbau) sowie in der Speicherung (große Pumpspeicherkraftwerke in den Gebirgsregionen Nord- und Mitteleuropas mit sehr leistungsfähigen Netzanbindungen bzw. mit den bislang noch sehr teuren neuen Stromspeicher-Technologien) decken.

Solange sich intelligente Netz- und Verbrauchssteuerungssysteme („smart grids") noch nicht flächendeckend durchgesetzt haben, können sich kostengünstigere Strom-zu-Wärme-Speicher etablieren und den überschüssigen Strom aus dem Verbundnetz in den Warmwasser- und Heizungssektor leiten (siehe Schlussfolgerung 7). Tarifsysteme für die Stromkunden sollten sich kurzfristig den veränderten Angebotsstrukturen anpassen. Das angebotsorientierte Management des Verbrauchs sollte frühzeitig in Modellprojekten der DREWAG angeboten werden. Auch die Verbrauchsgewohnheiten der Stromkunden müssen sich schrittweise den Anforderungen einer wirksamen Nachfragesteuerung („demand-side-management") anpassen. Angepasste Tarifangebote und neue Tarifstrukturen können lokal eingeführt werden und begrenzen den großen Investitionsaufwand für den Netzausbau, lokale Regelkraftwerke und entsprechende Speichertechnologien vor Ort.

Die wachsende Zahl an Rentnern in Dresden stellt eine Bevölkerungsgruppe dar, die von höheren Energiekosten besonders betroffen ist. Andererseits hat diese Bevölkerungsschicht auch überdurchschnittliche Möglichkeiten, ihren Energieverbrauch über den Tag an das Energieangebot flexibel anzupassen. Gleiches gilt für arbeitslose Bevölkerungsgruppen oder Eltern, die sich im Erziehungsurlaub befinden. Die monetären Anreize können so gesetzt werden, dass für Bürger, die ihren Energieverbrauch dem Angebot entsprechend flexibler gestalten können, deutlich geringere Energiekosten entstehen. Dies wäre eine vorteilhafte Option, solange eine haustechnische Steuerung von Großgeräten noch nicht automatisch erfolgt, sondern ein manuelles Ein- und Ausschalten vorherrscht. Hierfür ist eine bürgernahe Beratung wesentlich, um eine schnelle und breite Nutzung dieses Angebots erreichen zu können.

Zu prüfen ist ferner eine Einführung saisonaler Angebotspreise für die Energiekunden. Dies könnten z. B. unterschiedliche Sommer- und Winterpreise für Erdgas sein. Ein niedriger Sommertarif ermöglicht den preisgünstigen Betrieb von erdgasbetriebenen Klimaanlagen. Ein höherer Winterpreis würde die Wirtschaftlichkeit für Wärmedämmmaßnahmen verbessern und damit deren umfassendere Realisierung begünstigen. Insgesamt könnten eine gleichmäßigere Auslastung der Gasnetze und gleichzeitig eine höhere Rentabilität ihres Betriebs erreicht werden. Es ergeben sich auf diese Weise Vorteile für Erzeuger und Verbraucher gleichermaßen.

SCHLUSSFOLGERUNG 09: **NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN ORTSSPEZIFISCH UND MIT AUGENMASS**

Die Zukunft der Energieversorgung wird sich langfristig ausschließlich auf regenerative Quellen stützen. Nur so kann nachhaltig dem Klimaschutz entsprochen und der Ressourcenverknappung bei steigender Weltbevölkerung begegnet werden. Konventionelle Energieträger werden mittelfristig zum Ausgleich des schwankenden („volatilen") Angebots der erneuerbaren Energien dienen. Insbesondere wird hier das Erdgas eine Brückenfunktion übernehmen. Die Systemkosten für eine ausschließlich regenerative Energieversorgung liegen im Moment noch über denen der fossilen Systeme. Da insbesondere Solar- und Windenergie keine Brennstoffkosten kalkulieren müssen, werden diese Systeme nach der Abschreibungszeit der hohen Anfangsinvestitionen eine kostengünstigere Versorgung ermöglichen als die im Rahmen der weiteren Brennstoffverknappung und höherer Emissionsabgaben immer teurer werdenden konventionellen Versorgungssysteme.

Den größten Anteil der erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung für Dresden liefert derzeit die **Biomasse** (siehe Kapitel 6.2.5). In den letzten Jahren sind mehrere Biogasanlagen im Stadtgebiet entstanden. Zusätzlich wurde 2012 die Klärgasgewinnung durch die Stadtentwässerung Dresden GmbH in Betrieb genommen. Da es für den wirtschaftlichen Betrieb von Biomasseverstromungsanlagen auf einen gesicherten ganzjährigen Wärmeabsatz ankommt, bieten die bestehenden und weiter auszubauenden Wärmenetze der Stadt hierfür günstige Voraussetzungen. Am ermittelten Biomassepotenzial der Region Dresden ausgerichtete große Verbrennungsanlagen bil-

den daher einen Schwerpunkt in den vorgeschlagenen Investitionsvorhaben. Deren zuverlässige Belieferung bedarf der engen Kooperation mit dem Umland. In breiterem Umfang genutzt werden auch Biomassekessel in Gebäuden. Hier werden in größerem Umfang weitere Kleinanlagen auf Basis von Stückholz oder Holzpellets entstehen. Bei der Verbrennung von holzartiger Biomasse rücken Fragen der Luftreinhaltung stärker in den Blick. Eigene kommunale Interessen an der stofflichen Verwertung, Belange eines nachhaltigen Schutzes der Böden sowie die Sicherung der regionalen landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion müssen bei der umfassenden Nutzung nachwachsender Rohstoffe als begrenzende Faktoren in der Mengenverfügbarkeit beachtet werden. Ferner unterliegt die Biomasse den Preisschwankungen der Handelsmärkte. Es kann daher bei der Nutzung dieser erneuerbarer Energien nicht wie bei der Sonnen- oder Windenergienutzung von langfristig kalkulierbaren Betriebskosten der Anlagen ausgegangen werden.

Ein großes und ausbaufähiges Potenzial für die Stadt stellt die Nutzung der **Geothermie** dar. Insbesondere im Bereich des entlang der Elbe nutzbaren Grundwasserleiters kann dieses Energiereservoir auch für Kühlzwecke im Sommer genutzt werden. Als Quelle für die Grundlast im Fernwärmenetz sollte auch die Option der Erschließung der Tiefengeothermie (siehe Abschnitt 6.2.4.5.2) weiterverfolgt werden. Hier sind jedoch hohe Anfangsinvestitionen notwendig, die einer umfassenden Förderung bedürfen. Die KWK-Anlagen stünden dann in stärkerem Maße zur Bereitstellung von Regelenergie im Stromnetz zur Verfügung.

Die Zubauraten in der **Photovoltaik** (PV) werden stark von den künftigen Einspeisebedingungen bestimmt. Unter günstigen Voraussetzungen kann ihr Anteil am Stromverbrauch im Stadtgebiet Dresdens von 0,2 % in 2010 um etwa das 20-Fache bis 2030 steigen. Das bedeutet, dass jährlich so viele Anlagen hinzu gebaut werden müssen, wie heute bereits bestehen. Da künftig Solarstrom immer weniger durch garantierte Einspeisevergütungen unterstützt werden wird, wird die Strom-Eigennutzung oder die Direktvermarktung an Bedeutung gewinnen. Um den Netzausbau und zusätzliche teure Speicherkapazitäten in diesem Zusammenhang zu begrenzen, sollten Stromanwendungen unterstützt werden, die eine ortsnahe und zeitlich an die Verfügbarkeit von Solarstrom angepasste Elektrizitätsnutzung gestatten. Hierzu zählt vor allem die Gebäudeklimatisierung. In gleicher Weise sollte das Projekt einer großen Solarstromanlage auf der Deponie an der Radeburger Straße weiterverfolgt werden. Hier bietet sich die Eigennutzung des erzeugten Stroms in der nahe gelegenen biologisch-mechanischen Abfallaufbereitung als eine wirtschaftliche Nutzung erneuerbarer Energie an. Hohe lokale PV-Ausbauraten von 5 bis 10 MW elektrischer Leistung pro Jahr werden nur erreicht werden können, wenn große Gebäudeeigentümer in Dresden wie die Wohnungsbaugenossenschaften oder die GAGFAH mit den Dachflächenpotenzialen ihrer Wohnungsbestände an diesem Prozess beteiligt sind. Gegebenenfalls sind hier neue Genossenschaftsmodelle zu etablieren, die den Beteiligten eine Eigennutzung von Solar- oder KWK-Strom aus großen Gemeinschaftsanlagen gestatten.

Auch **Biogas** in Erdgasqualität wird in zunehmendem Maß auf dem Gasmarkt angeboten und über die bestehenden Netze dem Nutzer zugänglich werden. Eine wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit gegenüber der Erdgasnutzung für Heizzwecke wird sich durch den hohen Prozessaufwand in der Biogasgewinnung nur schwer erreichen lassen. Hier bietet sich unter günstigen steuerlichen Rahmenbedingungen eine Nutzung als Kraftstoff an. Beim Ausbau der Klärgasgewinnung durch die Stadtentwässerung Dresden GmbH in Dresden-Kaditz kann eine Betankung von betrieblichen oder städtischen Fahrzeugflotten (Taxis, Linienbusse, Stadtreinigung o. ä.) in Erwägung gezogen werden. Damit wäre ein Möglichkeit gegeben, die Betriebskosten dieser Fahrzeuge unabhängig von den Preisschwankungen bei anderen Kraftstoffen zu kalkulieren. Die Herstellung anderer Bio-Kraftstoffe wird in Dresden keinen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten können.

Größere Ausbaupotenziale für die **Windenergie** werden auf dem Gebiet der Stadt Dresden nicht gesehen (siehe Abschnitt 6.2.1). Da aus Windkraftanlagen heute und mittelfristig jedoch der kostengünstigste erneuerbare Strom bereitgestellt werden kann, sollte dieses Potenzial in Kooperation mit anderen Regionen erschlossen werden. Die DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH hat bereits Anteile an bestehenden Windparks erworben und sollte dieses Engagement weiterführen.

SCHLUSSFOLGERUNG 10: **BEITRÄGE DES PERSONENVERKEHRS**

Im Verkehrsbereich kann die Erhöhung der Energieeffizienz und die Reduktion der CO_2-Emissionen in dem notwendigen Umfang nur durch eine Stärkung des Umweltverbundes (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr) und die Verminderung des motorisierten Individualverkehrs erreicht werden. Die absehbaren Technikfortschritte an den Fahrzeugen reichen allein nicht aus. Auch werden Biokraftstoffe und die Einführung von Elektro-PKW bis 2030 keine tragenden Säulen eines klimafreundlichen Verkehrs sein. Die vorgeschlagenen Verkehrsmaßnahmen zielen vor allem auf Energieeinsparung und werden aufgrund ihres Potenzials als separates Aktionsfeld im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts der Landeshauptstadt Dresden behandelt. Die überwiegende Zahl der Maßnahmen im Verkehr kann durch die Stadtverwaltung initiiert werden, so etwa die Förderung des Radverkehrs und im Zusammenspiel mit den DVB auch die Förderung und der Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs (Stadtbahnprogramm). An die Unternehmen und öffentlichen Verwaltungen in Dresden richtet sich die Maßnahme „Betriebliches Mobilitätsmanagement". Die Maßnahmenvorschläge aus dem Konzeptteil „Klimafreundlicher Verkehr" können im Verkehrsentwicklungsplan Dresden 2025+ aufgegriffen und planerisch ausformuliert werden.

SCHLUSSFOLGERUNG 11: **OPTIMIERUNG DER STANDORTWAHL BEI ÖFFENTLICHEN NEUBAUVORHABEN UND BEI DER STROMEFFIZIENZ STÄDTISCHER ANLAGEN**

Allein die Wahl des Standortes neuer öffentlicher Gebäude ist für deren effiziente Nutzung von großer Bedeutung. So sollten sich Schulneubauten und geplante Kindertageseinrichtungen v. a. durch ihre Nähe bzw. verkehrsgünstige Anbindung gegenüber den Wohnstandorten des Einzugsgebietes auszeichnen. Ebenso sind Verwaltungsgebäude dort zu errichten, wo eine klimagünstige Energieversorgung (i. d. R. Fernwärme aus KWK) verfügbar ist. Eine gute Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln sowohl für die städtischen Angestellten als auch für die Bürgerinnen und Bürger sollte von hoher Priorität sein.

Weitere Effizienzpotenziale im Elektrizitätseinsatz werden sowohl bei der Stadtbeleuchtung als auch beim Betrieb von Lichtsignalanlagen sowie bei der Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnik in der Verwaltung gesehen. Hier sollten technische Umrüstungs- und Erneuerungsnotwendigkeiten konsequent für die vorrangige Beschaffung energieeffizienter Systeme genutzt werden. Die Wirtschaftlichkeit stromsparender Maßnahmen ist in vielen Feldern außerordentlich hoch (siehe scoring in Abschnitt 6.7.3.2), da hier innovative Lösungen auf Grund kurzer Erneuerungszyklen besonders schnell in die breite Anwendung gelangen können.

SCHLUSSFOLGERUNG 12: **GERING-INVESTIVE MASSNAHMEN UND VERHALTENSÄNDERUNGEN BEI DER WÄRMENUTZUNG**

Da die Gebäudetechnik, insb. die Heizungsanlagen, ebenso wie die Gebäudesubstanz selbst gewissen Modernisierungszyklen unterliegen, kann zwischenzeitlich vorrangig an den vorhandenen Regelungen eine Optimierung vorgenommen werden. Hier bieten sich regelmäßige Kontrollen der eingestellten Heizkurven und der sogenannte hydraulische Abgleich der Heizungsstränge untereinander an. So werden die vorhandenen Heizflächen bei einer geringeren Pumpenleistung optimal ausgelastet. Gleichzeitig ist die Auskühlung der Fernwärme in den Kundenanlagen günstiger, so dass sich thermodynamische Vorteile für die Wärmenetze und Erzeugeranlagen in KWK ergeben. Diese Aktivitäten schneiden in der gegenüberstellenden Bewertung aller Einzelmaßnahmen (siehe scoring in Abschnitt 6.7.3.2) am günstigsten ab.

Bei der Umsetzungsplanung sollte diesen Maßnahmen Vorrang eingeräumt werden. Es wäre ein Unterstützungsprogramm zu entwickeln, das schwerpunktmäßig die fachkundige Beratung von Hauseigentümern und Mietern sowie die Qualifizierung von Handwerkern und Planungsbüros vorsieht. An dieser Stelle ist bei einer breiten Anwendung der technischen Optimierungsmaßnahmen damit zu rechnen, dass durch die erzielbaren Kosteneinsparungen für den Energiebezug weitere qualifizierte Arbeitsplatze entstehen und mittelfristig gesichert werden können.

SCHLUSSFOLGERUNG 13: **KONZEPTUMSETZUNG ERFORDERT ZENTRALE KOORDINIERUNG UND INTEGRATIVE ZUSAMMENARBEIT**

Die für die Umsetzung des IEuKK notwendige integrativ-vernetzte Arbeitsweise erfordert eine zentrale Koordinierung innerhalb der Verwaltung der Landeshauptstadt Dresden, die zu den originären Aufgaben des bestehenden Klimaschutzbüros (KSB) gehört. Dazu gehört insbesondere die vom KSB angestrebte interdisziplinäre Zusammenarbeit der jeweils Zuständigen aus den Fachämtern, Eigenbetrieben und städtischen Unternehmen.
Der Dialog mit externen Experten und die Analyse der Umsetzungshemmnisse haben gezeigt, dass eine solche zentrale Koordinierung die oft bereits angestoßenen Verbesserungen durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen effektiv fördern und beschleunigen kann. Hauptaufgabe ist es, die Umsetzungsprozesse im Sinne eines Energiemanagements zu koordinieren, das heißt:

- Zeitliche Organisation und Durchführung der Maßnahmen
- Kooperation verschiedener städtischer, ggf. auch regionaler Akteure
- Rückkopplung von Erfahrungen der bisher durchgeführten Projekte und Steuerung des Erfahrungsaustausches
- Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Auf Stadtteilebene sollte die am Gesamtkonzept orientierte Koordinierung von Prozessen der energetischen Sanierung und Optimierung durch Quartiersmanager unterstützt werden.

SCHLUSSFOLGERUNG 14: **QUALIFIZIERUNG UND AUSBAU DER FACHLICHEN BETEILIGUNGSVERWALTUNG**

Bislang existiert in der Verwaltung der Landeshauptstadt Dresden keine koordinierte Steuerung der fachlichen Belange gegenüber den Unternehmen mit städtischer Beteiligung. Insbesondere bei den Ver- und Entsorgungsunternehmen wird diese Option für eine erfolgreiche Umsetzung des vorliegenden Konzeptes immer wichtiger, da dort wesentliche Investitionen vorbereitet und realisiert werden. Dazu sollten eine kompetente Organisationseinheit aufgebaut und in die Controllingfunktionen der Landeshauptstadt Dresden gegenüber der DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH, DREWAG NETZ GmbH und dem EnergieVerbund Dresden (EVD) integriert werden. Diese Steuerungseinheit sollte mit den Aufsichtsgremien der betreffenden Unternehmen kooperativ zusammenarbeiten, indem. die städtischen Aufsichtsräte die fachliche Kompetenz dieser Verwaltungseinheit für ihre Tätigkeit zu Rate ziehen.

Auch weitere städtische Beteiligungen, wie an der Stadtentwässerung Dresden GmbH und Stadtreinigung Dresden GmbH, oder rein kommunale Unternehmen, wie z. B. die Krankenhäuser, Kultureinrichtungen oder der Regiebetrieb Zentrale Technische Dienstleistungen sollten in eine koordinierte Handlungsstrategie der Stadt einbezogen werden.

SCHLUSSFOLGERUNG 15: **EINHEITLICHES VORGEHEN IST SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG**

Die bisherigen kommunalen, aber auch bundespolitischen Erfahrungen zeigen, dass ein singuläres, d. h. auf einzelne Ressorts beschränktes Vorgehen im Klimaschutz und der Energiepolitik nicht zum Erfolg führt. Es müssen vielmehr Zuständigkeiten gebündelt und auf das gemeinsame Ziel hin ausgerichtet werden. Für die Landeshauptstadt Dresden bedeutet dies, dass Stadt- und Umweltplanung bis hin zur Wirtschaftsförderung noch enger als bislang miteinander verknüpft werden sollten. Aber auch bislang wenig genutzte Möglichkeiten, die mit den auf einen verstärkten Klimaschutz zielenden Neuerungen im Baugesetzbuch verknüpft sind, sollten konsequent ergriffen werden. Nicht zuletzt ist auch die Durchsetzung des Ordnungsrechts, z. B. die Kontrolle der Umsetzung der Energieeinsparverordnung (EnEV), erforderlich, um zu einem Gesamterfolg in der begonnenen Energiewende beizutragen.

FAZIT

Zum Erreichen der von der Landeshauptstadt Dresden verfolgten energie- und klimapolitischen Zielstellungen ist ein ganzes Bündel von kommunalen Initiativen erforderlich. Der verfügbare Katalog an Maßnahmen ist kaum mit Reserven ausgestattet. Daher müssen in allen Handlungsfeldern gleichermaßen Umsetzungsplanungen initiiert werden. Es gibt in dem genannten Handlungskatalog so gut wie keine Maßnahmen, auf die im Rahmen einer Priorisierung für die Umsetzung verzichtet werden könnte. Nahezu jeder Akteur ist aufgefordert, seinen Beitrag für den Auf-

bau einer zukunftsfähigen, regenerativen und effizienten Energiebereitstellung zu leisten. Eingeschlossen ist hier ein tiefgreifender gemeinsamer Lern- und Bildungsprozess aller Akteure vor Ort, zu dem der im Rahmen der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes eingeleitet Dialogprozess beigetragen hat. Dieser sollte im folgenden Umsetzungsverfahren kontinuierlich fortgeführt und weiterentwickelt werden. Die Zukunft fordert von allen einen grundlegend anderen, verantwortungsvolleren Umgang mit den verfügbaren Ressourcen an Energie als Konsequenz aus der immer dringender werdenden Notwendigkeit zur globalen Klimastabilisierung.

LITERATURVERZEICHNIS

50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, EnBW Transportnetze AG, TenneT TSO GmbH [50 Hertz et al.] (2010): Prognose der EEG-Umlage nach AusglMechV. Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB. Stand 15. Oktober 2010.

Agentur für erneuerbare Energien (2012) Aktuelle Daten und Fakten - Erneuerbare Energien. Berlin. [http://www.unendlich-viel-energie.de/de/funktionen/impressum.html]

Agentur für Erneuerbare Energien (2011): Wärmeverbrauch in privaten Haushalten 2009. [http://www.unendlich-viel-energie.de/de/waerme/detailansicht/article/119/grafik-dossier-erneuerbare-waerme.html, Abruf 15.6.2012]

Agentur für Erneuerbare Energien (2010a): Der Strommix in Deutschland im Jahr 2009. [http://www.unendlich-viel-energie.de/de/strom/detailansicht/browse/1/article/111/der-strommix-in-deutschland-im-jahr-2009.html, Abruf 15.6.2012]

Agentur für Erneuerbare Energien (2010b): Heizungsanlagen in deutschen Wohnhäusern. [http://www.unendlich-viel-energie.de/de/waerme/detailansicht/article/119/dossier-waerme-und-heizungsmarkt-in-deutschland.html, Abruf 15.6.2012]

Agentur für Erneuerbare Energien (2009): Aktueller Heizungsbestand in Deutschland. [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/AEE_01_AktuellerHeizungsbestand.pdf, Abruf 15.6.2012]

Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V. [AGFW] (1993): Neuartige Wärmeverteilung. Schlussbericht im Auftrag des BMBF, Frankfurt am Main.

Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2010): Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern und Ost-West-Großraumregionen Deutschlands 1991 bis 2009, Reihe 1, Band 1, Stuttgart.

Arndt, Ulli (2008): Optimierung von KWK-Systemen zur Hausenergieversorgung mittels prüfstandsgestützter Simulation. TU München. München. URL: http://d-nb.info/988379902/34

Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2010): Bildung in Deutschland 2010 – Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Perspektiven des Bildungswesens im demografischen Wandel, Bundesministerium für Bildung und Forschung, [http://www.bildungsbericht.de/daten2010/bb_2010.pdf].

Bellini, E.; Ottaviano, G.; Pinelli, D.; Prarolo, G. (2008): Cultural Diversity and Economic Performance: Evidence from European Regions, HWWI Research Paper, 3–14, Hamburg.

Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung [Berlin-Institut] (2010): Die demografische Lage der Nation, Was freiwilliges Engagement für die Region leistet. Berlin 2011.

BMVBS (2007): CO2-Gebäudereport 2007 [http://www.bmvbs.de, Abruf 04.06.2012]

BP (2009): BP Statistical Review of World Energy June 2009. London: BP.

Bräuninger, M.; Stiller, S. (2008): HWWI/Berenberg-Städteranking: Die 30 größten Städte Deutschlands im Vergleich, Berenberg Bank, Hamburg. HWWI Policy Report Nr. 11, Hamburg.

Bräuninger, M.; Stiller, S.; Vöpel, H. (2009): Langfristige Perspektiven von Anlagen in Sachwerten. Eine Studie im Auftrag der Nordcapital GmbH Hamburg, der HCI Capital AG Hamburg und der MPC Capital AG Hamburg,

Brendel, Rolf (2007): Entwicklung neuer Produktionstechnologien für die Solarenergienutzung, FVS-Themenheft 2007 „Produktionstechnologien für die Solarenergie"

Bundesagentur für Arbeit (2010 a): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach der Berufsausbildung am Wohnort, Nürnberg.

Bundesagentur für Arbeit (2010 b): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftsabteilungen auf Kreisebene, Nürnberg.

Bundesagentur für Arbeit (2010 c): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Regionen und ausgewählten Merkmalen, Nürnberg.

Bundesagentur für Arbeit (2010 d): Kreisreport – Der Arbeitsmarkt im Juni 2010, Nürnberg, [http://www.pub.arbeitsagentur.de/hst/services/statistik/detail/q.html].

Bundesagentur für Arbeit (2010): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftsabteilungen WZ 2008 am Stichtag 30.06.2009, Nürnberg.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales [BMAS (2011)]: Rentenversicherungsbericht 2011. Bericht der Bundesregierung über die gesetzliche Rentenversicherung, insbesondere über die Entwicklung der Einnahmen und Ausgaben, der Nachhaltigkeitsrücklage sowie des jeweils erforderlichen Beitragssatzes in den künftigen 15 Kalenderjahren gemäß § 154 Abs. 1 und 3 SGB VI.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU] (2012): Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011. [http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiekonzept/Energieversorgung/ErneuerbareEnergien-Zeitalter/_node.html, Abruf 15.6.2012]

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2009): INKAR 2009 – Indikatoren, Karten und Graphiken zur Raum- und Stadtentwicklung, Bonn.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung [BBR] (2010): Metropolräume in Europa – Kurzfassung einer neuen Studie des BBSR, in: BBSR-Berichte Kompakt, Nr. 4, Jg. 2010, Bonn.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2009): Laufende Raumbeobachtung BBSR (http://78.46.82.146/regionalprofil/, Abrufdatum: 13.11.2011).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU] (2008a): „Weiterentwicklung der Ausbaustrategie Erneuerbare Energien – Leitstudie 2008." [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2008.pdf, Abruf 17.04.2012].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU] (2008b): „Nationaler Energieeffizienzplan". [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energieeffizienzplan.pdf, Abruf 13.04.2012].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU] (2011a): „Nationale Klimaschutzinitiative". URL: http://www.bmu-klimaschutzinitiative.de/de (Abruf 27.08.2011)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU] (2011b): „Erneuerbare Energien in Zahlen. Internet-Update ausgewählter Daten". [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_zahlen_internet-update.pdf, Abruf 10.04.2012]

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU] (2012a): „Kyoto-Protokoll". [http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale_klimapolitik/kyoto_protokoll/doc/20226.php]

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU] (2010): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland. Berlin. URL: [http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/BiomasseaktionsplanNational.pdf;jsessionid=ADE0070B1BF8B44DD9DD27D338B6721E.2_cid238?__blob=publicationFile]

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie [BMWi]/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2006): Energieversorgung für Deutschland, Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006. BMWi/BMU, Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie [BMWi]/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaschutzprogramm. URL:http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapaket_aug2007.pdf (Abruf: 01.08.2011)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie [BMWi] (2010): „Energie in Deutschland - Trends und Hintergründe zur Energieversorgung". Aktualisierte Ausgabe August 2010. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin 2010.

Bundesnetzagentur (2010): „Monitoringbericht 2010". Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. Bonn 2010.

Bundesnetzagentur (2011): Monitoringbericht 2011. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. Bonn 2011.

Bundesregierung Deutschland [Bundesregierung] (2010): Energiekonzept 2050 - Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien. Beitrag der Institute: Fraunhofer IBP, Fraunhofer ISE, Fraunhofer IWES, ISFH, IZES gGmbH, ZAE Bayern und ZSW, die im ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE) zusammengeschlossen sind, für das Energiekonzept der Bundesregierung, erstellt vom Fachausschuss „Nachhaltiges Energiesystem 2050" des Forschungs-Verbunds Erneuerbare Energien. Berlin.

Bundesregierung Deutschland [Bundesregierung] (2011): „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung". [www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ energiekonzept_bundesregierung.pdf, Abruf: 17.04.2012].

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft - Projektgruppe "Nutzenergiebilanzen" (2010).

Bundesverband Geothermie (2010): Geothermie in Zahlen [http://www.geothermie.de/aktuelles/geothermie-in-zahlen.html, Abruf 04.06.2012

Bundesverband WindEnergie (2012): „Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land – Kurzfassung". [http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf, Abruf 26.03.2012].

CTR, københavns E [KE], VEKS (2011). Varmeplan Hovedstaden 2. Handlemuligheder for en CO2-neutral fjernvarme, Kopenhagen.

Damelang, A.; Steinhardt, M.; Stiller, S. (2010): Die ökonomischen Potenziale kultureller Vielfalt: Eine Standortbestimmung deutscher Großstädte, Sozialer Fortschritt, 59. Jg., Nr. 1, S. 7–16.

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung [DIW] (2011): Strompreise: Künftig nur noch geringe Erhöhung durch erneuerbare Energien. Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 6/2011. Berlin 2011.

Deutsches Windenergie-Institut (2010): Status der Windenergienutzung in Deutschland. [http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Statistics%20Pressemitteilungen/31.12.10/Foliensatz_2010.pdf, Abruf 15.6.2012]

Deutschlandfunk (2007): „Sprit statt Brot. Lebensmittel und Bio-Kraftstoffe". [http://www.dradio.de/dlf/sendungen/hintergrundpolitik/673189/, Abruf 27.04.2012].

DGS. Sonnenstrom (Photovoltaik). Nürnberg. URL: http://www.dgs.de/129.0.html

DREBERIS (2011): Abstimmung zu MORO-Projekt „Analyse der Potenziale zur energetischen Biomassenutzung sowie einer Akteurs- und Netzwerkanalyse im Bereich der Biomasseerzeugung und -nutzung in der Region Dresden".

DREBERIS (2012): Analyse der Potenziale zur energetischen Biomassenutzung sowie einer Akteurs- und Netzwerkanalyse im Bereich der Biomasseerzeugung und -nutzung in der Region Dresden. Teilbericht 1: Biomassepotenziale in der Region Dresden. Studie im Rahmen des Modellvorhabens der überregionalen Partnerschaft der Metropolregion Mitteldeutschland "Partnerschaft der Stadtregionen". Dresden 2012.

Dresden.de (2012): Sanierungsgebiet Friedrichstadt. [http://www.dresden.de/de/08/01/stadterneuerung/sanierung/c_11.php, Abruf 10.06.2012]

DREWAG (2011): Datenlieferung DREWAG. Dresden, 2011

EEG-Anlagenstammdaten (2010): [http://www.eeg-kwk.net/de/Anlagenstammdaten.htm, Abruf 03.04.2012].

Einspeisevergütung (2012): „Windkraft". [http://www.einspeisevergütung.info/?page_id=4, Abruf 30.03.2012].

EMNID-Umfrage: Aussagen zur Heizenergie - Mehrthemenbefragung. Im Auftrag des BGW, März 2004.

EPBD (2010). Entwicklung der Gebäudestandards. [http://www.enev-online.de/epbd/2010/, Abruf 01.06.2012].

Europäische Kommission (2007), Mitteilung der Kommission: „Begrenzung des globalen Klimawandels auf zwei Grad Celsius – der Weg in die Zukunft bis 2020 und darüber hinaus"

Europäische Kommission (2009): EU energy trends to 2030 — UPDATE 2009. Directorate-General for Energy in collaboration with Climate Action DG and Mobility and Transport DG. European Commission. Publications Office of the European Union, Luxembourg

European Solar Thermal Industry Federation [ESTIF] (2012): Certification Bodies, European Standards for ST. URL: http://www.estif.org/solarkeymarknew/certification-bodies/european-standards-for-st#a

Eurostat (2010): Regional population projections EUROPOP2008: Most EU regionas face older population profile in 2030. Statistics in Focus 1/2010. Luxembourg

EWI/GWS/Prognos (2010): „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung". Studie, Projekt Nr. 12/10. Basel-Köln-Osnabrück 2010.

EWI/Prognos (2005): Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Energiewirtschaftliche Referenzprognose Energiereport IV – Kurzfassung. Dokumentation Nr. 545, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Berlin 2005.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): Biogas Basisdaten Deutschland Stand: Januar 2008.

Faninger, Gerhard (2009): Bewertung der Wärmeversorgung von Gebäuden. Universität Klagenfurt, Fakultät für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung, Institut für Interventionsforschung und Kulturelle Nachhaltigkeit. URL: http://www.aee-intec.at/0uploads/dateien644.pdf

FAO (2008): The State of Food and Agriculture 2008: Biofuels – Prospects, Risks and Opportunities. Rome: FAO.

Florida, R. (2002): The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life, Basic Books, New York.

FNR (2008): Biogasaufbereitung zu Biomethan. ISET / FNR. Hanau. 2008.

Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE)/ ifo Institut für Wirtschaftsforschung (ifo) (2009): Energiezukunft 2050. Endbericht. Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München.

Gehrke, B.; Legler, H. (2009): Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige. Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland sowie Qualifikationserfordernisse im europäischen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. Hannover.

GEMIS (2010): GEMIS-Materialien: Ergebnisdaten aus GEMIS 4.6. URL: http://www.oeko.de/service/gemis/de/material.htm#results

Genosko, J.; Köller, M.; Lintner, P.; Obermeier, R.; Rosenfeld, M.; Stiller, S.; Tanzmann, L.; Weber, J. (2010): Regionalpolitik im Lichte der Wirtschafts- und Finanzkrise, Positionspapier aus der ARL, Nr. 82, Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), Hannover.

Geppert, K.; Gornig, M. (2003): Die Renaissance der großen Städte – und die Chancen Berlins, in: Wochenbericht des DIW Berlin 26, S. 411–418.

Geppert, K.; Gornig, M. (2010): Mehr Jobs, mehr Menschen: die Anziehungskraft der großen Städte wächst, in: Wochenbericht des DIW Berlin 19, S. 2–10.

Goldemberg, J. (2000): World Energy Assessment. Energy and the Challenge of Sustainability. 1. print. New York, NY: UNDP/UN-DESA/World Energy Council.

GRE (2005): Chancen für die Modernisierung. 6. GRE Kongress. Kassel. 2005

Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut gGmbH/Berenberg Bank [HWWI/Berenberg] (2010): HWWI/Berenberg-Städteranking 2010 - Die 30 größten Städte Deutschlands im Vergleich: Berlin. Hamburg 2010.

Heizatlas (2011): Heizatlas [https://ratgeber.co2online.de/index.php?berater=heizatlas&portal_id=co2online, Abruf 08.03.2012]

HHL Leipzig Graduate School of Management [HHL], Sachsen Bank (2012): Sachsen Bank Branchenszenarien Mitteldeutschland: Zukunftsszenarien für die Fernwärme in den neuen Bundesländern, Leipzig, online unter [http://www.sachsenbank.de/imperia/md/content/sb/pdf/allgemein/Zukunftsszenarien-fuer-die-Fernwaerme-in-den-neuen-Bundeslaedern.pdf]

Hildebrandt, O. (2009): Energetischer Städtebau im Zeichen des Klimawandels. Düsseldorf. 01.12.2009

IEA (2011:4): IEA Renewables Information Statistics [www.oecd-ilibrary.org, Abruf: 02.03.2012]

ifo Institut für Wirtschaftsforschung Niederlassung Dresden [ifo Institut] (2007): Auswirkungen des demographischen Wandels auf den Dresdner Arbeitsmarkt, Gutachten im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden. Ifo Studien 42. Dresden 2007.

ifo Institut für Wirtschaftsforschung Niederlassung Dresden [ifo Institut] (2009): Wirtschaftliche Entwicklung in Sachsen und seinen Regionen bis zum Jahr 2020. ifo Dresden berichtet 2/2009. Dresden. S. 24-35.

ifo Institut Dresden (2010): Langfristige Prognose der Einnahmeentwicklung für den Landeshaushalt des Freistaates Sachsen bis zum Jahr 2025. Gutachten im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums der Finanzen. ifo Dresden Studien 57.

ifo Institut Dresden (2011a): Die Erreichbarkeit deutscher Großstädte durch den Schienenpersonenverkehr. ifo Dresden berichtet 5/2011, Dresden. S. 20-27

ifo Institut Dresden (2011b): „Wachstum und Beschäftigung am Wirtschaftsstandort Dresden. Endbericht zum Forschungsvorhaben, Gutachten im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden". Ifo Institut für Wirtschaftsforschung Niederlassung Dresden.

Illigmann (2009): Integrierte Klima-und Energiekonzepte in der Stadtentwicklung – Der Stein des Weisen oder die Quadratur des Kreises. Düsseldorf. 2009

Industrie- und Handelskammer Dresden ([IHK Dresden] (2010)): Konjunkturbericht - Wirtschaft auf unsicherem Erholungskurs. Industrie- und Handelskammer Dresden. [http://www.dresden.ihk.de/servlet/link_file?link_id=27111&ref_knoten_id=4189&ref_detail=portal&ref_sprache=deu, Abruf: 01.10.2011]

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg [Ifeu] (2010): Fortschreibung und Erweiterung Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030 (TREMOD, Version 5).

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2007): IPCC Fourth Assessment Report - Working Group I Report on "The Physical Science Basis" mit Zusammenfassung.

International Energy Agency [IEA] (2008): Methods and Tools for Designing Integrated Building Concepts. URL: http://www.ecbcs.org/docs/Annex_44_SotAr_IBC_Methods_&_Tools_Vol_2B.pdf

ITAS (2008): „Auswirkungen der Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Bioenergieproduktion auf Landwirtschaft, Gesellschaft und Umwelt". [http://www.itas.fzk.de/tatup/082/heua08a.htm]

IVV/IVAS (2011): Verkehrsentwicklungsplan Dresden 2025plus, Synoptische Verkehrsanalyse, im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden, Juli 2011.

IWU (2006): Energetische Gebäudesanierung und Wirtschaftlichkeit - Eine Untersuchung am Beispiel des „Brunckviertels" in Ludwigshafen. März 2006. Darmstadt

McKinsey (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Eine Studie von McKinsey & Company, Inc., erstellt im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz". Aktualisierte Energieszenarien und -sensitivitäten, Sept. 2007 (sowie aktualisierte Version vom März 2009)

Nast, Michael (2004): Chancen und Perspektiven der Nahwärme im zukünftigen Energiemarkt, Vortrag bei Fachtagung „Nahwärme 2004", 15.9.2004, Osnabrück.

Kaltschmitt, M.; Huenges, E.; Wolff, H. (1999): Energie aus Erdwärme. 1. Aufl., Stuttgart: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. ISBN 3-342-00685-4.

KBU (2010): Kommunale Bürgerumfrage 2010. Dresden

Kemfert (2009): Die Ökonomie des Klimawandels. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Vol. 4 Heft 1, Basel

KfW (2012): Förderprogramme (Inlandsförderung) [http://www.kfw.de/kfw/de/I/II/Download_Center/Foerderprogramme/index.jsp, Abruf: 04.02.2012]

Klärle (2011): Ein Solarkataster mit Sun Area – Potenzialanalyse. Erneuerbare Energien Zeitschrift, Online Fachaufsatz, 29.07.2011

Klobasa (2007): Dynamische Simulation eines Lastmanagements und Integration von Windenergie in ein Elektrizitätsnetz auf Landesebene unter regelungstechnischen und Kostengesichtspunkten. Zürich: ETH, 2007 Dissertation

Kurscheid (2009): Zur Bereitstellung positiver Minutenreserve durch dezentrale Klein-KWK-Anlagen. Technische Universität Chemnitz. Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik. 2009. Dissertation

Landeshauptstadt Dresden (2002): Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK) 2002. Geschäftsbereich Stadtentwicklung, Stadtplanungsamt der Landeshauptstadt Dresden 2002.

Landeshauptstadt Dresden (2008): Lebendige Geschichte - Urbane Stadtlandschaft, Dresden - Planungsleitbild Innenstadt 2008. Dresden 2008.

Landeshauptstadt Dresden (2011a): Bereitstellung von Datenmaterial für die Energie- und CO_2-Bilanz sowie Potenzialanalyse. Energieversorger DREWAG und ENSO, Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden.

Landeshauptstadt Dresden (2011b): Bereitstellung von Datenmaterial für die Analyse der Siedlungs- und Infrastruktur im Stadtraum Dresden. Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden.

Landeshauptstadt Dresden (2011c): Bereitstellung von Kartenmaterial für die räumliche differenzierte Analyse im Stadtraum Dresden. Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden.

Landeshauptstadt Dresden (2011d): Bereitstellung von Datenmaterial für die Analyse der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen sozio-ökonomischer Faktoren Dresdens im Rahmen der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts. Lokale Energieversorger DREWGA und ENSO, Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden.

Landeshauptstadt Dresden (2011e): Bereitstellung von Datenmaterial für die Analyse sozio-ökonomischer Faktoren Dresdens im Rahmen der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts. Kommunale Statistikstelle der Landeshauptstadt Dresden.

Landeshauptstadt Dresden (2011f): Forschungsinstitute und -einrichtungen. Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Wirtschaft, Amt für Wirtschaftsförderung. URL: http://www.dresden.de/de/07/11/10/c_01.php (Abruf: 28.11.2011)

Landeshauptstadt Dresden (2011g): Landschaftsplan Landeshauptstadt Dresden, Entwurf Mai 2011. Dresden 2011.

Landeshauptstadt Dresden (2011h): Luftreinhalteplan für die Landeshauptstadt Dresden. Dresden 2011.

Landeshauptstadt Dresden (2012a): Interview Umweltamt Dresden. März 2012. Dresden

Landeshauptstadt Dresden (2012b): www.dresden.de. 2012. Dresden

Landeshauptstadt Hannover (2009): CO2-Bilanz 1990/2005. April 2007. Hannover

Lohfelden (2011): Städtebauliches Energiekonzept Lohfelden Am Lindenberg. Lohfelden. 2011

Lu, X.; McElroya, M. B.; Kiviluomac, J. (2009): Global potenzial for wind generated electricity. In: PNAS. [www.pnas.org/content/early/2009/06/19/, Abruf 17.04.2012].

Neuhoff (2011): Europe's Challenge: A Smart Power Market at the Centre of a Smart Grid, Executive Summary des Smart Power Market Projects, Climate Policy Initiative / Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin 2011.

Niebuhr, A. (2006): Migration and Innovation. Does regional diversity matter for R&D activity?, IAB Discussion Paper, Nr. 14, Nürnberg.

Niebuhr, A.; Stiller, S. (2004): Zur Bedeutung von Standortfaktoren – Was macht einen Standort attraktiv für qualifizierte Arbeitskräfte und Kapital? In: Internationalisierung der Arbeitsmärkte, Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nr. 282, Nürnberg.

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge (2003): Teilfortschreibung des Regionalplanes Oberes Elbtal/Osterzgebirge bezüglich der Grundsätze und Ziele der Windenergienutzung. [http://www.rpv-elbtalosterz.de/fileadmin/templates/PDF/Wind.pdf, Abruf 26.03.2012].

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge (2010): Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge, Grundsätze und Ziel zur Windenergienutzung. Vorentwurf Stand 09/2010.

Pitz-Paal, Robert: Strategische Ausrichtung des DLR für die Qualitätssicherung solarthermischer Kraftwerke, l12. Kölner Sonnenkolloquium, 9. Juni 2009

Sächsische Energieagentur [SAENA] (2012): Energieportal Sachsen. [http://www.energieportal-sachsen.de/%28S%28igwsszнck3cxktyamccsvx2m%29%29/saena.aspx,]

Sächsisches Staatsministerium des Innern [SMI] (2011): Energetische Sanierung von Baudenkmalen. Handlungsanleitung für Behörden, Denkmaleigentümer und Ingenieure. [http://www.denkmalpflege.sachsen.de/download/Handlunganleitung_Energetische_Sanierung.pdf]

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft [SMUL (2005)]: Klimawandel in Sachsen. Sachstand und Ausblick 2005. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden.

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr [SMWA] (2010): Operationelles Programm für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Ziel „Konvergenz" in der Förderperiode 2007 bis 2013 in der Fassung des 2. Änderungsantrages vom 9. Dezember 2010, genehmigt durch die Europäische Kommission am 28. April 2011. [http://www.smwa.sachsen.de/set/431/Operationelles_Programm_des_EFRE_2007-2013_20110506.pdf]

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr/ Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMWA/SMUL) 2011: Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2011. Entwurf vom 12.10.2011. Dresden 2011. [http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/EuK_Kabinett.pdf, Abruf: 16.10.2011]

Sachverständigenrat für Umweltfragen [SRU] (2007): „Klimaschutz durch Biomasse". Sondergutachten-Kurzfassung. [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2007_SG_Biomas-se_KF.pdf;jsessionid=E812A6F5F806182EA367FFB9C0EF58BC.1_cid137?__blob=publicationFile].

Schlonski (2009): Beteiligungsprozess zum Integrierten Stadtentwicklungskonzept. Lübeck. 2009

Schubert, A. (2007): Das Biomassepotenzial zur Energieerzeugung der Stadt Dresden. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden.

Semiconductor Industry Association [SIA] (2011): Historical Billing Reports, Historical Bil-lings from 1976 to present, represents 3-month moving average dollar amounts of shipments. [http://www.sia-online.org/industry-statistics/historical-billing-reports/, Abruf: 11.12.2011]

Siedentop, S. (2008): Die Rückkehr der Städte? Zur Plausibilität der Reurbanisierungshypothese, in: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 3/4, S. 193–210.

Silicon Saxony (2011): Silicon Saxony - Der Standort. [http://www.silicon-saxony.de/de/Silicon_Saxony_-_Der_Standort/Geschichte_der_Halbleiterindustrie_in_Sachsen/143449.html, Abruf: 11.12.2011].

Sippel, M. (2011): Uni Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Urban GHG inventories, target settings and mitigation achievements: How German cities fail to outperform their country, Greenhouse Gas Measurement & Management 1, 2011, 55-63;

bzw. deutsche Kurzfassung unter: [www.uni-stuttgart.de/hkom/presseservice/pressemitteilungen/2011/018 staedte_und_klimaschutz.html?__locale=de, Abruf: 19.09.2012]

SMUL (2008): Sachsen im Klimawandel – eine Analyse. Dresden, 2008.

Solaratlas (2012): „Solaratlas – Der Vertriebskompass für die Solarbranche". [http://www.solaratlas.de/index.php?id=startseite, Abruf 04.04.2012].

Stadt Frankfurt am Main (2008). Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main 2008. [http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/IFEU_KSK_Frankfurt_Endbericht_Aug09_1.pdf Abruf am 01.06.2012]

Stadt Frankfurt am Main (2011). Frankfurt Green City [http://www.frankfurt-greencity.de/umwelt-frankfurt/klimaschutz-und-energieversorgung/, Abruf 05.06.2012]

Stadt Kassel (2007): Klimaschutz Kassel [http://www.stadt-kassel.de/projekte/klimaschutz/ Abruf am 01.06.2012]

Stadt Leipzig (2011): Integriertes Klimaschutz- und Energiekonzept für die Stadt Leipzig. Oktober 2011.

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2010a): Genesis Online – Regionaldatenbank Deutschland, [http://www.regionalstatistik.de].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2010b): Arbeitskreis »Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder«, Online-Datenbank, [http://www.vgrdl.de].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011): Server für Klassifikationssysteme. URL: http://w3gewan.bayern.de/klassifikationen/. (Abruf: 28.11.2011)

Statistisches Bundesamt (2011): Auswirkungen des demografischen Wandels – Daten der amtlichen Statistik, Wiesbaden.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2010a): 5. Regionalisierte Bevölkerungsprognose für den Freistaat Sachsen bis 2025. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Dresden.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2010b): Baugenehmigungen im Freistaat Sachsen. Statistischer Bericht, IV. Quartal 2010, F II 1 – vj 4/10. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Dresden.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2010c): Bevölkerungsstand des Freistaates Sachsen nach Kreisfreien Städten und Landkreisen, 30. September 2010, A I 1 – vj 3/10. Statistischer Bericht. Dresden.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2011): „Überschuss der Lebendgeborenen bzw. Gestorbenen (-) im Freistaat Sachsen 1990, 1995, 2000, 2005 und 2008 bis 2010 nach Kreisfreien Städten und Landkreisen". [www.statistik.sachsen.de/download/010_GB-Bev/02_03_20_tab.pdf, Abruf 11.04.2012].

Stolper, M.; Manville, M. (2006): Behaviour, Preferences and Cities: Urban Theory and Urban Resurgence, in: Urban Studies 43, S. 1247–1274.

Teske, S./ Schäfer, O./ Zervos, A./ Beranek, J./ Tunmore, S./ Krewitt, W. et al. (2008): energy [r]evolution. A Sustainable Global Energy Outlook. Greenpeace and European Renewable Energy Council. Berlin. URL: http://www.energyblueprint.info

TU Umweltkommission (2010): „Nutzung von Laserscannerdaten zur Erstellung eines flächendeckenden Dresdner Solarpotenzial-Dachkatasters nach dem SUN-AREA-Verfahren der FH Osnabrück". [http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/umweltschutz/dateien/TU_UK_SUNAREA101029.pdf, Abruf 03.04.2012].

Technische Universität Dresden (2011): Zwischenbericht zur Aktualisierung der CO_2-Bilanzierung des Verkehrs. Dresden

Technische Universität Dresden (2012): CO_2-Verkehrsemissionen Dresdens – Maßnahmenpotenziale und Entwicklungsszenarien und Entwicklung und Bewertung von Maßnahmenpaketen. Abschlussbericht. (Stand: 31.05.2012). Dresden

Umweltbundesamt [UBA] (2005): Energiereferenzszenario 2000-2020, für Emissionsberechnungen des Umweltbundesamtes, Texte 30/05. Dessau 2005.

Umweltbundesamt [UBA] (2011): Einschätzung der Schiefergasförderung in Deutschland - Entwurf -. Stellungnahme (Inhaltlicher Stand: März 2011, Veröffentlichung: August 2011). Dessau-Roßlau 2011. [http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/publikationen/stellungnahme_fracking.pdf, Abruf: 14.12.2011]

Umweltbundesamt [UBA] (2012): Indikator: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern und Anteil erneuerbarer Energien. URL: http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2848

VDI (2012): VDI-Richtlinie 4600. Düsseldorf. URL: http://www.vdi.de/401.0.html?&tx_vdirili_pi2%5BshowUID%5D=93594

Verordnung über Konzessionsabgaben für Strom und Gas (Konzessionsabgabenverordnung - KAV), Ausfertigungsdatum: 09.01.1992, Stand: Zuletzt geändert durch Art. 3 Abs. 4 V vom 1.11.2006 I 2477

Von Bremen, L.; Hofmann (2009): Storage and Transport Capacities in Europe for a full Renewable Power Supply System. Fraunhofer IWES Studie für Siemens AG. Präsentation auf der ewec 2009 (European Wind Energy Conference). Marseille.

Wenzel, B., Nitsch, J. [Wenzel/Nitsch] (2010): Entwicklung der EEG-Vergütungen, EEG-Differenzkosten und der EEG-Umlage bis zum Jahr 2030 auf Basis des Leitszenario 2010. Studie im Auftrag des BMU. 2010.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen [WBGU] (2011): Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation, Welt im Wandel, Hauptgutachten 2011. Berlin.

Wolff, D., Jagnow, K. (2011): Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung, Wolfenbüttel/Braunschweig, online unter www.delta-q.de

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH [WI], DLR-Institut für Technische Thermodynamik [DLR], Institut für Energetik und Umwelt Leipzig [ie Leipzig] (2006): Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020, Endbericht, Wuppertal, Stuttgart, Leipzig.

GLOSSAR

Arbeitspreis	Der Arbeitspreis ist für die abgenommene Energiemenge zu entrichten.
Biogas	Biogas ist ein biogenes Brenngas. Hergestellt wird es durch Vergärung in Biogasanlagen. Aufgrund des hohen Methangehalts eignet es sich hervorragend zur Energieerzeugung.
Biomasse	Biomasse ist ein erneuerbarer Energieträger, der zu Gewinnung von Strom und Wärme in Verbrennungs- und Vergasungsprozessen (→ Biogas) eingesetzt werden kann.
Blockheizkraftwerk	Blockheizkraftwerke sind modular aufgebaute Anlagen zur Strom und Wärmeenergiegewinnung. Die Kapazität von BHKW wird für ein räumlich begrenztes Versorgungsgebiet ausgelegt, so dass auch für spezifische räumliche Bereiche angepasste Bedarfsdeckungen geschaffen werden können. BHKW basieren auf dem Prinzip der Kraft-Wärme- Kopplung. Mit der Nutzung der Abwärme der Stromerzeugung direkt am Ort der Entstehung kann ein sehr hoher Wirkungsgrad erzielt werden, der über jenem herkömmlicher Anlagen liegt.
CO_2-Emissionsfaktoren	CO_2-Emissionsfaktoren reflektieren die Klimawirksamkeit verschiedener Energieträger infolge ihrer Bereitstellung und Nutzung, z. B. bei der Verbrennung. Ihre Angabe erfolgt in Menge emittiertes CO_2 je Brennstoffeinheit bzw. Energiemenge, z. B. g CO_2/kWh.
Endenergie	Endenergie ist die vom Verbraucher bezogene Energie. Diese entspricht i. d. R. den in der Kundenabrechnung erfassten Energiemengen. Genutzte Umweltwärme (z. B. bei Wärmepumpen-Anlagen, thermischen Solarkollektoren) wird durch eine Abschätzung einbezogen. Passive Solargewinne (z. B. durch Fenster, Glasfassaden, besonntes Mauerwerk) werden hier nicht erfasst.
Energieeffizienz	Energieeffizienz im Sinne des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts ist die Energieumwandlungseffizienz. Insofern ist das Maß der Energieeffizienz der Wirkungsgrad der Umwandlung bzw. das Verhältnis des kumulierten Energieverbrauchs zu erzeugter Endenergie. Der kumulierte Energieverbrauch umfasst sämtliche eingesetzte Primärenergiemengen, die für die Energiebereitstellung notwendig sind, einschließlich aller Vorketten. Endenergie umfasst wiederum die Energiemengen, die durch den Letztverbraucher verbraucht werden sowie mögliche Anlageverluste.
Erneuerbare Energien	Eine Energiequelle gilt dann als erneuerbar bzw. regenerativ, sofern ihre Nutzung nicht quellerschöpfend ist und/oder sie sich innerhalb kurzer Zeit selbst erneuert bzw. regeneriert. Ist dies zutreffend, so ist die Energiequelle nachhaltig verfügbar. Von den heute zur Verfügung stehenden Energiequellen unterliegen sämtliche direkte Solarenergien sowie indirekte Solarenergien (Wind, Wasserkraft, Biomasse, oberflächennahe Geothermie) dieser Definition.
Fernwärme	Fernwärme bezeichnet Wärmelieferungen für ein Gebäude zu Heizzwecken und zur Warmwasserproduktion. Der Transport der thermischen Energie erfolgt mittels eines wärmegedämmten Rohrsystems vom zentralen Erzeuger oder der Sammelstelle zum Verbraucher. Die Rohre sind überwiegend unter der Erde verlegt, teilweise wurde vor 1990 auch eine oberirdische Verlegung ver-

	wendet. Im Gegensatz zu Nahwärmesystemen kann hier die Wärmeübertragung auch über längere Strecken erfolgen.
Gewerbe	Gewerbe- und Handwerksbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten, soweit sie nicht in der Gewinnung von Steinen und Erden, im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe erfasst sind.
Heizkraftwerk	Ein Heizkraftwerk ist eine Anlage, in der gleichzeitig sowohl elektrische Energie als auch Wärme erzeugt werden.
Heizwerk	In einem Heizwerk wird ausschließlich Wärme erzeugt.
Installationsrate	Die Installationsrate bezieht sich auf die jährliche Zuwachsrate, das heißt die Rate an jährlich neu installierten Anlagen.
Kapitalkosten	Kapitalkosten sind Abschreibungen und Zinsen für technische und bauliche Anlagen.
Kraft-Wärme-Kopplung	Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist die effizienteste Form der Strom- und Wärmeerzeugung, sofern diese auf Verbrennungsprozessen basiert.
Kumulierter Energieverbrauch	Der Kumulierte Energie Verbrauch (KEV) ist die Summe aller Primärenergien, die im Lebenszyklus eines Produktes oder einer Dienstleistung anfallen. Er umfasst alle zur Herstellung und Nutzung benötigte Primärenergie, inklusive aller Vorketten. Eine detaillierte Ausführung zum KEV findet sich in der VDI-Richtlinie 4600 „Kumulierter Energieaufwand - Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden" (VDI 2012)
Nahwärme	Als Nahwärme wird die Versorgung kleinerer Netze aus einer räumlich nahe gelegenen Anlage bezeichnet.
Netzeinspeisung	Netzeinspeisung ist die Menge an Strom oder Wärme, die vom Versorgungsunternehmen für die Kunden in das Netz eingespeist wird.
Nutzenergie	Nutzenergie ist die Energie, die tatsächlich vom Verbraucher verwendet wird, zum Beispiel Wärme zur Raumheizung. Die Umwandlung von Heizöl (als Träger der Endenergie) zu Wärme ist mit Verlusten verbunden. Daher ist die Nutzenergie in der Energiekette der Endenergie nachgeordnet.
Potenzial	Im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept wird zwischen dem „theoretischen" und dem „realisierbaren" Potenzial unterschieden. Das theoretische Potenzial spiegelt dabei die Verbesserungsmöglichkeiten wider, die mit Hilfe aktueller Technologien und intelligentem Nutzerverhalten möglich wären. Das realisierbare Potenzial als dessen Teilmenge umfasst jene Verbesserungen, die sozial und ökonomisch vertretbar sind.
Primärenergie	Als Primärenergie bezeichnet man in der Energiewirtschaft die Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen zur Verfügung steht, etwa als Kohle, Gas oder Wind. Die Primärenergie wird durch Energieumwandlungstechniken in Endenergie umgewandelt. Dabei entstehen Umwandlungsverluste und Eigenverbräuche (UBA 2012).
Primärenergiebedarf	Der Primärenergiebedarf ist die Menge an natürlich vorkommender Energie, die z. B. in einem Wohngebäude für Strom und Wärme unter definierten Bedingungen benötigt wird.
Primärenergiefaktor	Der Primärenergiefaktor ist eine entscheidende Größe für die Ermittlung des Bedarfs an natürlich vorkommender Energie. Für den Primärenergiefaktor wird gemäß DIN V 4701-10 die insgesamt

	aufgewendete Menge an nicht erneuerbarer und erneuerbarer Primärenergie geteilt durch die dem Nutzer gelieferte (End)Energie.
Rohrleitungssysteme	Zur Versorgung mit, unter anderem, Fernwärme werden Gebiete mit Rohrleitungen erschlossen. Weitere Nutzungen von Rohrleitungssystemen sind Wasser oder Abwasser.
Rücklauf	Rohrleitung, durch die das in der Kundenanlage abgekühlte Wasser zum Erzeuger zurück transportiert wird.
Sekundärenergie	Sekundärenergie entsteht durch die Umwandlung von Primärenergieträgern („veredelte Energie"), z. B. der in einer Windkraftanlage durch Umwandlung der kinetischen Energie des Windes gewonnene Strom.
Vorlauf	Rohrleitung, durch die das heiße Wasser der Fernwärme zum Kunden oder in einer Heizungsanlage zum Heizkörper transportiert wird.
Wärmetauscher	Technische Anlage, in der die Fernwärme an die Hausanlage übergeben wird.
Wärmeverbrauch	Gemessene Wärmemenge, die der Kunde verbraucht.
Übergabestation	Technische Anlage, in der die Übergabe der Fernwärme an die Kundenanlage erfolgt.

ANHÄNGE

Anhang 1: Ausgewählte Beschlüsse, Programme und Leitlinien zur Klima- und Energiepolitik, Freistaat Sachsen (Stand 2011)

Beschlüsse, Programme und Leitlinien des Freistaates Sachsen	Jahr
Landesentwicklungsplan (Entwurf)	2011
10-Punkte Plan zur Energiepolitik	2011
Energie- und Klimaprogramm (Entwurf)	2011
Grüne Ausbaustudie 2020	2010
Landesentwicklungsbericht Sachsen	2010
Energiebericht Sachsen	2009
Hintergrundpapier zu den Zielen der künftigen Klimaschutz- und Energiepolitik des Freistaates Sachsen	2009
Koalitionsvereinbarung der Sächsischen Staatsregierung für die 5. Legislaturperiode	2009
Grüne Ausbaustudie	2008
Aktionsplan Klima und Energie	2008
Klimaschutzbericht Sachsen	2005
Energieprogramm Sachsen	2004
Landesentwicklungsbericht Sachsen	2003
Landesentwicklungsplan Sachsen	2003
Klimaschutzprogramm des Freistaates Sachsen	2001

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011b:24, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Anhang 2: Klimaschutzziele, Freistaat Sachsen 2007 (Tabelle)

Klimaschutzziele Sachsen: Strom aus erneuerbaren Energien				
	Sachsen		Deutschland	
	Ist	IMAG[1]	Ist	Leit-szenario[2]
	2007	2020	2007	2020
	GWh/a *Index (2007=100)*		TWh/a *Index (2007=100)*	
Windenergie[3]	1.401	2.530	39,5	53,5
	100	*181*	*100*	*135*
Biomasse[4]	851	1.800	23,7	41,9
	100	*212*	*100*	*177*
Wasserkraft[5]	300	320	20,7	24,3
	100	*107*	*100*	*117*
Photovoltaik	76	480	3,5	15,5
	100	*632*	*100*	*443*
Geothermie	-	-	0,0	1,8
	-	-	-	-
Gesamt	2.628	5.130	87,4	137,0
	100	*195*	*100*	*157*
Bruttostromverbrauch[6]	21.100	21.100	617	617[7]
	100	*100*	*100*	*100*
Anteil EE an Bruttostromverbrauch in Prozent	12,5	24,3	14,2	22,2

1) Interministerielle Arbeitsgruppe Klima und Energie.
2) Vgl. BMU – Leitstudie 2008, Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien" vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, Oktober 2008.
3) Nur onshore.
4) Inklusive Deponie- und Klärgas, ohne biogenen Anteil in Abfallverbrennung.
5) Ertrag im durchschnittlichen Wasserjahr mit 2007 installierter Leistung.
6) Gesamt verbrauchte elektrische Arbeit des Landes unter Berücksichtigung der Stromimporte und -exporte. Entspricht der Summe aus Netto-Stromerzeugung, dem Saldo des Austausches über die Grenzen des Landes plus Eigenstromverbrauch und Netzverluste.
7) Verbrauch nur zur besseren Vergleichbarkeit konstant gesetzt.

Anhang 3: Ausgewählte Dokumente Landeshauptstadt Dresden

Dokumente der Landeshauptstadt Dresden	
Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK) und zugehörige Stadtentwicklungsberichte (2003, 2006 und 2009)	2002
Umweltberichte der Stadt Dresden	2005 - 2008
Planungsleitbild Innenstadt	2010
Flächennutzungsplan (geltender FNP und Entwurf 2012)	2012
Landschaftsplan (geltender Landschaftsplan und Entwurf 2011)	2011
4. Bericht zum kommunalen Klimaschutz in der Landeshauptstadt Dresden (Entwurf)	2011
Luftreinhalteplan der Landeshauptstadt Dresden	2011
Umweltleitlinien Dresden	o. J.

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Anhang 4: Weitere Beschlüsse, die den Klimaschutz in der Landeshauptstadt Dresden tangieren

Beschlüsse	Jahr
Beitritt zum Städtenetzwerk ICLEI	1992
Unterzeichnung der „Charta von Aalborg" und Heidelberger Deklaration zum Klimaschutz	1995
Gründung des Fördervereins „Lokale Agenda 21 für Dresden"	1998
Beitritt zum europäischen Städteverbund EUROCITIES und zur Deutschen Sektion des Rates der Gemeinden und Regionen Europas (RGRE)	2003
Mustervertrag Solarnutzung auf städtischen Gebäuden	2004
Verkehrsentwicklungsplan	2007
Satzung der Landeshauptstadt Dresden über die Abfallwirtschaft - § 4 Vorbildwirkung der Stadt	
Errichtung von Photovoltaikanlagen auf dem Rathausdach	
Konzept „Modellstadt für erneuerbare Elektromobilität"	2009
Initiative „500-Solardächer-Programm"	2010
Verwendung von Recyclingpapier in kommunalen Dienststellen	
Solarstadt Dresden - Innovations- und Investitionsförderung für Wirtschaft und Klimaschutz	
Baustein für ökologischen Stadtumbau - Passivhausstandard für stadteigene und städtisch genutzte Gebäude	2011
Hafencity - Nachhaltiger Modellstadtteil des 21. Jahrhunderts	

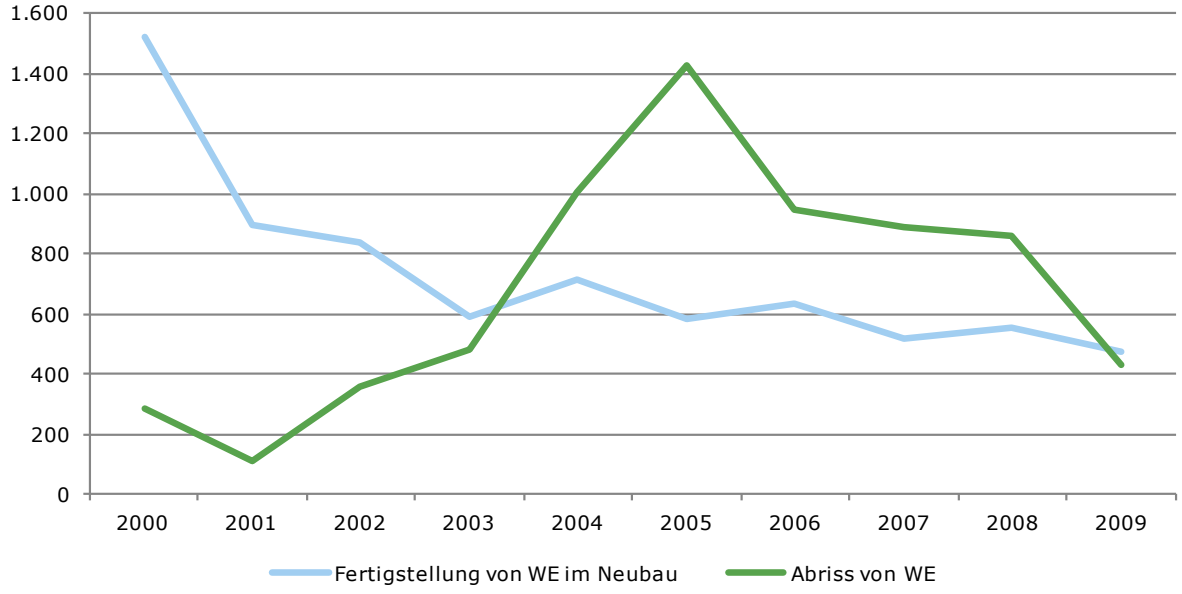
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011b, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Anhang 5: Partnerschaften, Netzwerke und Bündnisse im Klimaschutz, Landeshauptstadt Dresden (Stand: 2011, Tabelle)

Partnerschaften/ Netzwerke/ Bündnisse	Ziele
Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder e. V.	Reduktion der CO_2-Emissionen um zehn Prozent alle fünf Jahre (Basisjahr 2005), Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen bis spätestens 2030 (Basisjahr 1990), Schutz der tropischen Regenwälder durch Verzicht auf Tropenholznutzung, Unterstützung von Projekten und Initiativen der indigenen Partner.
Charta der europäischen Städte und Gemeinden – Charta von Aalborg	Zusammenarbeit bei lokalen Agenden 21, Informationszugang für alle Bürger und interessierte Gruppen, Partizipation an lokalen Entscheidungsprozessen. Diese Mitgliedschaft betrifft somit vor allem die Öffentlichkeitsarbeit und partizipative Methoden der Landeshauptstadt Dresden für den Klimaschutz.
International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI)/Local Governments for Sustainability	Lokale Aktivitäten sollen Verbesserungen der weltweiten Nachhaltigkeit erzielen. Erarbeitung von Handlungsprogrammen „Lokale Agenda 21".
Lokale Agenda 21 für Dresden e. V.	Interesse für eine nachhaltige Entwicklung wecken, Handlungsmöglichkeiten für eine nachhaltige Entwicklung vermitteln, den Dialog initiieren und Engagement für ein zukunftsfähiges Dresden mobilisieren.
EUROCITIES	Die Umsetzung eines Klimaplans, Messung und Veröffentlichung von Treibhausgasemissionen, Einbindung aller gesellschaftlichen Akteure, Entwicklung kompakter Städte, Verringerung des Energieverbrauchs und die Produktion erneuerbarer Energien.
Hamburg City Climate Conference	Verstärkte Zusammenarbeit der Städte, Kooperation mit dem Umland, Entwicklung kommunaler Klimaschutzprogramme, Wahrnehmung der städtischen Vorbildfunktion, Energiesparen, Klimaaktive Stadtplanung sowie Bürgerbeteiligung

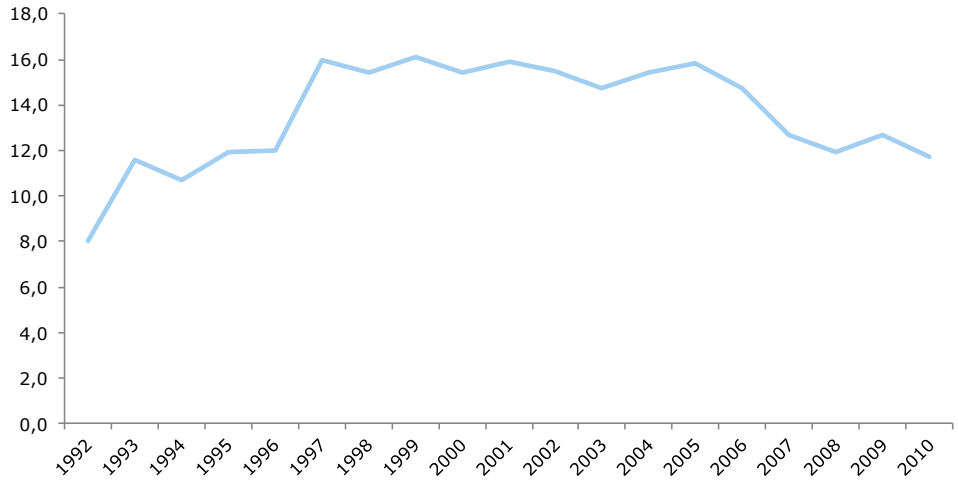
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011b

Anhang 6: Abriss von Wohneinheiten (WE) und Fertigstellung von Wohneinheiten im Neubau, Landeshauptstadt Dresden 2000-2009 (in Wohneinheiten) (Grafik)



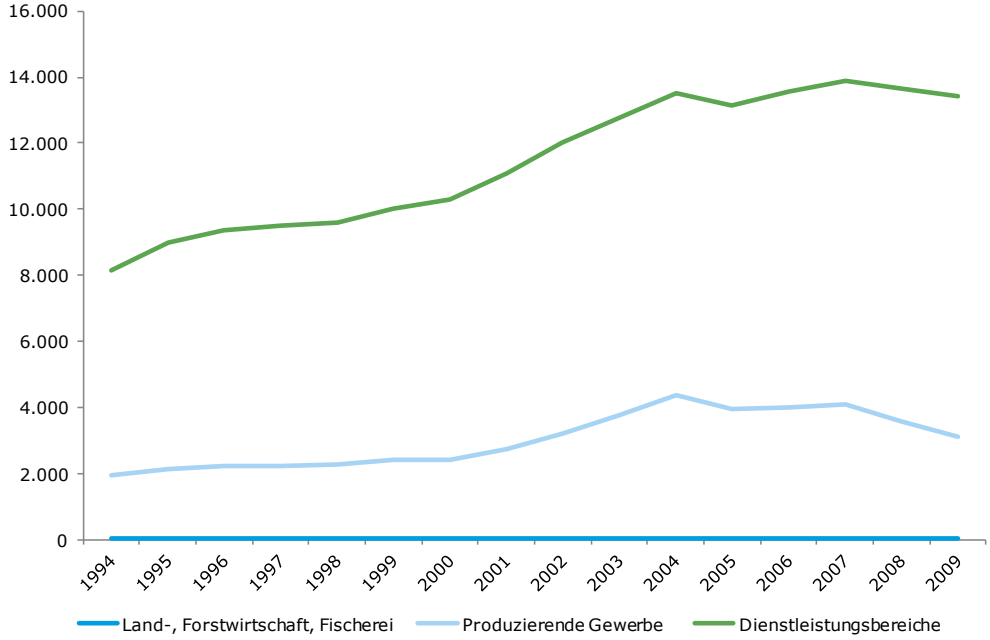
Erläuterung: WE…Wohneinheiten
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Anhang 7: Entwicklung der Erwerbslosigkeit 1992 bis 2010 in Dresden (in Prozent) (Grafik)



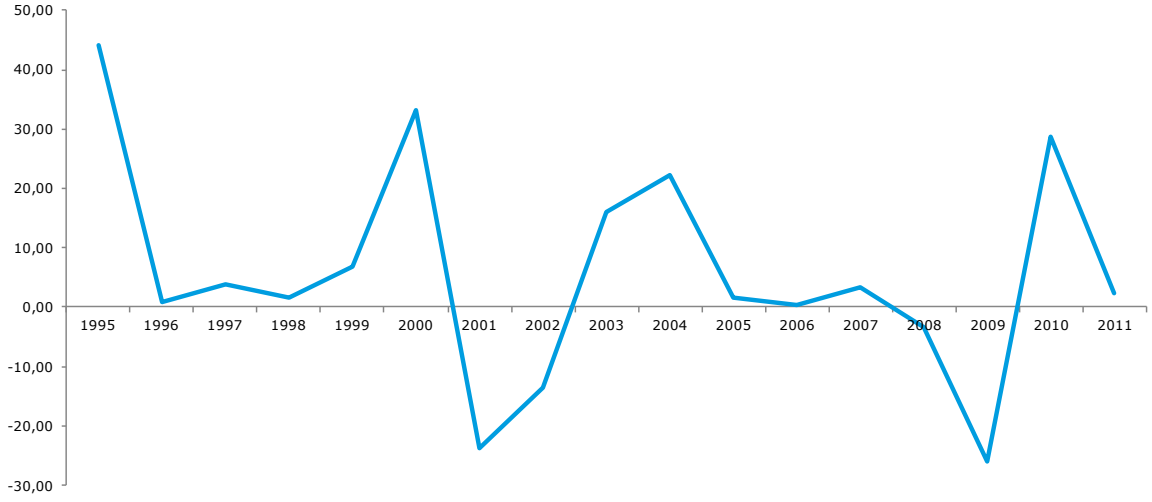
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Anhang 8: Entwicklung der Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen nach Wirtschaftssektoren, Landeshauptstadt Dresden, 1995-2009 (in Mio. Euro) (Grafik)



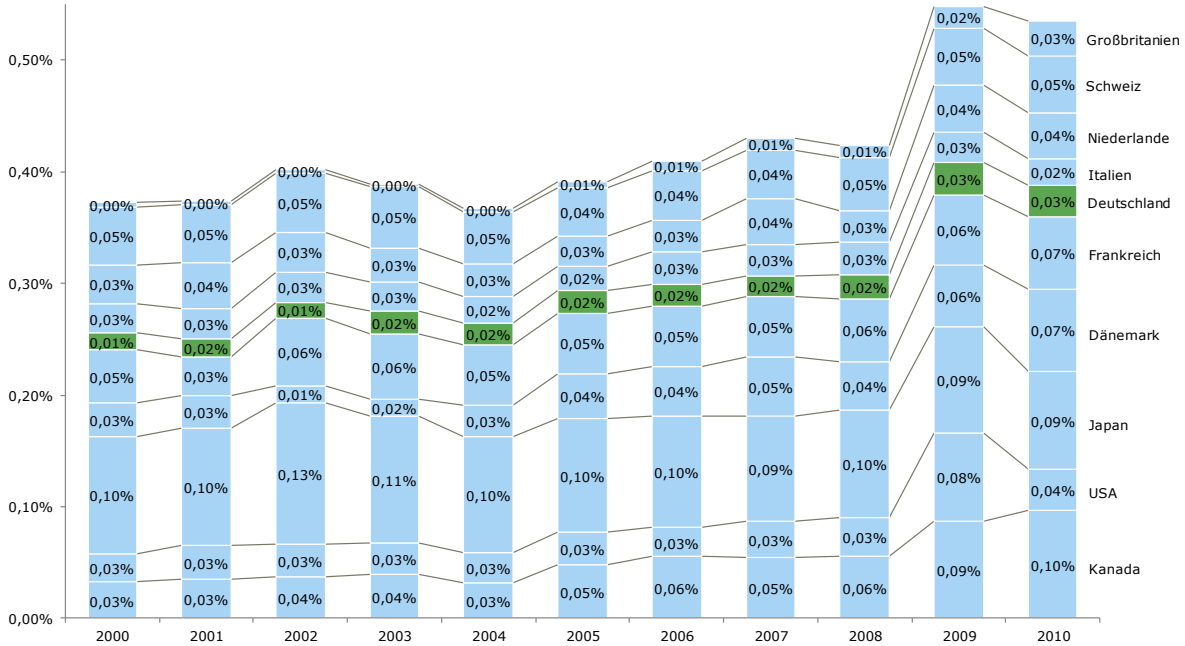
Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011a, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Anhang 9: Wachstumsraten des Umsatzes der Halbleiterindustrie in Europa 1994 - Oktober 2011 (Gleitender Durchschnitt 3 Monate, in Prozent) (Grafik)



Quelle: SIA 2011,ifo Institut 2011a: 13, eigene Berechnungen Rambøll-KEEA

Anhang 10: Entwicklung der Anteile der öffentlichen Ausgaben für Energieforschung am Bruttoinlandsprodukt (Euro real 2010) nach ausgewählten IEA-Staaten, 2000-2010 (in Prozent) (Grafik)



Quellen: Europäische Kommission, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Internationale Energie Agentur (IEA), Weltbank (Global Economic Prospects), Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, eigene Darstellung Rambøll-KEEA.
Erläuterung: Umrechnungskurs Euro-US-Dollar 31.12.2010: 1,3385

Anhang 11: Primärenergetische Betrachtung Biomasse

Die primärenergetische Betrachtung für die Biomassepotenziale wird nach verbrennbarer und vergärbarer Biomasse differenziert, und die vorgeschlagenen Heizkraftwerke als Referenzen übernommen. Aus diesen Berechnungen ergeben sich Primärenergiefaktoren nach der exergetischen Methode sowie KEV-Faktoren nach GEMIS für das Biomasse- und das Biogasheizkraftwerk wie in der folgenden Tabelle dargestellt:

	Endenergie [kWh/kWh]	Primärenergie nach exergetischer Methode [kWh_{PE}/kWh]	Kumulierter Energieverbrauch nach GEMIS [kWh_{KEV}/kWh]
Biomasseheizkraftwerk (Verbrennung) – Faktor Strom	1	3,53	3,44 (Holz-Kraftwerk)
Biomasseheizkraftwerk (Verbrennung) – Faktor Wärme	1	0,69	1,10 (Holz-Hackschnitzel Heizwerk)
Biogasheizkraftwerk (Vergärung) – Faktor Strom	1	6,98	3,11 (Biogas-Mais-BHKW)
Biogasheizkraftwerk (Vergärung) – Faktor Wärme	1	1,23	1,48 (Nahwärme-Biogas-BHKW)

Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2011d, DREBERIS 2012, eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Aus dem realisierbaren Biomassepotenzial in Höhe von 237,23 GWh Energie[121] ergibt sich ein mögliches Angebot an elektrischer Energie in Höhe von 76,21 GWh, Wärmeenergie kann im Umfang von 76,75 GWh erzeugt werden. Werden diese Energiemengen in Relation zu dem Strom- und Wärmeverbrauch des Jahres 2005 gesetzt, ergibt sich ein Abdeckungsgrad beim Wärmeverbrauch (5.342 GWh) von 1,4 Prozent und beim Stromverbrauch (2.848 GWh) von 2,6 Prozent durch Biomasse. Die Nutzung der lokal verfügbaren Bioenergie in der Stadt Dresden kann daher nur einen kleinen Beitrag zum gesamten Bedarf an Wärme, elektrischer Energie und Treibstoffen leisten. Die Nutzung der Biomassestoffströme für die energetische Verwertung ist daher im regionalen Kontext zu betrachten.

Empfohlen wird deshalb eine Strategie, in der ein Teil der Biomasse aus der Region Dresden für die Stadt Dresden verfügbar gemacht wird. Über Mengen und Arten der zur Verfügung stehenden Bioenergien gibt Kapitel 6.2.5 des vorliegenden Konzepts sowie die regionale Biomassepotenzialstudie (DREBERIS 2012) konkret Auskunft.

[121] 139,45 GWh aus biogenen Festbrennstoffen und 97,78 GWh aus biogenen Brenngasen.

Anhang 12: Förderprogramme für Energieeffizienz und Klimaschutz im Fördergebiet Sachsen

Fördermöglichkeiten für Privatpersonen in Dresden (Stand: 2012)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe									Art		Ziel/Gegenstand
		Privatpersonen	Kommunen	Unterneh.			öff. Einrichg.				Zuschuss	Darlehen	
				Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen			
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energetische Sanierung im Wohnraum	x		x	x	x	x			x		x	Verbesserung Wärmedämmung, Verbesserung Energieeffizienz Energienutzung, Nutzung erneuerbare Energie
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutz-initiative - Mini-KWK-Anlagen	x			x	x	x				x	x		Förderung von Mini-KWK-Anlagen bis 20 kW
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Modellprojekte im Effizienzhaus Plus-Standard	x			x		x				x	x		Förderung von Begleitforschung zur Evaluierung, Weiterentwicklung und Markteinführung von Plus-Energie-Häusern (Ein-, Zwei-, Reihen- und Mehrfamilienhäuser) sowie die Investition in innovative Technologien
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)	Vor-Ort-Beratung	x			x						x	x		Gefördert werden Beratungen, die sich umfassend auf den baulichen Wärmeschutz sowie die Wärmeerzeugung und -verteilung unter Einschluss der Warmwasserbereitung und der Nutzung erneuerbarer Energien beziehen sowie Empfehlungen zur Stromeinsparung, thermografische Untersuchungen sowie Luftdichtigkeitsprüfungen
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Umweltschutz-förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	x		x	x		x	x	x	x		x		Förderung von Umweltpionieren mit innovativen Ideen der folgenden Bereiche: Umwelttechnik, Umweltforschung und Naturschutz, Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Bauen	x	x				x				x		x	Investitionen in Wohngebäude (wohnwirtschaftlich genutzte Flächen und Wohneinheiten) einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen; KfW-Effizienzhäuser
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Baubegleitung	x	x		x		x				x	x		KfW Bankengruppe unterstützt die energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen externen Sachverständigen während der Sanierungsphase von bestehenden Wohngebäuden oder Eigentumswohnungen durch einen Zuschuss
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss	x										x		Gefördert werden der Kauf eines energetisch sanierten Gebäudes oder einer Eigentumswohnung und die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus sowie Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden, für die vor dem 1. Januar 1995 der Bauantrag gestellt oder Bauanzeige erstattet wurde
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Kredit	x	x		x		x				x		x	Gefördert werden KfW-Effizienzhäuser sowie Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen, für die vor dem 1. Januar 1995 der Bauantrag gestellt oder Bauanzeige erstattet wurde
KfW Banken-gruppe	KfW-Programm Erneuerbare Energien	x	x		x	x	x				x		x	Förderprogramm ermöglicht die zinsgünstige, langfristige Finanzierung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien; Zwei Programmteile: Standard und Premium; Ziel ist es, durch Investitionsanreize den Absatz von Technologien der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt zu stärken und so zur Senkung deren Kosten und zur Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit beizutragen
KfW Banken-gruppe	BMU-Umweltinno-vationsprogramm	x		x	x	x	x				x	x		Unterstützung großtechnische Erstanwendungen bei nachhaltigen Produktionsverfahren und Produkten
KfW Banken-gruppe	Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreiz-programm)	x	x				x				x	x		Förderung: Errichtung & Erweiterung: Solarkollektoranlagen, Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse, effiziente WP, Anlagen Tiefengeothermie, Nahwärmenetze, bes. innovative Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung

Fördermöglichkeiten für die Kommune Dresden (Stand: 2012, Teil 1/2)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
		Privatpersonen	Kommunen	Unterneh.			öff. Einrichg.				Verbände/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
				Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen				
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Mittelstandsförderung - Umweltmanagement		x	x	x	x					x	x		Förderung Einf. Umweltmanagementsystemen in KMU
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektro-mobilität		x		x	x	x		x	x		x		Forschung: Feldversuche , Netzintegration, Kopplung erneuerbare Energien an Elektromobilität, Markteinführung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen		x				x			x	x	x		Förderung: Klimaschutzkonzepten und Teilkonzepten, fachlich-inhaltiche Unterstützung von Klimaschutzkonzepten, fachlich-inhaltliche Unterstützung bei der Einführung bzw. Weiterführung von Energiesparmodellen an Schulen und Kindertagesstätten, Anwendung von Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung mit geringer Wirtschaftlichkeitsschwelle
Projektträger Jülich (PtJ)	Grundlagen-forschung Energie 2020+		x	x			x				x	x		Forschungsarbeiten zur effizienten Energieerzeugung und -umwandlung, einschließlich der Energiespeicherung, des Energietransports und der Endenergienutzung, sowie zur Reduzierung von Treibhausgasen in allen Lebensbereichen
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Optimierung der energetischen Biomasse-nutzung		x		x	x	x		x	x	x	x		Gefördert werden Projekte zur praxistauglichen Weiterentwicklung zukunftsweisender und wettbewerbsfähiger Technologien, zu systemflexiblen Anlagenkonzepten und zu Produkten für eine nachhaltige und effiziente Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus Biomasse sowie biogenen Rest- und Abfallstoffen
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)	Nachwachsende Rohstoffe		x		x	x			x			x		Förderung Projekte in folgenden Bereichen: Beitrag zur Schaffung von Rahmenbedingung für NaWaRo, Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Verbraucherinformationen und Öffentlichkeitsarbeit
KfW Banken-gruppe	Energetische Stadtsanierung - Energie-effiziente Quartiers-versorgung (Kommunale Unternehmen)		x			x	x						x	Förderung von quartiersbezogener Wärmeversorgung, energieeffiziente Wasserver- und Abwasserentsorgung
KfW Banken-gruppe	Energetische Stadtsanierung - Energieeffiziente Quartiers-versorgung (Kommunen)		x				x						x	Förderung von quartiersbezogener Wärmeversorgung, energieeffiziente Wasserver- und Abwasserentsorgung

Fördermöglichkeiten für die Kommune Dresden (Stand: 2012, Teil 2/2)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
		Privatpersonen	Kommunen	Unterneh.			öff. Einrichg.				Verbadn/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
				Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen				
KfW Banken-gruppe	Energetische Stadtsanierung - Zuschüsse für integrierte Quartiers-konzepte und Sanierungs-manager		x									x		Mitfinanziert (Energiekonzept) werden Sach- und Personalkosten für die Erstellung eines integrierten Konzepts zur Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude und der Wärmeversorgung im Quartier (Komponente A) sowie für einen Sanierungsmanager (Komponente B)
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Bauen	x	x				x				x		x	Investitionen in Wohngebäude (wohnwirtschaftlich genutzte Flächen und Wohneinheiten) einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen; KfW-Effizienzhäuser
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Baubegleitung	x	x		x		x				x	x		KfW Bankengruppe unterstützt die energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen externen Sachverständigen während der Sanierungsphase von bestehenden Wohngebäuden oder Eigentumswohnungen durch einen Zuschuss
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Kommunen		x								x		x	Gefördert werden energetische Sanierungen zum KfW-Effizienzhaus 85 bzw. 100 sowie Einzelmaßnahmen zur Energieeinsparung an Nichtwohngebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur, die bis zum 1. Januar 1995 fertiggestellt worden sind; Förderfähig: durch die energetischen Maßnahmen unmittelbar bedingten Investitionskosten einschließlich der Beratungs- und Planungsleistungen sowie Kosten notwendiger Nebenarbeiten
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Kredit	x	x		x		x				x		x	Gefördert werden KfW-Effizienzhäuser sowie Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen, für die vor dem 1. Januar 1995 der Bauantrag gestellt oder Bauanzeige erstattet wurde
KfW Banken-gruppe	KfW-Programm Erneuerbare Energien	x	x		x	x	x				x		x	Förderprogramm ermöglicht die zinsgünstige, langfristige Finanzierung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien; Zwei Programmteile: Standard und Premium; Ziel ist es, durch Investitionsanreize den Absatz von Technologien der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt zu stärken und so zur Senkung deren Kosten und zur Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit beizutragen
KfW Banken-gruppe	KfW-Investitions-kredit Kommunen Premium – Energie-effiziente Stadt-beleuchtung		x					x					x	Finanziert werden Maßnahmen zur Beleuchtung von Straßen, von Parkplätzen/sonstigen öffentlichen Freiflächen, in Parkhäusern/Tiefgaragen, bei Lichtsignalanlagen sowie die Errichtung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Verbindung mit förderfähigen Maßnahmen der Straßen- bzw. öffentlichen Stadtbeleuchtung.
KfW Banken-gruppe	Fündigkeits-risiko Tiefen-geothermie		x		x	x	x	x			x		x	Gefördert werden Investitionen in hydrothermale Tiefbohrungen mit Darlehen und einer Haftungsfreistellung für den Fall der Nicht-Fündigkeit
KfW Banken-gruppe	Kommunal Investieren Premium - Energie-effiziente Stadt-beleuchtung		x		x	x	x						x	Finanziert werden Maßnahmen zur Beleuchtung von Straßen, von Parkplätzen/sonstigen öffentlichen Freiflächen, in Parkhäusern/Tiefgaragen, bei Lichtsignalanlagen sowie die Errichtung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Verbindung mit förderfähigen Maßnahmen der Straßen- bzw. öffentlichen Stadtbeleuchtung
KfW Banken-gruppe	Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreiz-programm)	x	x				x				x	x		Förderung: Errichtung & Erweiterung: Solarkollektoranlagen, Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse, effiziente WP, Anlagen Tiefengeothermie, Nahwärmenetze, bes. innovative Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung

Fördermöglichkeiten für Unternehmen in Dresden (Stand: 2012, Teil 1/3)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
		Privatpersonen	Kommunen	Unterneh.			öff. Einrichg.				Verbände/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
				Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen				
Projektträger Jülich (PtJ)	Technologieprogramm Energieeinsparung und Energie-effizienz			x	x				x	x		x		Unterstützung folgender Fördermaßnahmen: Energieeffizienz im Gebäudebereich und Energieoptimiertes Bauen, Energieeffiziente Stadt und dezentrale Energiesysteme, Energieeffizienz in Industrie, im Gewerbe, im Handel und bei Dienstleistungen, Energiespeicher für stationäre und mobile Anwendungen, Netze für die Stromversorgung der Zukunft, Kraftwerkstechnik und CCS-Technologien, Brennstoffzellen und Wasserstoff, Systemanalyse und Informationsverbreitung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutz-initiative - Maßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen				x	x						x		Förderung: Status-Check-Förderung einer Kälteanlage; Basisförderung (energetische Sanierung, Neuinstallation effizienter Techniken); Bonusförderung (Maßnahmen zur Nutzung der Abwärme aus Produktionsprozessen und Kälteanlagen)
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutz-initiative - Mini-KWK-Anlagen	x			x	x	x				x	x		Förderung von Mini-KWK-Anlagen bis 20 kW
Projektträger Jülich (PtJ)	Nationales Innovations-programm Wasserstoff- und Brennstoff-zellen-technologie (NIP)				x	x			x	x		x		Marktreife der betreffenden Technologien im mobilen, stationären und portablen Bereich zu erreichen, Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsanteile aufzubauen und die Technologieführerschaft und Umsetzung der Technologien in Deutschland zu sichern
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Modellprojekte im Effizienzhaus Plus-Standard	x			x		x				x	x		Förderung von Begleitforschung zur Evaluierung, Weiterentwicklung und Markteinführung von Plus-Energie-Häusern (Ein-, Zwei-, Reihen- und Mehrfamilienhäuser) sowie die Investition in innovative Technologien
Landwirtschaftliche Rentenbank (LR)	Landwirtschaft - Nachhaltigkeit				x								x	Investitionen in der Landwirtschaft, die zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Minderung von Emissionen beitragen; Investitionen in ökologischen Landbaus und zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutztierverhalten
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)	Nachwachsende Rohstoffe		x		x	x			x			x		Förderung Projekte in folgenden Bereichen: Beitrag zur Schaffung von Rahmenbedingung für NaWaRo, Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Verbraucherinformationen und Öffentlichkeitsarbeit
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)	Vor-Ort-Beratung	x			x						x	x		Gefördert werden Beratungen, die sich umfassend auf den baulichen Wärmeschutz sowie die Wärmeerzeugung und -verteilung unter Einschluss der Warmwasserbereitung und der Nutzung erneuerbarer Energien beziehen sowie Empfehlungen zur Stromeinsparung, thermografische Untersuchungen sowie Luftdichtigkeitsprüfungen
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Umweltschutz-förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	x		x	x		x	x	x	x		x		Förderung von Umweltpionieren mit innovativen Ideen der folgenden Bereiche: Umwelttechnik, Umweltforschung und Naturschutz, Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz
KfW Banken-gruppe	Anschaffung emissions-armer schwerer Nutzfahrzeuge				x	x						x		Der Bund fördert die Anschaffung von emissionsarmen schweren Nutzfahrzeugen ab 12 t Gesamtgewicht
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Baubegleitung	x	x		x		x				x	x		KfW Bankengruppe unterstützt die energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen externen Sachverständigen während der Sanierungsphase von bestehenden Wohngebäuden oder Eigentumswohnungen durch einen Zuschuss
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Kredit	x	x		x		x				x		x	Gefördert werden KfW-Effizienzhäuser sowie Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen, für die vor dem 1. Januar 1995 der Bauantrag gestellt oder Bauanzeige erstattet wurde
KfW Banken-gruppe	KfW-Umwelt-programm				x	x							x	Gefördert werden alle Investitionsmaßnahmen in Deutschland, die dazu beitragen, die Umweltsituation wesentlich zu verbessern
KfW Banken-gruppe	KfW-Programm Erneuerbare Energien	x	x		x	x	x				x		x	Förderprogramm ermöglicht die zinsgünstige, langfristige Finanzierung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien; Zwei Programmteile: Standard und Premium; Ziel ist es, durch Investitionsanreize den Absatz von Technologien der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt zu stärken und so zur Senkung deren Kosten und zur Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit beizutragen

Fördermöglichkeiten für Unternehmen in Dresden (Stand: 2012, Teil 2/3)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe									Art		Ziel/Gegenstand
				Unterneh.			öff. Einrichg.						
		Privatpersonen	Kommunen	Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen	Verbadn/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energetische Sanierung im Wohnraum	x		x	x	x	x				x		x	Verbesserung Wärmedämmung, Verbesserung Energieeffizienz Energienutzung, Nutzung erneuerbare Energie
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Innovative Ansätze im Bereich der Gesundheits-wirtschaft (EFRE-Richtlinie SMS)			x	x	x	x					x		Nachhaltige Stärkung technischer Assistenzsysteme in Krankenhäusern, der Altepflege, bei Vertragsärzten (u.a. Energieeffizienz, Nutzung EE)
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Mittelstandsförderung - Umweltmanagement		x	x	x	x					x	x		Förderung Einf. Umweltmanagementsystemen in KMU
Landwirt-schaftliche Rentenbank (LR)	Agrar- und Ernährungswirt-schaft – Umwelt- und Verbraucher-schutz				x	x							x	Senkung des Energieverbrauchs in der Ernährungswirtschaft, Minderung von Emissionen in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Verbesserung des Verbraucherschutzes
	Energie vom Land				x								x	Bereitstellung zinsgünstiger Kredite für Investitionen in Gewinnung und Nutzung erneuerbarer Energien
EuroNorm GmbH; Deutsche Materialeffizienzagen tur (demea)	BMWi-Innovations-gutscheine (go-Inno)			x	x							x		Förderung von externen Beratungsdienstleistungen in Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft einschließlich des Handwerks der Module "Innovationsmanagement" und "Rohstoff- und Materialeffizienz"; Leistungsstufen: Potenzialanalyse, Vertiefungsberatung
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)	Klimaschutz-initiative - Steigerung Energie-effizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau				x	x						x		Maßnahmen im Bereich der Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Produkte, die zu einer signifikanten Energieeinsparung führen
Export-initiative Erneuerbare Energien	Exportinitiative Erneuerbare Energien				x	x						x		Unterstützung bei Erschließung neuer Absatzmärkte im Ausland
Projektträger im DLR	Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA) - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelt-technologien und -dienst-leistungen (CLIENT)				x	x			x	x		x		Modellhafte Projekte internationale Partnerschaften in Forschung, Entwicklung und Umsetzung von Umwelt- und Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zu schaffen und weiter auszubauen sowie Leitmarktentwicklungen anzustoßen
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektro-mobilität		x		x	x	x		x	x		x		Forschung: Feldversuche , Netzintegration, Kopplung erneuerbare Energien an Elektromobilität, Markteinführung
Projektträger Jülich (PtJ)	Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA) (Fachprogramm)				x	x			x	x		x		Förderung von Forschung in folgenden Bereichen: Globale Verantwortung - Internationale Vernetzung; Erdsystem und Geotechnologie; Klima und Energie; Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen; Gesellschaftliche Entwicklungen
Projektträger Jülich (PtJ)	Forschung für eine umwelt-schonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung (6. Energieforschungsprogra mm)				x	x			x	x		x		
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Optimierung der energetischen Biomasse-nutzung		x		x	x	x		x	x	x	x		Gefördert werden Projekte zur praxistauglichen Weiterentwicklung zukunftsweisender und wettbewerbsfähiger Technologien, zu systemflexiblen Anlagenkonzepten und zu Produkten für eine nachhaltige und effiziente Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus Biomasse sowie biogenen Rest- und Abfallstoffen
Projektträger Jülich (PtJ)	KMU-innovativ: Ressourcen- und Energie-effizienz			x	x				x	x		x		Gefördert werden themenübergreifend Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Bereichen, Konzepte für Nachhaltigkeit und Klimaschutz in Industrie und Wirtschaft, Funktionalisierung von Oberflächen für den erweiterten Einsatz biogener Werkstoffe, Energieeffizientere Produktionsmaschinen und -anlagen sowie deren Komponenten, Nachhaltiges Wassermanagement.

Fördermöglichkeiten für Unternehmen in Dresden (Stand: 2012, Teil 3/3)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
				Unterneh.			öff. Einrichg.							
		Privatpersonen	Kommunen	Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen	Verbadn/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
KfW Banken-gruppe	KfW-Finanzierungs-initiative Energiewende				x	x							x	Finanziert werden große Investitionsvorhaben in den Bereichen Energieeffizienzmaßnahmen, innovative Vorhaben zur Neu- bzw. Weiterentwicklung von Technologien in den Bereichen Energieeinsparung, -erzeugung, -speicherung und -übertragung sowie Investitionen zur Nutzung Erneuerbarer Energien
KfW Banken-gruppe	Fündigkeits-risiko Tiefen-geothermie		x		x	x	x	x			x		x	Gefördert werden Investitionen in hydrothermale Tiefbohrungen mit Darlehen und einer Haftungsfreistellung für den Fall der Nicht-Fündigkeit
KfW Banken-gruppe	Kommunal Investieren Premium - Energie-effiziente Stadt-beleuchtung		x		x	x	x						x	Finanziert werden Maßnahmen zur Beleuchtung von Straßen, von Parkplätzen/sonstigen öffentlichen Freiflächen, in Parkhäusern/Tiefgaragen, bei Lichtsignalanlagen sowie die Errichtung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Verbindung mit förderfähigen Maßnahmen der Straßen- bzw. öffentlichen Stadtbeleuchtung
KfW Banken-gruppe	Förderung von Energie-beratungen im Mittelstand				x							x		Ziel: Optimierungspotenziale bei der effizienten Energieverwendung aufzeigen und Vorschläge bzw. konkrete Maßnahmenpläne für Energie und Kosten sparende Verbesserung erarbeiten; Inhalt: Initialberatung (Untersuchung energetischer Schwachstellen); Detailberatung (Konkreter Maßnahmenplan)
KfW Banken-gruppe	BMU-Umweltinno-vationsprogramm	x		x	x	x	x					x	x	Unterstützung großtechnische Erstanwendungen bei nachhaltigen Produktionsverfahren und Produkten

Fördermöglichkeiten für öffentliche Einrichtungen allgemein (Stand: 2012, Teil 1/2)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
		Privatpersonen	Kommunen	Unterneh.			öff. Einrichg.				Verbadn/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
				Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen				
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energetische Sanierung im Wohnraum	x		x	x	x	x				x		x	Verbesserung Wärmedämmung, Verbesserung Energieeffizienz Energienutzung, Nutzung erneuerbare Energie
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Innovative Ansätze im Bereich der Gesundheits-wirtschaft (EFRE-Richtlinie SMS)			x	x	x	x					x		Nachhaltige Stärkung technischer Assistenzsysteme in Krankenhäusern, der Altepflege, bei Vertragsärzten (u.a. Energieeffizienz, Nutzung EE)
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektro-mobilität		x		x	x	x		x	x		x		Forschung: Feldversuche , Netzintegration, Kopplung erneuerbare Energien an Elektromobilität, Markteinführung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen		x				x			x	x	x		Förderung: Klimaschutzkonzepten und Teilkonzepten, fachlich-inhaltiche Unterstützung von Klimaschutzkonzepten, fachlich-inhaltliche Unterstützung bei der Einführung bzw. Weiterführung von Energiesparmodellen an Schulen und Kindertagesstätten, Anwendung von Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung mit geringer Wirtschaftlichkeitsschwelle
Projektträger Jülich (PtJ)	Grundlagen-forschung Energie 2020+		x	x			x				x	x		Forschungsarbeiten zur effizienten Energieerzeugung und -umwandlung, einschließlich der Energiespeicherung, des Energietransports und der Endenergienutzung, sowie zur Reduzierung von Treibhausgasen in allen Lebensbereichen
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Optimierung der energetischen Biomasse-nutzung		x		x	x	x		x	x	x	x		Gefördert werden Projekte zur praxistauglichen Weiterentwicklung zukunftsweisender und wettbewerbsfähiger Technologien, zu systemflexiblen Anlagenkonzepten und zu Produkten für eine nachhaltige und effiziente Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus Biomasse sowie biogenen Rest- und Abfallstoffen
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutz-initiative - Mini-KWK-Anlagen	x			x	x	x				x	x		Förderung von Mini-KWK-Anlagen bis 20 kW
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Modellprojekte im Effizienzhaus Plus-Standard	x			x		x				x	x		Förderung von Begleitforschung zur Evaluierung, Weiterentwicklung und Markteinführung von Plus-Energie-Häusern (Ein-, Zwei-, Reihen- und Mehrfamilienhäuser) sowie die Investition in innovative Technologien
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Umweltschutz-förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	x		x	x		x	x	x	x		x		Förderung von Umweltpionieren mit innovativen Ideen der folgenden Bereiche: Umwelttechnik, Umweltforschung und Naturschutz, Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz
KfW Banken-gruppe	Energetische Stadtsanierung - Energie-effiziente Quartiers-versorgung (Kommunale Unternehmen)		x			x	x						x	Förderung von quartiersbezogener Wärmeversorgung, energieeffiziente Wasserver- und Abwasserentsorgung
KfW Banken-gruppe	Energetische Stadtsanierung - Energieeffiziente Quartiers-versorgung (Kommunen)		x				x						x	Förderung von quartiersbezogener Wärmeversorgung, energieeffiziente Wasserver- und Abwasserentsorgung

Fördermöglichkeiten für öffentliche Einrichtungen allgemein (Stand: 2012, Teil 2/2)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
				Unterneh.			öff. Einrichg.							
		Privatpersonen	Kommunen	Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen	Verbadn/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energetische Sanierung im Wohnraum	x		x	x	x	x				x		x	Verbesserung Wärmedämmung, Verbesserung Energieeffizienz Energienutzung, Nutzung erneuerbare Energie
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Innovative Ansätze im Bereich der Gesundheits-wirtschaft (EFRE-Richtlinie SMS)			x	x	x	x					x		Nachhaltige Stärkung technischer Assistenzsysteme in Krankenhäusern, der Altepflege, bei Vertragsärzten (u.a. Energieeffizienz, Nutzung EE)
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektro-mobilität		x		x	x	x		x	x		x		Forschung: Feldversuche , Netzintegration, Kopplung erneuerbare Energien an Elektromobilität, Markteinführung
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Bauen	x	x				x				x		x	Investitionen in Wohngebäude (wohnwirtschaftlich genutzte Flächen und Wohneinheiten) einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen; KfW-Effizienzhäuser
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Baubegleitung	x	x		x		x				x	x		KfW Bankengruppe unterstützt die energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen externen Sachverständigen während der Sanierungsphase von bestehenden Wohngebäuden oder Eigentumswohnungen durch einen Zuschuss
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Kredit	x	x		x		x				x		x	Gefördert werden KfW-Effizienzhäuser sowie Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen, für die vor dem 1. Januar 1995 der Bauantrag gestellt oder Bauanzeige erstattet wurde
KfW Banken-gruppe	KfW-Programm Erneuerbare Energien	x	x		x	x	x				x		x	Förderprogramm ermöglicht die zinsgünstige, langfristige Finanzierung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien; Zwei Programmteile: Standard und Premium; Ziel ist es, durch Investitionsanreize den Absatz von Technologien der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt zu stärken und so zur Senkung deren Kosten und zur Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit beizutragen
KfW Banken-gruppe	Fündigkeits-risiko Tiefen-geothermie		x		x	x	x	x			x		x	Gefördert werden Investitionen in hydrothermale Tiefbohrungen mit Darlehen und einer Haftungsfreistellung für den Fall der Nicht-Fündigkeit
KfW Banken-gruppe	Kommunal Investieren Premium - Energie-effiziente Stadt-beleuchtung		x		x	x	x						x	Finanziert werden Maßnahmen zur Beleuchtung von Straßen, von Parkplätzen/sonstigen öffentlichen Freiflächen, in Parkhäusern/Tiefgaragen, bei Lichtsignalanlagen sowie die Errichtung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Verbindung mit förderfähigen Maßnahmen der Straßen- bzw. öffentlichen Stadtbeleuchtung
KfW Banken-gruppe	BMU-Umweltinno-vationsprogramm	x		x	x	x	x					x	x	Unterstützung großtechnische Erstanwendungen bei nachhaltigen Produktionsverfahren und Produkten
KfW Banken-gruppe	Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreiz-programm)	x	x				x				x	x		Förderung: Errichtung & Erweiterung: Solarkollektoranlagen, Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse, effiziente WP, Anlagen Tiefengeothermie, Nahwärmenetze, bes. innovative Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung

Fördermöglichkeiten speziell für Forschungseinrichtungen (Stand: 2012)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
				Unterneh.			öff. Einrichg.							
		Privatpersonen	Kommunen	Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen	Verbadn/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Projektträger im DLR	Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA) - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelt-technologien und -dienst-leistungen (CLIENT)				x	x			x	x		x		Modellhafte Projekte internationale Partnerschaften in Forschung, Entwicklung und Umsetzung von Umwelt- und Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zu schaffen und weiter auszubauen sowie Leitmarktentwicklungen anzustoßen
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektro-mobilität		x		x	x	x		x	x		x		Forschung: Feldversuche , Netzintegration, Kopplung erneuerbare Energien an Elektromobilität, Markteinführung
Projektträger Jülich (PtJ)	Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA) (Fachprogramm)				x	x			x	x		x		Förderung von Forschung in folgenden Bereichen: Globale Verantwortung - Internationale Vernetzung; Erdsystem und Geotechnologie; Klima und Energie; Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen; Gesellschaftliche Entwicklungen
Projektträger Jülich (PtJ)	Forschung für eine umwelt-schonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung (6. Energieforschungsprogra mm)				x	x			x	x		x		
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Optimierung der energetischen Biomasse-nutzung		x		x	x	x		x	x	x	x		Gefördert werden Projekte zur praxistauglichen Weiterentwicklung zukunftsweisender und wettbewerbsfähiger Technologien, zu systemflexiblen Anlagenkonzepten und zu Produkten für eine nachhaltige und effiziente Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus Biomasse sowie biogenen Rest- und Abfallstoffen
Projektträger Jülich (PtJ)	KMU-innovativ: Ressourcen- und Energie-effizienz			x	x				x	x		x		Gefördert werden themenübergreifend Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Bereichen, Konzepte für Nachhaltigkeit und Klimaschutz in Industrie und Wirtschaft, Funktionalisierung von Oberflächen für den erweiterten Einsatz biogener Werkstoffe, Energieeffizientere Produktionsmaschinen und -anlagen sowie deren Komponenten, Nachhaltiges Wassermanagement.
Projektträger Jülich (PtJ)	Technologieprogramm Energieeinsparung und Energie-effizienz			x	x				x	x		x		Unterstützung folgender Fördermaßnahmen: Energieeffizienz im Gebäudebereich und Energieoptimiertes Bauen, Energieeffiziente Stadt und dezentrale Energiesysteme, Energieeffizienz in Industrie, im Gewerbe, im Handel und bei Dienstleistungen, Energiespeicher für stationäre und mobile Anwendungen, Netze für die Stromversorgung der Zukunft, Kraftwerkstechnik und CCS-Technologien, Brennstoffzellen und Wasserstoff, Systemanalyse und Informationsverbreitung
Projektträger Jülich (PtJ)	Nationales Innovations-programm Wasserstoff- und Brennstoff-zellen-technologie (NIP)				x	x			x	x		x		Marktreife der betreffenden Technologien im mobilen, stationären und portablen Bereich zu erreichen, Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsanteile aufzubauen und die Technologieführerschaft und Umsetzung der Technologien in Deutschland zu sichern
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)	Nachwachsende Rohstoffe		x		x	x			x			x		Förderung Projekte in folgenden Bereichen: Beitrag zur Schaffung von Rahmenbedingung für NaWaRo, Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Verbraucherinformationen und Öffentlichkeitsarbeit
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Umweltschutz-förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	x		x	x		x	x	x	x		x		Förderung von Umweltpionieren mit innovativen Ideen der folgenden Bereiche: Umwelttechnik, Umweltforschung und Naturschutz, Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz

Fördermöglichkeiten speziell für Hochschulen (Stand: 2012)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
				Unterneh.			öff. Einrichg.							
		Privatpersonen	Kommunen	Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen	Verbadn/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Projektträger im DLR	Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA) - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelt-technologien und -dienst-leistungen (CLIENT)				x	x			x	x		x		Modellhafte Projekte internationale Partnerschaften in Forschung, Entwicklung und Umsetzung von Umwelt- und Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zu schaffen und weiter auszubauen sowie Leitmarktentwicklungen anzustoßen
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektro-mobilität		x		x	x	x		x	x		x		Forschung: Feldversuche , Netzintegration, Kopplung erneuerbare Energien an Elektromobilität, Markteinführung
Projektträger Jülich (PtJ)	Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA) (Fachprogramm)				x	x			x	x		x		Förderung von Forschung in folgenden Bereichen: Globale Verantwortung - Internationale Vernetzung; Erdsystem und Geotechnologie; Klima und Energie; Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen; Gesellschaftliche Entwicklungen
Projektträger Jülich (PtJ)	Forschung für eine umwelt-schonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung (6. Energieforschungsprogra mm)				x	x			x	x		x		
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen		x				x			x	x	x		Förderung: Klimaschutzkonzepten und Teilkonzepten, fachlich-inhaltiche Unterstützung von Klimaschutzkonzepten, fachlich-inhaltliche Unterstützung bei der Einführung bzw. Weiterführung von Energiesparmodellen an Schulen und Kindertagesstätten, Anwendung von Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung mit geringer Wirtschaftlichkeitsschwelle
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Optimierung der energetischen Biomasse-nutzung		x		x	x	x		x	x	x	x		Gefördert werden Projekte zur praxistauglichen Weiterentwicklung zukunftsweisender und wettbewerbsfähiger Technologien, zu systemflexiblen Anlagenkonzepten und zu Produkten für eine nachhaltige und effiziente Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus Biomasse sowie biogenen Rest- und Abfallstoffen
Projektträger Jülich (PtJ)	KMU-innovativ: Ressourcen- und Energie-effizienz			x	x				x	x		x		Gefördert werden themenübergreifend Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Bereichen, Konzepte für Nachhaltigkeit und Klimaschutz in Industrie und Wirtschaft, Funktionalisierung von Oberflächen für den erweiterten Einsatz biogener Werkstoffe, Energieeffizientere Produktionsmaschinen und -anlagen sowie deren Komponenten, Nachhaltiges Wassermanagement.
Projektträger Jülich (PtJ)	Technologieprogramm Energieeinsparung und Energie-effizienz			x	x				x	x		x		Unterstützung folgender Fördermaßnahmen: Energieeffizienz im Gebäudebereich und Energieoptimiertes Bauen, Energieeffiziente Stadt und dezentrale Energiesysteme, Energieeffizienz in Industrie, im Gewerbe, im Handel und bei Dienstleistungen, Energiespeicher für stationäre und mobile Anwendungen, Netze für die Stromversorgung der Zukunft, Kraftwerkstechnik und CCS-Technologien, Brennstoffzellen und Wasserstoff, Systemanalyse und Informationsverbreitung
Projektträger Jülich (PtJ)	Nationales Innovations-programm Wasserstoff- und Brennstoff-zellen-technologie (NIP)				x	x			x	x		x		Marktreife der betreffenden Technologien im mobilen, stationären und portablen Bereich zu erreichen, Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsanteile aufzubauen und die Technologieführerschaft und Umsetzung der Technologien in Deutschland zu sichern
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Umweltschutz-förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	x		x	x		x	x	x	x		x		Förderung von Umweltpionieren mit innovativen Ideen der folgenden Bereiche: Umwelttechnik, Umweltforschung und Naturschutz, Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz

Fördermöglichkeiten speziell für Bildungseinrichtungen (Stand: 2012)

Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
		Privatpersonen	Kommunen	Unterneh.			öff. Einrichg.				Verbaln/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
				Gründer	KMU	Großunternehmen	allgemein	Bildungseinrichtungen	Forschungseinrichtung	Hochschulen				
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Umweltschutz-förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	x		x	x		x	x	x	x		x		Förderung von Umweltpionieren mit innovativen Ideen der folgenden Bereiche: Umwelttechnik, Umweltforschung und Naturschutz, Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz
KfW Banken-gruppe	KfW-Investitions-kredit Kommunen Premium – Energie-effiziente Stadt-beleuchtung		x					x					x	Finanziert werden Maßnahmen zur Beleuchtung von Straßen, von Parkplätzen/sonstigen öffentlichen Freiflächen, in Parkhäusern/Tiefgaragen, bei Lichtsignalanlagen sowie die Errichtung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Verbindung mit förderfähigen Maßnahmen der Straßen- bzw. öffentlichen Stadtbeleuchtung.
KfW Banken-gruppe	Fündigkeits-risiko Tiefen-geothermie		x		x	x	x	x			x		x	Gefördert werden Investitionen in hydrothermale Tiefbohrungen mit Darlehen und einer Haftungsfreistellung für den Fall der Nicht-Fündigkeit

Fördermöglichkeiten für Vereine und Verbände (Stand: 2012)

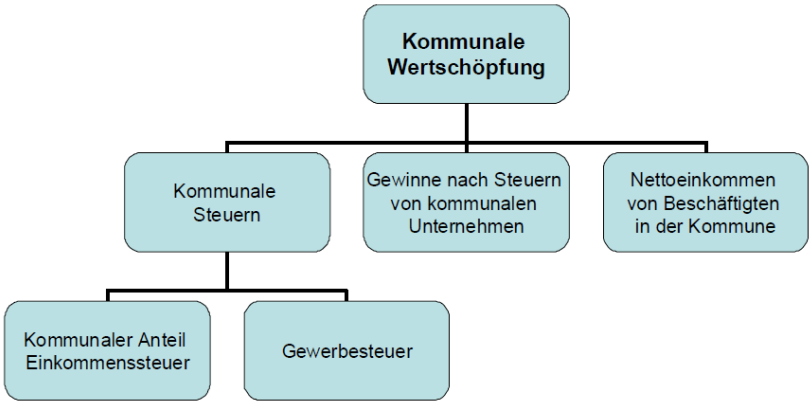
Fördergeber/ Projekt-träger	Titel	Zielgruppe										Art		Ziel/Gegenstand
		Privatpersonen	Kommunen	Unterneh. Gründer	Unterneh. KMU	Unterneh. Großunternehmen	öff. Einrichg. allgemein	öff. Einrichg. Bildungseinrichtungen	öff. Einrichg. Forschungseinrichtung	öff. Einrichg. Hochschulen	öff. Einrichg. Verbände/Vereinigung	Zuschuss	Darlehen	
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energetische Sanierung im Wohnraum	x		x	x	x	x				x		x	Verbesserung Wärmedämmung, Verbesserung Energieeffizienz Energienutzung, Nutzung erneuerbare Energie
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Energie-effizienz und Klimaschutz	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Entwicklung innovativer Energietechniken, Minderung verkehrsbedingter Immissionen, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Anlagen
Sächsische Aufbaubank - Förderbank (SAB)	Mittelstandsförderung - Umweltmanagement		x	x	x	x					x	x		Förderung Einf. Umweltmanagementsystemen in KMU
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte für die Bereiche Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Gefördert werden Einzel- und Verbundprojekte zu Beratung, Information, Erfahrungsaustausch, Vernetzung und Qualifizierung in den Bereichen Wirtschaft, Kommunen, Verbraucher und Bildung
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Klimaschutz-projekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen		x				x			x	x	x		Förderung: Klimaschutzkonzepten und Teilkonzepten, fachlich-inhaltiche Unterstützung von Klimaschutzkonzepten, fachlich-inhaltliche Unterstützung bei der Einführung bzw. Weiterführung von Energiesparmodellen an Schulen und Kindertagesstätten, Anwendung von Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung mit geringer Wirtschaftlichkeitsschwelle
Projektträger Jülich (PtJ)	Grundlagen-forschung Energie 2020+		x	x			x				x	x		Forschungsarbeiten zur effizienten Energieerzeugung und -umwandlung, einschließlich der Energiespeicherung, des Energietransports und der Endenergienutzung, sowie zur Reduzierung von Treibhausgasen in allen Lebensbereichen
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Optimierung der energetischen Biomasse-nutzung		x		x	x	x		x	x	x	x		Gefördert werden Projekte zur praxistauglichen Weiterentwicklung zukunftsweisender und wettbewerbsfähiger Technologien, zu systemflexiblen Anlagenkonzepten und zu Produkten für eine nachhaltige und effiziente Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus Biomasse sowie biogenen Rest- und Abfallstoffen
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutz-initiative - Mini-KWK-Anlagen	x			x	x	x				x	x		Förderung von Mini-KWK-Anlagen bis 20 kW
Projektträger Jülich (PtJ)	Klimaschutzinitiative - Modellprojekte im Effizienzhaus Plus-Standard	x			x		x				x	x		Förderung von Begleitforschung zur Evaluierung, Weiterentwicklung und Markteinführung von Plus-Energie-Häusern (Ein-, Zwei-, Reihen- und Mehrfamilienhäuser) sowie die Investition in innovative Technologien
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)	Vor-Ort-Beratung	x			x						x	x		Gefördert werden Beratungen, die sich umfassend auf den baulichen Wärmeschutz sowie die Wärmeerzeugung und -verteilung unter Einschluss der Warmwasserbereitung und der Nutzung erneuerbarer Energien beziehen sowie Empfehlungen zur Stromeinsparung, thermografische Untersuchungen sowie Luftdichtigkeitsprüfungen
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Bauen	x	x				x				x		x	Investitionen in Wohngebäude (wohnwirtschaftlich genutzte Flächen und Wohneinheiten) einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen; KfW-Effizienzhäuser
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Baubegleitung	x	x		x		x				x	x		KfW Bankengruppe unterstützt die energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen externen Sachverständigen während der Sanierungsphase von bestehenden Wohngebäuden oder Eigentumswohnungen durch einen Zuschuss
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Kommunen		x								x		x	Gefördert werden energetische Sanierungen zum KfW-Effizienzhaus 85 bzw. 100 sowie Einzelmaßnahmen zur Energieeinsparung an Nichtwohngebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur, die bis zum 1. Januar 1995 fertiggestellt worden sind; Förderfähig: durch die energetischen Maßnahmen unmittelbar bedingten Investitionskosten einschließlich der Beratungs- und Planungsleistungen sowie Kosten notwendiger Nebenarbeiten
KfW Banken-gruppe	Energieeffizient Sanieren - Kredit	x	x		x		x				x		x	Gefördert werden KfW-Effizienzhäuser sowie Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen, für die vor dem 1. Januar 1995 der Bauantrag gestellt oder Bauanzeige erstattet wurde
KfW Banken-gruppe	KfW-Programm Erneuerbare Energien	x	x		x	x	x				x		x	Förderprogramm ermöglicht die zinsgünstige, langfristige Finanzierung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien; Zwei Programmteile: Standard und Premium; Ziel ist es, durch Investitionsanreize den Absatz von Technologien der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt zu stärken und so zur Senkung deren Kosten und zur Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit beizutragen
KfW Banken-gruppe	Fündigkeits-risiko Tiefen-geothermie		x		x	x	x	x			x		x	Gefördert werden Investitionen in hydrothermale Tiefbohrungen mit Darlehen und einer Haftungsfreistellung für den Fall der Nicht-Fündigkeit
KfW Banken-gruppe	Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreiz-programm)	x	x				x				x	x		Förderung: Errichtung & Erweiterung: Solarkollektoranlagen, Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse, effiziente WP, Anlagen Tiefengeothermie, Nahwärmenetze, bes. innovative Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung

Anhang 13: Kommunale Wertschöpfungseffekte

1 Einleitung

An dieser Stelle wird die kommunale Wertschöpfung als Summe der erzielten Unternehmensgewinne, verdienten Nettoeinkommen und den gezahlten Steuern berechnet und ist als Wertschöpfung zu verstehen, die die Kommune selbst oder deren Bewohner und die kommunalen Unternehmen generieren (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Zentrale Bestandteile der kommunalen Wertschöpfung



Quelle: IÖW, 2010

In einer Wertschöpfungskette lässt sich der gesamte Lebensweg einer Anlage monetär darstellen. Die folgenden vier Wertschöpfungsstufen werden betrachtet:

- Produktion von Anlagen und Komponenten (Investition);
- Planung und Installation;
- Betrieb und Wartung;
- Betreibergesellschaft.

Die Bestimmung der Wertschöpfung erfolgt für den Zeithorizont von 2014 bis 2030, betrachtet werden das Trend- und Effizienz-Szenario in den Bereichen erneuerbare Energien, Fernwärme und die energetische Gebäudesanierung. Für den Bereich Verkehr kann solch eine Wertschöpfungsberechnung aufgrund Datenmangels nicht erfolgen.

2 Wertschöpfung für die erneuerbaren Energien

Das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) hat zusammen mit dem Zentrum für Erneuerbare Energien der Universität Freiburg (ZEE) im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) ein Studie veröffentlicht, die die unterschiedlichen Wertschöpfungseffekte Erneuerbarer Energien auf kommunaler Ebene aufschlüsselt und vergleichbar machen soll (IÖW, 2010).
Im nachfolgenden Abschnitt wird die Wertschöpfung für die erneuerbaren Energien Biogas, Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Wind für die Maßnahmen im Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Dresden berechnet. Eine pauschale Standard-Methode zur Ermittlung der einzelnen Wertschöpfungseffekte gibt es nicht. In jeder Wertschöpfungskette wird der gesamte Lebensweg einer Anlage detailliert in Kosten und Umsätzen aufgeschlüsselt.

Bei der Ermittlung der Wertschöpfung werden die Umsätze bezogen auf die installierte Leistung in kW analysiert, dabei werden die einzelnen Wertschöpfungsstufen herangezogen. Unterschieden werden einmalige Effekte wie Investition und Installation einer Anlage sowie die jährlichen Effekte durch den Betrieb einer Anlage über deren Laufzeit oder den Betrachtungshorizont.

Die Ermittlung der Gewinne erfolgt über das Heranziehen der Umsatzrentabilität von Unternehmen, maßgeblich sind dabei die Gewinne vor den Steuern. Bei den Beschäftigungseffekten werden die Einkommen bestimmt, hergeleitet aus den Umsätzen. Zu den kommunalen Steuern zäh-

len als zentrale Steuereinnahme die Gewerbesteuer, zudem die Einkommenssteuer und in einigen Fällen die Umsatzsteuer.

Die einzelnen Datengrundlagen, Annahmen und Unsicherheiten für die jeweiligen erneuerbaren Energien sind der IÖW-Studie zu entnehmen.
Indirekte Effekte wie z. B. die Produktionsanlagen oder Vorleistungen wie die Gläser für Solaranlagen werden nicht mit betrachtet. Die durch erneuerbare Energien verursachten Steuern von Bund und Ländern werden nicht mit einbezogen, ebenso wenig der Biomasseanbau.

2.1 Biogas

Die Klein- und Großanlagen zur Biogasherstellung als auch die Biomasse-Großanlagen betrachten nur die Kosten und Einnahmen zur Stromerzeugung. Die Wertschöpfung aus der Wärmeerzeugung lässt sich nicht ermitteln. Tabelle 1 stellt die Wertschöpfungseffekte für Biogas-Großanlagen dar, den größten Anteil daran hat die Nettobeschäftigung.

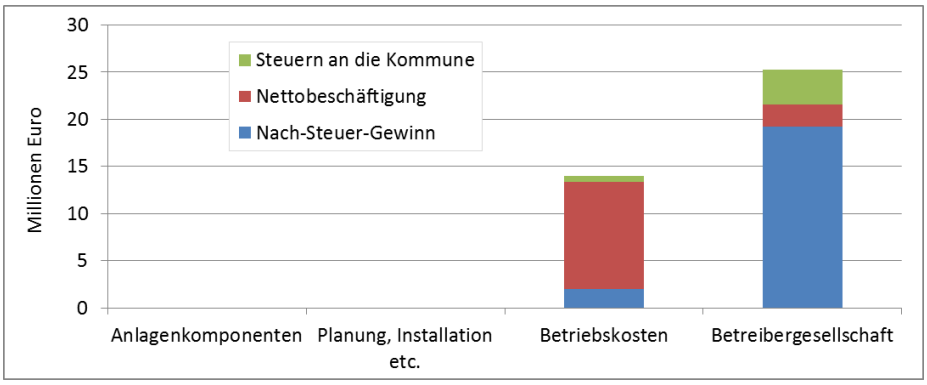
Tabelle 1: Wertschöpfungseffekte für Biogas-Großanlagen (1000 kW)

Wertschöpfungsstufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobeschäftigung	Gewerbesteuer (netto)	Kommunalanteil an der Einkommensteuer	Wertschöpfung gesamt *
	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW
Einmalige Effekte					
Anlagenkomponenten	43	243	8	13	307
Planung, Installation, Grundstück, etc.	97	161	11	2	271
Jährliche Effekte					
Betriebskosten	14	81	2	3	101
Betreibergesellschaft	137	17	20	6	180

*Quelle: IÖW, 2010; Anmerkung: * ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft*

Die vor 2014 schon vorhandenen sechs Biogas-Großanlagen mit einer Leistung von insgesamt 8245 kW ergeben eine Wertschöpfung von ca. 39 Mio. €. Die einmaligen Kosten fallen hier weg, da die Anlagen schon vor dem Betrachtungszeitraum gebaut worden. Es fallen lediglich die jährlichen Effekte über 17 Jahre an (siehe Abbildung 2).

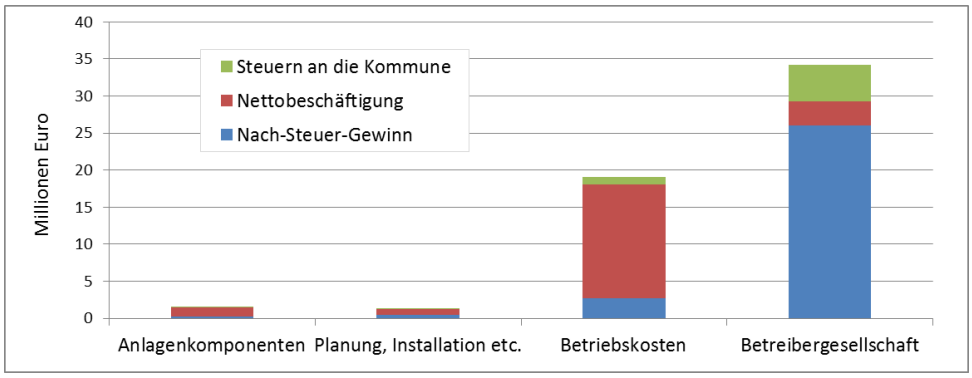
Abbildung 2: Wertschöpfung für Biogas-Großanlagen im Trend-Szenario bei 17 Betriebsjahren (6 bestehende Großanlagen ohne einmalige Effekte)



Eine einzelne Biogasanlage mit 5 MW Leistung ab dem Jahr 2016 für 10 Betriebsjahre ergibt eine Wertschöpfung von ca. 17 Mio. € (eingerechnet einmalige Effekte sowie jährliche Kosten über die Laufzeit).

Im Effizienz-Szenario werden die sechs bestehenden Biogas-Großanlagen und deren jährliche Effekte betrachtet sowie eine neu zu bauende Großanlage. Insgesamt errechnet sich in diesem Szenario eine Gesamtwertschöpfung von ca. 56 Mio. € (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Wertschöpfung für Biogas-Großanlagen im Effizienz-Szenario bei 17 Betriebsjahren (6 bestehende Anlagen ohne einmalige Effekte sowie die neue Anlage für 10 Betriebsjahre)



2.2 Biomasse

Die Biomasseanlagen werden in Klein- und Großanlagen unterteilt. Die Wertschöpfungseffekte für Kleinanlagen (Pellets) zeigt Tabelle 2, es kommt die Umsatzsteuer hinzu. Den größten Anteil an der Wertschöpfung haben auch hier die Einkommenseffekte.

Tabelle 2: Wertschöpfungseffekte für Biomasse-Kleinanlagen (Pellets)

Wertschöpfungsstufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobeschäftigung	Gewerbesteuer (netto)	Kommunalanteil an der Einkommensteuer	Kommunalanteil an der Umsatzsteuer	Wertschöpfung gesamt *
	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW
Einmalige Effekte						
Anlagenkomponenten	42	144	7	8	4	**205**
Installation etc.	6	35	1	2	0,4	**44**
Jährliche Effekte						
Betriebskosten	4	15	1	1	0,4	**20**

Quelle: IÖW, 2010

*Anmerkung: * ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft*

Im Trend-Szenario werden die schon vorhandenen Kleinanlagen mit einer Leistung von 8295 kW sowie die biogenen Festbrennstoffkessel mit einer Ausbaurate von 21 Kesseln pro Jahr ab 2014 betrachtet. Als Annahme gilt, dass eine biogene Festbrennstoffkesselanlage eine Leistung von 12 kW hat. Zudem werden für die schon vorhandenen Anlagen keine einmaligen Effekte berechnet. Allein die Festbrennstoffkessel haben eine Wertschöpfung von ca. 2 Mio. € über 17 Betriebsjahre (einmalige Effekte sowie jährliche Effekte, unter Beachtung der Ausbaurate) im Trend-Szenario. Insgesamt ergibt sich in diesem Szenario für die Kleinanlagen eine Wertschöpfung von ca. 5 Mio. € (siehe Abbildung 4), im Effizienz-Szenario von insgesamt ca. 11 Mio. € (siehe Abbildung 5).

Abbildung 4: Wertschöpfung für Biomasse-Kleinanlagen im Trend-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 21 Festbrennstoffkessel, schon vorhandene Kleinanlagen ohne einmalige Effekte)

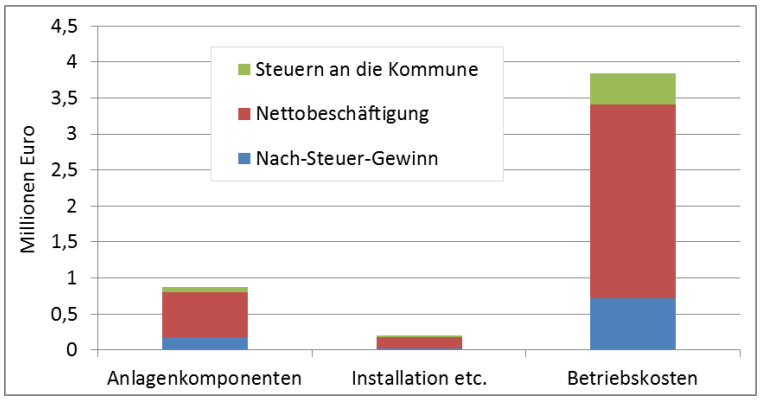


Abbildung 5: Wertschöpfung für Biomasse-Kleinanlagen im Effizienz-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 85 Festbrennstoffkessel pro Jahr, schon vorhandene Kleinanlagen ohne einmalige Effekte)

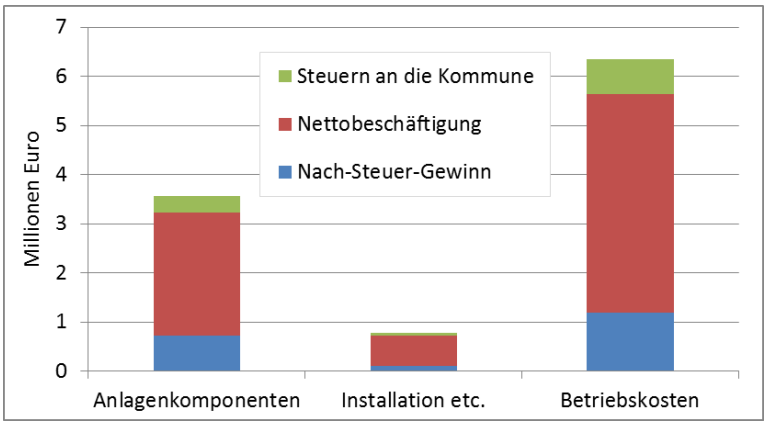


Tabelle 3 zeigt die Wertschöpfungseffekte für Biomasse-Großanlagen mit dem größten Anteil durch die Nettobeschäftigung. Die neue 20 MW Biomasse-Großanlage wird von 2025 bis 2030 betrieben, daher errechnet sich die Wertschöpfung auf sechs Betriebsjahre, zusätzlich zu den einmaligen Effekten. Es kommt die Betreibergesellschaft hinzu, dafür fällt die Umsatzsteuer weg. Die gesamte Wertschöpfung der Biomasse-Großanlage entspricht etwa 57 Mio. €.

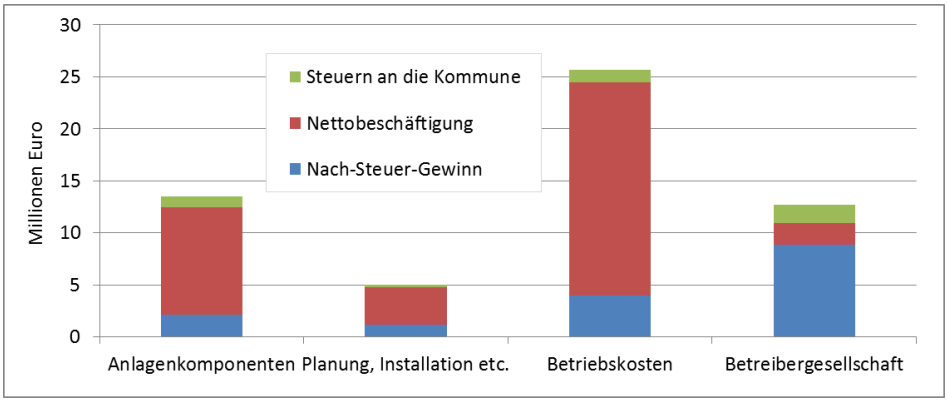
Tabelle 3: Wertschöpfungseffekte für Biomasse-Großanlagen (Holzhackschnitzel)

Wertschöpfungsstufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobeschäftigung	Gewerbesteuer (netto)	Kommunalanteil an der Einkommensteuer	Wertschöpfung gesamt *
	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW
Einmalige Effekte					
Anlagenkomponenten	108	515	19	31	**673**
Planung, Installation, etc.	59	179	4	10	**252**
Jährliche Effekte					
Betriebskosten	33	171	3	7	**215**
Betreibergesellschaft	74	17	12	3	**107**

*Quelle: IÖW, 2010; Anmerkung: * ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft*

Abbildung 6 zeigt das Effizienz-Szenario mit den Kleinanlagen und der neu zu bauenden Großanlage, insgesamt ergibt sich dann eine Wertschöpfung von ca. 67 Mio. €.

Abbildung 6: Wertschöpfung für eine Biomasse-Großanlage im Effizienz-Szenario bei 6 Betriebsjahren



2.3 Photovoltaik

Bei den Photovoltaikanlagen wird ebenfalls in Klein- und Großanlagen unterschieden. Bei der Ermittlung der möglichen Wertschöpfung sind zukünftige Preisentwicklungen nicht enthalten. Tabelle 4 zeigt die Wertschöpfungseffekte für Photovoltaik-Kleinanlagen, auch hier hat die Nettobeschäftigung den größten Anteil an der Wertschöpfung.

Tabelle 4: Wertschöpfungseffekte für Photovoltaik-Kleinanlagen

Wertschöpfungsstufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobeschäftigung	Gewerbesteuer (netto)	Kommunalanteil an der Einkommensteuer	Wertschöpfung gesamt *
	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW
Einmalige Effekte					
Investition	129	376	22	22	550
Planung, Installation etc.	37	241	6	11	295
Jährliche Effekte					
Technische Betriebsführung	5	10	1	1	17
Betreibergesellschaft	90	0	0	6	96

Quelle: IÖW, 2010
*Anmerkung: * ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft*

Ausgangslage der Berechnung ist, dass 10.000 kW an Kleinanlagen im Jahr 2011 vorhanden sind. Anhand des Ausgangswertes erfolgte mit Hilfe der Ausbauraten von 10 und 100 % im Trend- bzw. Effizienz-Szenario eine Hochrechnung bis 2030. Mit der Ausbaurate ist die jährliche Installation von neuen Anlagen gemeint. Die Berechnung der Wertschöpfung erfolgt dann für die Jahre 2014 bis 2030.
Im Trend-Szenario ergibt sich eine Wertschöpfung für Kleinanlagen von insgesamt ca. 55 Mio. € (siehe Abbildung 7). Im Effizienz-Szenario wird die Wertschöpfung auf ca. 374 Mio. € gesteigert (siehe Abbildung 8).
Die Abbildungen 7 und 8 zeigen, dass die Nach-Steuer-Gewinne durch die Betreibergesellschaft den größten Anteil an der Wertschöpfung haben.

Abbildung 7: Wertschöpfung für Photovoltaik-Kleinanlagen im Trend-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 10 %)

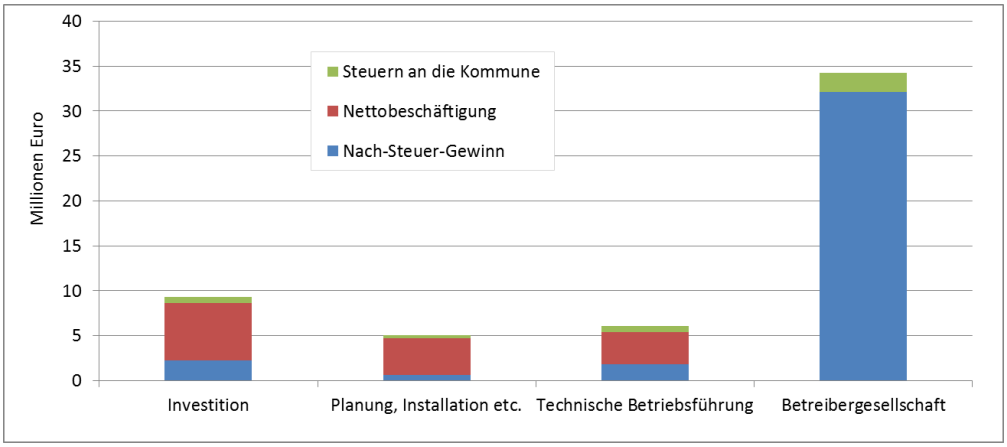
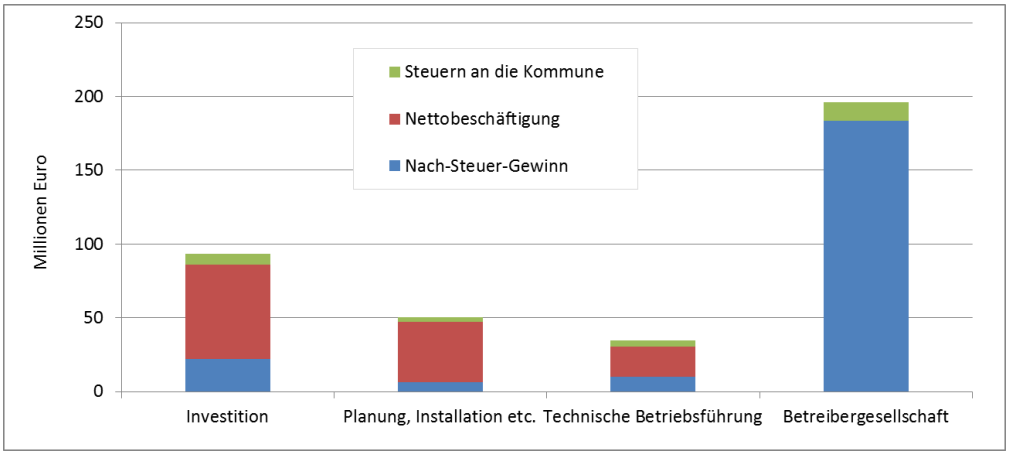


Abbildung 8: Wertschöpfung für Photovoltaik-Kleinanlagen im Effizienz-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 100 %)



Die Berechnung der Wertschöpfung für Großanlagen fand unter der Annahme statt, dass zukünftig nur Dachanlagen gebaut werden (siehe Tabelle 5). Es wurden die Ausbauraten von 10 und 100 % beachtet, ausgewertet wurde die Wertschöpfung für die Jahre 2014 bis 2030.

Tabelle 5: Wertschöpfungseffekte für Photovoltaik-Großanlagen (Dach)

Wertschöpfungsstufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobe-schäftigung	Gewerbe-steuer (netto)	Kommunal-anteil an der Ein-kommen-steuer	Wert-schöpfung gesamt *
	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW
Einmalige Effekte					
Investition	111	322	19	19	472
Planung, Installation etc.	41	244	7	13	304
Jährliche Effekte					
Technische Betriebsführung	10	11	1	1	23
Betreibergesellschaft	74	8	12	3	97

Quelle: IÖW, 2010
*Anmerkung: * ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft*

Abbildung 9: Wertschöpfung für Photovoltaik-Großanlagen im Trend-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 10 %)

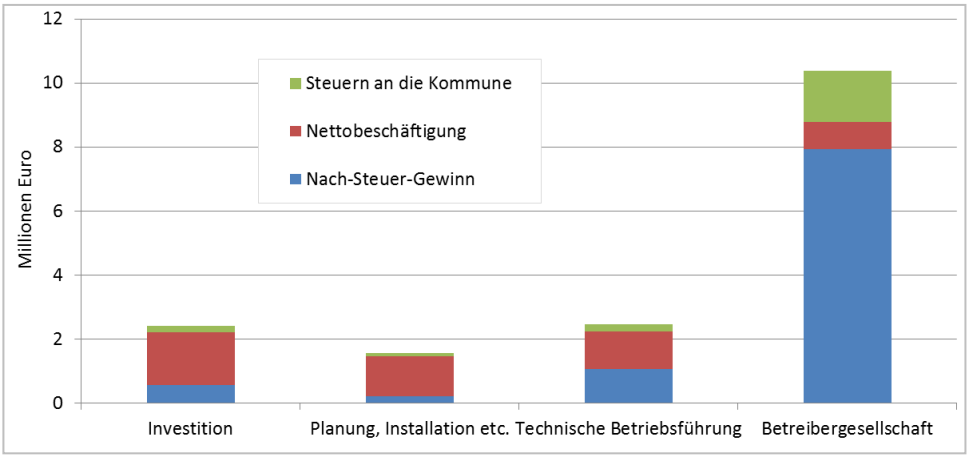
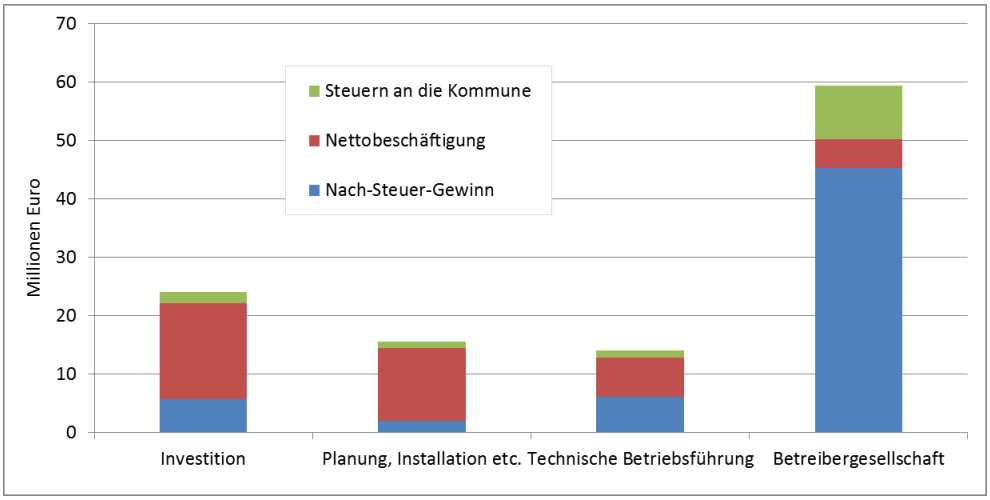


Abbildung 10: Wertschöpfung für Photovoltaik-Großanlagen im Effizienz-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 100 %)



Die Wertschöpfung für Photovoltaik-Großanlagen ergibt im Trend-Szenario einen Wert von ca. 17 Mio. € (siehe Abbildung 9). Im Effizienz-Szenario lassen sich dagegen ca. 113 Mio. € ermitteln (siehe Abbildung 10).

2.4 Solarthermie

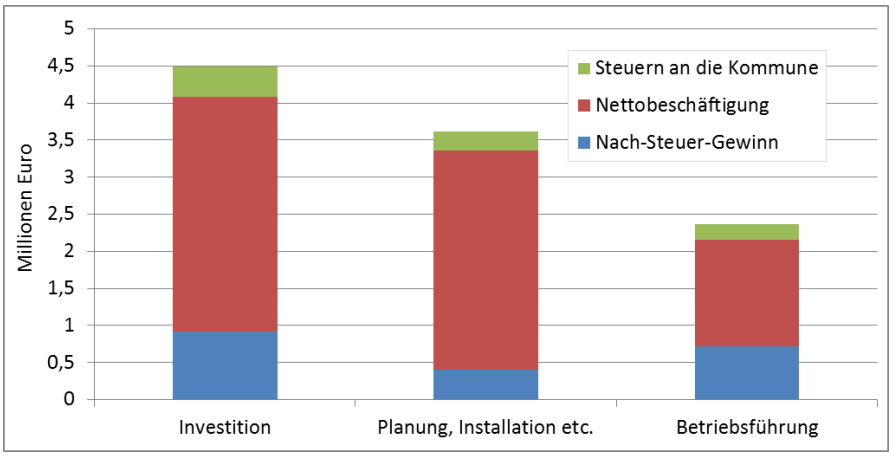
Tabelle 6 zeigt die Wertschöpfungseffekte für Solarthermie. Drei wichtige Punkte fallen dabei auf: die Betriebsjahre sind fast vernachlässigbar gering, die Wertschöpfung der Installation ist ähnlich hoch wie die der Produktion und die Umsatzsteuer kommt in der Betrachtung hinzu.
Hier werden nur Kleinanlagen betrachtet, laut IÖW (2010) sind dies Anlagen kleiner 20 m² auf Ein- oder Zweifamilienhäusern. Ausgangswert sind 16.500 m² solarthermische Anlagen im Jahr 2010. Es werden die Ausbauraten von 13 und 100 % im Trend- bzw. Effizienz-Szenario betrachtet. Im Trend-Szenario ergibt sich eine Wertschöpfung von ca. 10 Mio. €. Die einmaligen Effekte der Investition und der Planung sowie Installation nehmen einen großen Anteil gegenüber der Laufzeit ein (siehe Abbildung 11).

Tabelle 6: Wertschöpfungseffekte für Solarthermie-Kleinanlagen

Wertschöpfungsstufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobeschäftigung	Gewerbesteuer (netto)	Kommunalanteil an der Einkommensteuer	Kommunalanteil an der Umsatzsteuer	Wertschöpfung gesamt *
	€/m²	€/m²	€/m²	€/m²	€/m²	€/m²
Einmalige Effekte						
Investition	25	87	4	5	2	123
Planung, Installation etc.	11	81	2	4	1	100
Jährliche Effekte						
Betriebsführung	1	2	0,1	0,1	0,1	3

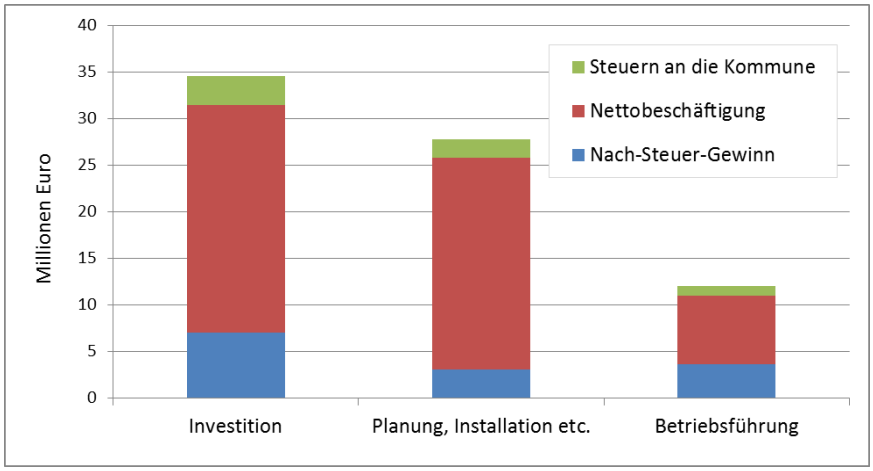
Quelle: IÖW, 2010
*Anmerkung: *ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft, Bezugswert m²*

Abbildung 11: Wertschöpfung für Solarthermie-Kleinanlagen im Trend-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 13 %)



Im Effizienz-Szenario wird eine Gesamtwertschöpfung von ca. 74 Mio. € ermittelt, wobei auch hier die einmaligen Effekte den größten Anteil haben (siehe Abbildung 12).

Abbildung 12: Wertschöpfung für Solarthermie-Kleinanlagen im Effizienz-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 100 %)



2.5 Wärmepumpen

Tabelle 7 enthält die angenommenen Wertschöpfungseffekte für Wärmepumpen, auch hier fällt zusätzlich die Umsatzsteuer an. Die Investition hat den größten Anteil an der Wertschöpfung.

Tabelle 7: Wertschöpfungseffekte für Wärmepumpen

Wertschöpfungs-stufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobe-schäfti-gung	Gewerbe-steuer (netto)	Kommu-nalanteil an der Ein-kommen-steuer	Kommu-nalanteil an der Umsatz-steuer	Wert-schöpfung gesamt *
	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW
Einmalige Effekte						
Investition	62	219	11	13	6	310
Planung, Installa-tion etc.	3	30	0,5	1	0,3	35
Jährliche Effekte						
Betriebsführung	5	16	1	0,1	0,4	22

*Quelle: IÖW, 2010; Anmerkung: * ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft*

Es wird angenommen, dass eine Pumpe eine Leistung von 10 kW hat. Es wurden Ausbauraten ab dem Jahr 2014 angewendet, d.h. es kommen 46 Pumpen pro Jahr im Trend-Szenario und 139 Pumpen pro Jahr im Effizienz-Szenario hinzu. Im Trend-Szenario lässt sich eine Gesamtwertschöpfung von ca. 10 Mio. € ermitteln (siehe Abbildung 13). Im Effizienz-Szenario ergibt sich eine Wertschöpfung über alle Stufen von ca. 19 Mio. € (siehe Abbildung 14).

Abbildung 13: Wertschöpfung für Wärmepumpen im Trend-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 46 Pumpen pro Jahr)

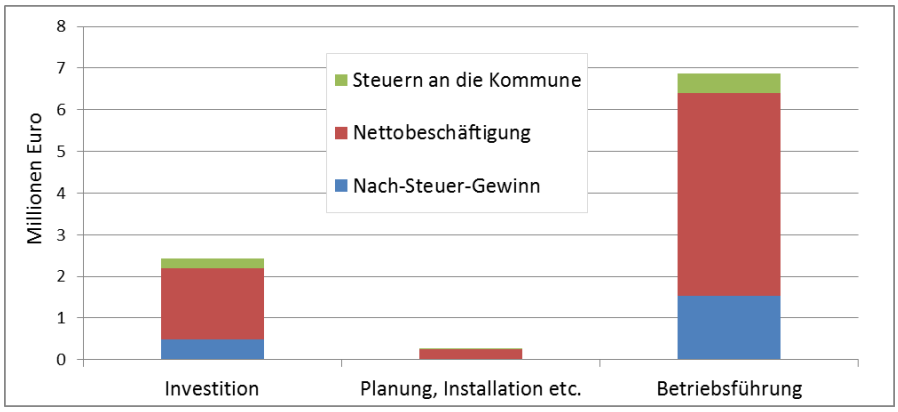
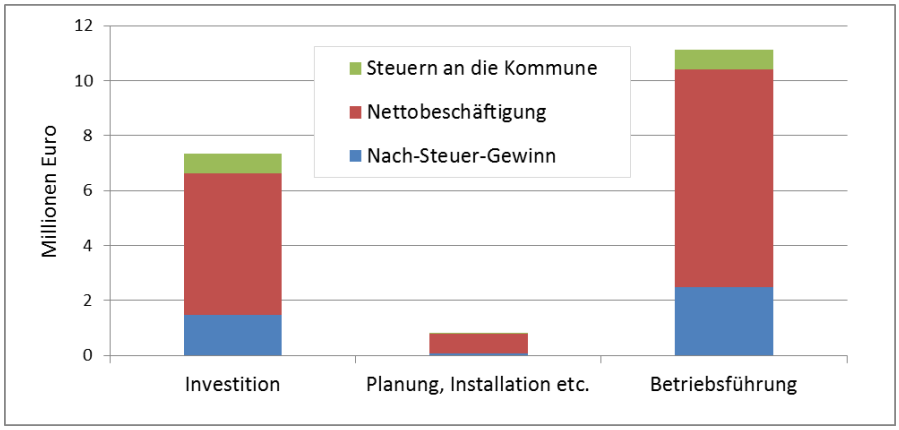


Abbildung 14: Wertschöpfung für Wärmepumpen im Effizienz-Szenario bei 17 Betriebsjahren (Ausbaurate 139 Pumpen pro Jahr)



2.6 Wind

Tabelle 8 gibt die Wertschöpfungseffekte für Windenergieanlagen (WEA) an. Vorhandene Anlagen außerhalb Dresdens, die zur DREWAG gehören, werden hier nicht betrachtet.

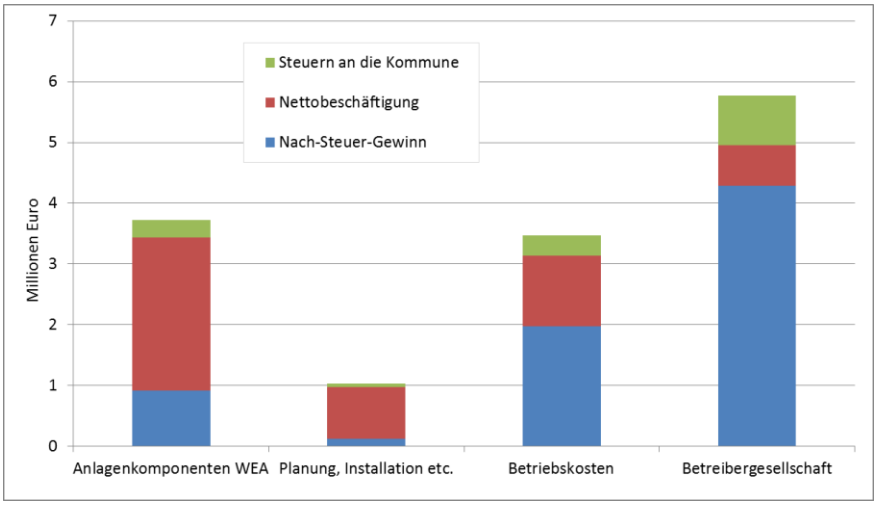
Tabelle 8: Wertschöpfungseffekte für Windenergie

Wertschöpfungsstufe	Nach-Steuer-Gewinn *	Nettobeschäftigung	Gewerbesteuer (netto)	Kommunalanteil an der Einkommensteuer	Wertschöpfung gesamt *
	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW	€/kW
Einmalige Effekte					
Anlagenkomponenten WEA	61	168	10	9	**248**
Planung, Installation, etc.	8	57	1	3	**69**
Jährliche Effekte					
Betriebskosten	12	7	1	1	**19**
Betreibergesellschaft (inkl. Geschäftsführung und Kommanditisten)	26	4	4	1	**36**

*Quelle: IÖW, 2010; Anmerkung: * ohne Ausschüttung Kapitalgesellschaft*

Im Trend-Szenario werden keine Windenergieanlagen vorgeschlagen. Dagegen wird im Effizienzszenario ab 2020 eine Windleistung von 15.000 kW angenommen. Zu den einmaligen Effekten von 4,7 Mio. € kommen die 11 Jahre Betriebsdauer von 2020 bis 2030 hinzu (siehe Abbildung 15). Dies ergibt eine Wertschöpfung von insgesamt ca. 14 Mio. €.

Abbildung 15: Wertschöpfung für Windenergieanlagen im Effizienz-Szenario bei 11 Betriebsjahren



2.7 Wertschöpfung für die erneuerbaren Energien – Zusammenfassung

Die Gesamtsumme der Wertschöpfung im Vergleich Trend- zu Effizienz-Szenario ist in Tabelle 9 angegeben. Es ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Szenarien zu verzeichnen. Das Effizienz-Szenario erwirtschaftet mit seinen höheren Ausbauraten und den verstärkten Maßnahmen eine Wertschöpfung von ca. 718 Mio. €. Unter den gegebenen Annahmen im IEuKK zeigen sich die größten Potentiale im Bereich der Photovoltaik und der Bioenergie.

Tabelle 9: Wertschöpfungseffekte der erneuerbaren Energien im Zeitraum von 2014 bis 2030

	Trend-Szenario	**Effizienz-Szenario**	Annahmen / Bemerkungen
	Mio. €		
Wind	0	14	ohne Anlagen außerhalb Dresdens; 11 Betriebsjahre
Wärmepumpen	10	19	Leistung einer Wärmepumpe: 10 kW; verschiedene Ausbauraten
PV-Anlagen	71	487	unterteilt in Klein- und Großanlagen (Dach)
Solarthermie	10	74	nur Kleinanlagen (unter 20 m²)
Biogas	39	56	Trend-Szenario: 6 Großanlagen; Effizienz-Szenario: 10 Betriebsjahre der neuen Großanlage (insg. 7 Großanlagen)
Biomasse	5	68	Trend-Szenario: 8 Kleinanlagen u. Kesselausbau ab 2014; Effizienz-Szenario: 8 Kleinanlagen, 1 Großanlage und Kesselausbau ab 2014
Gesamtsumme	**135**	**718**	

Es handelt sich hier um die maximal mögliche Wertschöpfung wenn alle Wertschöpfungsstufen vor Ort stattfinden. Hochrechnungen für den Zeithorizont verwenden die gleichen Annahmen wie zum Stand der Studie des IÖW, da man die zukünftige Entwicklung nicht vorhersagen kann. Es werden also die gleichen Steuern, Rendite etc. angenommen, da keine zuverlässigen Prognosen vorhanden sind.

3 Wertschöpfung für die Fernwärme

Die DREWAG gibt eine Bruttowertschöpfung von 95 Mio. € pro Jahr als Mittelwert der letzten Jahre an (Wustmann, 2012). Im Trend-Szenario ist kein Ausbau der Fernwärme geplant, aber auch der laufende Betrieb erzeugt eine Wertschöpfung. Für die Ausbaurate im Effizienz-Szenario lässt sich eine Abschätzung der Wertschöpfung für den Zeitraum von 2014 bis 2030 vornehmen. Es errechnet sich eine Wertschöpfung von ca. 80 Mio. € über den 17jährigen Zeitraum wenn man eine Ausbaurate von 5 % des Bestandswertes heranzieht (siehe Tabelle 10). Im IEuKK ist eine Ausbaurate von 1,5 % angegeben, dies betrifft die Steigerung des Absatzes der Fernwärme pro Jahr. Diese Rate wurde hier auf 5 % erhöht angenommen, da ein Ausbau auch eine qualitative Verbesserung über den technischen Stand hinaus bedeutet.
Es wird im Effizienz-Szenario von einer Investitionsrate ausgegangen, die die einfache Reproduktion um 5 % pro Jahr übersteigt. Eine notwendige Betrachtung der damit verbundenen öffentlichen Einnahmen aus Unternehmensgewinnen bedarf noch einer genauen Betrachtung der zeitlichen Entwicklung. Zukünftig ist eine umfassende Studie zur Wertschöpfung der Fernwärme geplant.

Tabelle 10: Wertschöpfungseffekte für die Fernwärme

	Trend-Szenario	Effizienz-Szenario
Wertschöpfung 2012	95 Mio. €	95 Mio. €
Ausbauraten in %	kein Ausbau	5 % (= 4,75 Mio. €)
zusätzliche Wertschöpfung 2014 bis 2030	-	80 Mio. €

4 Wertschöpfung für die energetische Wohngebäudesanierung

Im folgenden Abschnitt wird die Wertschöpfung für die Sanierung von Wohngebäuden abgeschätzt. Die Kosten für energetisch relevante Hausanlagen sind in einer BMVBS-Publikation aus dem Jahr 2012 angegeben, allerdings stehen dort westdeutsche Ein- und Zweifamilienhäuser im

Vordergrund. Aus durchschnittlichen Erfahrungswerten der energetischen Sanierung für Zweifamilienhäuser sowie größere Wohnanlagen wurde eine Kennziffer für eine grobe Abschätzung der Wertschöpfung auf Mehrfamilienhäuser für Ostdeutschland herunter gebrochen (BMVBS, 2012; Heubaum, 2012). Dabei handelt es sich um eine durchschnittliche energetische Sanierung von Wohngebäuden durch Wärmedämmung (kein Passivhausstandard). Der Dach- und Fensterbereich und die Erneuerung bzw. Optimierung der Heizungsanlagen sind hier mit integriert. Unter diesen Annahmen ergibt sich eine Wertschöpfung von ca. 80 € pro m² Wohnfläche für eine geschlossene 5-geschossige Bebauung, die hier als Mehrfamilienhäuser gelten. Ein- und Zweifamilienhäuser werden hier nicht betrachtet.

Insgesamt ist ein Bestand an Wohnfläche von 19.011.675 m² vorhanden (Stand 2005). Unter Beachtung der Sanierungsraten im Trend- und Effizienz-Szenario und der zuvor genannten Annahmen ergibt sich als grobe Abschätzung eine Wertschöpfung von ca. 130 Mio. € (Trend) und ca. 260 Mio. € (Effizienz) (siehe Tabelle 11), wenn man davon ausgeht, dass es sich nur um Mehrfamilienhäuser handelt.

Tabelle 11: Wertschöpfungseffekte für die Gebäudesanierung

	Trend-Szenario	Effizienz-Szenario
Wohnfläche in m²	19.011.675	
Sanierungsrate pro Jahr	0,5 %	1 %
Wertschöpfung 2014 bis 2030	130 Mio. €	260 Mio. €

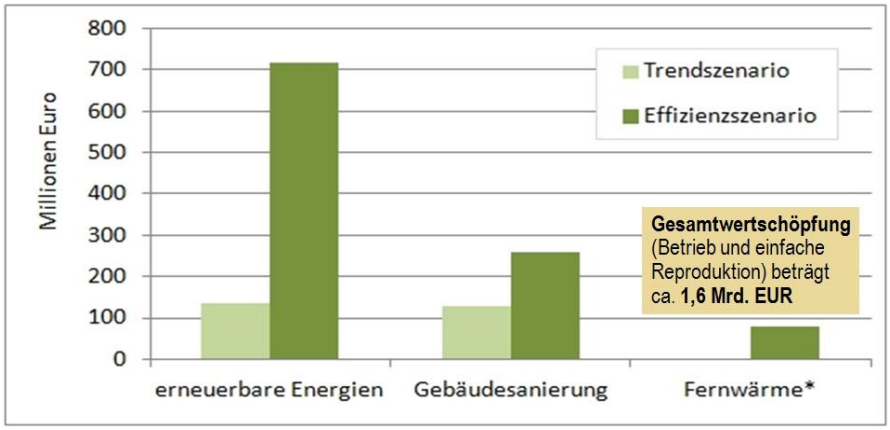
5 Bewertung der kommunalen Wertschöpfung

Die IÖW-Studie diente als Hilfsmittel, um Potentiale der kommunalen Wertschöpfung beim Ausbau erneuerbarer Energien für die Stadt Dresden und ggf. die umliegende Region zu ermitteln. Die Ermittlungen zur energetischen Gebäudesanierung und Fernwärme unterlagen einfachen Annahmen und Hochrechnungen und sind unabhängig von der IÖW-Studie entstanden.

Es handelt sich um eine grobe Abschätzung der Wertschöpfungseffekte. Die zukünftige Wertschöpfung ist schwierig für einen Standort konkret zu errechnen und zukünftige Entwicklungen sind nicht vorhersagbar. Es muss darauf hingewiesen werden, dass solch eine Wertschöpfungsermittlung Unschärfen besitzt.

Abbildung 16 zeigt die Wertschöpfungseffekte für die Maßnahmen des IEuKK unter den gegebenen Annahmen im Überblick. Die Maßnahmen lassen erhebliche positive Auswirkungen auf das Dresdner Handwerk und die klein- und mittelständige Unternehmen erwarten. Die lokale und regionale Wertschöpfung wird in allen Bereichen deutlich gesteigert. Damit leisten die Maßnahmen aus dem IEuKK einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und haben eine positive wirtschaftliche Auswirkung in der Region Dresden.

Abbildung 16: Wertschöpfungseffekte von 2014 bis 2030



*Anmerkung: * hier nur die zusätzliche Wertschöpfung durch forcierten Ausbau in Höhe von 5 % pro Jahr der Gesamtwertschöpfung(ca. 95 Mio EUR/Jahr)*

6 Literaturangaben

BMVBS, 2012: Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden, BMVBS-Online-Publikation, Nr. 07/2012.

Heubaum, 2012: persönliche Mitteilung, 09.11.2012

IÖW, 2010: Kommunale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung. Abschlussbericht. Schriftenreihe des IÖW 196/10, Berlin, September 2010.

Wustmann, 2012: persönliche Mitteilung, 09.11.2012

Anhang 14

MASSNAHMENKATALOG

GEBÄUDESANIERUNG

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Energieverbrauch reduzieren
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme/Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte
Beschreibung	**Einführung**	**Dämmen und Dichten der Gebäudehülle von Wohngebäuden mit Sanierungspotenzial und Verringerung der Verluste bei der Warmwasserbereitstellung** Ziel dieser Maßnahme ist es Wohngebäude auf ein wirtschaftliches Sanierungsniveau zu renovieren. - GIS Karte "Sanierungspotenzial im Wohngebäudebestand und bestehendes Fernwärmenetz" zeigt räumlich differenziert das wirtschaftliche Sanierungspotenzial von Wohngebäuden Stadtteile mit größtem Sanierungspotenzial (149 - 178 kWh/m²/a): - Leipziger Vorstadt / Pieschen Süd - Blasewitz / Striesen Ortschaften mit größtem Sanierungspotenzial: - Südliches Altfranken / Gompitz - Südöstliches Schönfeld / Schullwitz - Die Bevölkerungstrends der einzelnen Stadtteile zeigen auf, in welchen Bezirken positive bzw. negative Bevölkerungsentwicklung zu verzeichnen sind. Dies hat Auswirkungen auf die räumlich differenzierte Energienachfrage im Wohngebäudebereich. Stadtteile mit wachsender Bevölkerungstendenz und somit zukünftig steigender Energienachfrage im Wohngebäudebereich: - Cotta, Löbtau, Naußlitz, Dölzschen - Mockritz, Coschütz, Plauen - Blasewitz, Striesen - Mickten, Kaditz, Trachau - Leipziger Vorstadt, Pieschen - Neustadt ohne Leipziger Vorstadt
	Technische Gestaltung	Als wirtschaftlich sinnvolle Sanierung wird die Sanierung auf ein 7-Liter Haus angenommen (73 kWh/m²/a). Diese setzt sich zusammen aus 52 kWh/m²/a für Heizwärme und 21 kWh/m²/a für Warmwasser. Wird dem wirtschaftlichen Kriterium weniger Bedeutung zugemessen, wäre auch eine Sanierung auf weitergehende Sanierungsstandards, wie zum Beispiel das 3-Liter Haus, denkbar.
	Förderung Nutzerverhalten	Um dieses Ziel zu erreichen sind folgende Fördermaßnahmen möglich: - Energieberatung - Durch Schornsteinfeger - Durch Handwerkerinitiative - Thermografie-Spaziergänge in den Stadtteilen zur Sensibilisierung der Gebäudeeigentümer - Informationskampagnen über Energiesparmöglichkeiten ausführen und Anlaufstelle für Energiesparmöglichkeiten etablieren - Wirtschaftliche Anreizsysteme - Vermarktung und Kommunikation bestehender Förderlinien: regional, national, europäisch - Energieberatungen fördern (evtl. Zuschuss für private Interessenten) - Energieverbrauch transparent gestalten - Informationsmöglichkeiten mit EVU entwickeln - Vergleiche anstreben: Benchmark mit anderen Verbrauchern bzw. Unternehmen - Verbindung über Smartphones

	Politischer Rahmen	- Wirtschaftliche Anreizsysteme - Belohnung hoher Rücklauftemperaturen im Fernwärmenetz (in Kombination mit Maßnahme "Ausbau Fernwärmenetz"), Abstimmung über technische Unterstützung der Anreize mit EVU - Energieverbrauch transparent gestalten - Individuelle Energieabrechnung - Energieausweise für alle Gebäude - Evtl. Maßnahmen obligatorisch gestalten
Stadtteile		Fokusstadtteile sind die Stadtteile mit dem größten Sanierungspotenzial und wachsender Bevölkerungstendenz: Pieschen, Neustadt, Cotta und Löbtau
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		Gebäudesanierung auf 7-Liter Haus Standard als eigenes Renovierungsprojekt: - Investitionskosten: 250-300 EUR/m² - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 260-310 EUR/m² - Gewinn (-) / Verlust (+): -60 bis 40 EUR/m² - Amortisationszeit: 25 bis 50 Jahre
CO_2-Einsparung		Gebäudesanierung auf 7-Liter-Haus-Standard als eigenes Renovierungsprojekt: - CO_2-Einsparung (über Laufzeit): 0,5 t CO_2/m² - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): -120 bis 80 EUR/t CO_2
Szenarien		Trend-Szenario: - Jährliche Sanierungsrate: 0,5 % - Fläche saniert bis 2030: 2.380.000 m² - CO_2-Einsparungen bis 2030: 45.800 t CO_2 Aktion-Szenario: - Jährliche Sanierungsrate: 0,8 % - Fläche saniert bis 2030: 3.400.000 m² - CO_2-Einsparungen bis 2030: 65.300 t CO_2 Effizienz-Szenario: - Jährliche Sanierungsrate: 1,0 % - Fläche saniert in 2030: 4.090.000 m² - CO_2-Einsparungen bis 2030: 78.500 t CO_2
Versorgungssicherheit		Absenkung der Grundlast, da Wärmeverbrauch konstant reduziert wird
Machbarkeit	**Technische**	Gut machbar
	Soziale	Akzeptiert, aber Einbeziehung der Mieter / Zielgruppen vorteilhaft
	Ökonomische	Abhängig vom gewünschten Sanierungsstandard, bei 5-Liter-Haus und fördernden Kredit-Konditionen ökonomisch langfristig sinnvoll
Prüfaufträge		

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Energieverbrauch reduzieren
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme/Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Unternehmen, Kommunale Verwaltung
Beschreibung	**Einführung**	**Dämmen und Dichten der Gebäudehülle von Nicht-Wohngebäuden mit Sanierungspotenzial** Ziel dieser Maßnahme ist es Nicht-Wohngebäude auf ein wirtschaftliches Sanierungsniveau zu renovieren.
	Technische Gestaltung	Als wirtschaftlich sinnvolle Sanierung wird die Sanierung auf ein 8,5 Liter Haus angenommen (85 kWh/m²/a)
	Förderung Nutzerverhalten	Um dieses Ziel zu erreichen sind folgende Fördermaßnahmen möglich: - Energieberatung - Durch Schornsteinfeger - Durch Handwerkerinitiative - Thermografie-Spaziergänge in den Stadtteilen zur Sensibilisierung der Gebäudeeigentümer - Informationskampagnen über Energiesparmöglichkeiten ausführen und Anlaufstelle für Energiesparmöglichkeiten etablieren - Fördermöglichkeiten für Energieeffizienz in Unternehmen strukturiert darstellen und kommunizieren, zum Beispiel anhand einer Matrix mit den Dimensionen Unternehmensgröße / Status: Nicht-Existenzgründer, Existenzgründer / Industrie - Wirtschaftliche Anreizsysteme - Vermarktung und Kommunikation bestehender Förderlinien: regional, national, europäisch - Energieberatungen fördern (evtl. Zuschuss für private Interessenten) - Energieverbrauch transparent gestalten - Informationsmöglichkeiten mit EVU entwickeln - Vergleiche anstreben: Benchmark mit anderen Verbrauchern bzw. Unternehmen, Kenntnis von eigenem Verbrauch über bestimmte Zeiträume - Verbindung über Smartphones
	Politischer Rahmen	- Wirtschaftliche Anreizsysteme - Belohnung hoher Rücklauftemperaturen im Fernwärmenetz (in Kombination mit Maßnahme "Ausbau Fernwärmenetz"), Abstimmung über technische Unterstützung der Anreize mit EV DD - Energieverbrauch transparent gestalten - Individuelle Energieabrechnung - Energieausweise für alle Gebäude - Evtl. Maßnahmen obligatorisch gestalten
Stadtteile		Gesamtes Stadtgebiet
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		Gebäudesanierung auf 8,5-Liter-Haus-Standard als eigenes Renovierungsprojekt: - Investitionskosten: 250-300 EUR/m² - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 100-150 EUR/m² - Gewinn (-) / Verlust (+): 100 bis 200 EUR/m² - Amortisationszeit: > 50 Jahre
CO_2-Einsparung		Gebäudesanierung auf 8,5-Liter Haus Standard als eigenes Renovierungsprojekt: - CO_2-Einsparung (über Laufzeit): 0,74 t CO_2/m² - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): 135 bis 270 EUR/t CO_2

Szenarien		Trend-Szenario: - Jährliche Sanierungsrate: 0,5 % - Fläche saniert bis 2030: 950.000 m² - CO_2-Einsparungen bis 2030: 23.300 t CO_2 Aktion-Szenario: -Jährliche Sanierungsrate: 0,8 % - Fläche saniert bis 2030: 1.520.000 m² - CO_2-Einsparungen bis 2030: 37.250 t CO_2 Effizienz-Szenario: - Jährliche Sanierungsrate: 1,0 % - Fläche saniert bis 2030: 1.900.000 m² - CO_2-Einsparungen bis 2030: 46.550 t CO_2
Versorgungssicherheit		Absenkung der Grundlast, da Wärmeverbrauch konstant reduziert wird
Machbarkeit	**Technische**	Gut machbar
	Soziale	Akzeptiert, aber abhängig von ökonomischer Machbarkeit
	Ökonomische	Abhängig vom gewünschten Sanierungsstandard bei 8,5-Liter-Haus und unter Annahme der geringen Erdgaspreise für Großkunden nicht wirtschaftlich
Prüfaufträge		

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Energieverbrauch reduzieren
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme/Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte, Unternehmen, Kommunale Verwaltung
Beschreibung	**Einführung**	**Optimierung der Heizungssysteme: hydraulischer Abgleich** Ziel dieser Maßnahme ist es die bestehenden Heizungssysteme in ihrem Betrieb zu optimieren.
	Technische Gestaltung	Wichtiger Baustein ist die regelmäßige Kontrolle der Heizungsregelung sowie der hydraulische Abgleich in den Heizsträngen. Dieser dient dazu jeden Heizkörper nur mit der erforderlichen Wassermenge zu versorgen und so den Energieverbrauch des Systems zu reduzieren.

	Förderung Nutzerverhalten	Um dieses Ziel zu erreichen sind folgende Fördermaßnahmen möglich:
		- Beeinflussung des Nutzerverhaltens
		  - Kommunikation der Optimierungsmöglichkeiten im Bereich der Heizungsregelung und ihrer wirtschaftlichen Effektivität sowie der wirtschaftlichen Bedeutung der regelmäßigen Wartung
		- Fördermöglichkeiten seitens der Landeshauptstadt Dresden
		  - Qualifizierung von Handwerksbetrieben im Bereich Heizungsregelung und Kommunikation mit ihren Kunden

	Politischer Rahmen	- bislang keine Maßnahme von Bund oder Freistaat - Stadtratsbeschluss-Nr. V2572-SR76-08, Punkt 3: Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudebereich; damit eine Ergänzung der Fördermaßnahmen des Bundes im Gebäudebereich
Stadtteile		Gesamtes Stadtgebiet
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 500 bis 1200 EUR/Gebäude - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 5000 bis 6000 EUR/Gebäude - Gewinn (-) / Verlust (+): -3800 bis -5500 EUR/Gebäude - Amortisationszeit: ca. 2 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (über Laufzeit): 25 t CO_2/Gebäude - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): -152 bis -220 EUR/t CO_2
Szenarien		Eine Abstufung in Szenarien ist nicht sinnvoll
Versorgungssicherheit		- Absenkung der Grundlast, da Wärmeverbrauch und Leistung der Umwälzpumpen konstant reduziert wird -Energieverbrauch des System wird reduziert, zusätzliche Reservekapazitäten werden geschaffen
Machbarkeit	**Technische**	Gut machbar
	Soziale	Akzeptiert
	Ökonomische	auch bei kleineren Gebäuden von Vorteil
Prüfaufträge		1. Qualifizierungsprogramm gemeinsam mit der Handwerkskammer 2. Kooperation mit Verbund der Haus- und Grundstückseigentümer 3. Zusammenführung mit aktuellen KfW-Förderprogrammen prüfen

STROMEFFIZIENZ

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Energieverbrauch reduzieren
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Strom
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte, Unternehmen und Kommunale Verwaltung
Beschreibung	**Einführung**	Stromsparmaßnahmen
	Technische Gestaltung	Standby-Geräte ausschalten Effiziente Beleuchtung und Geräte, insbesondere Kühl- und Gefrierschränke Ganzheitliches Lichtkonzept bei der Straßenbeleuchtung Ganzheitliches Energiekonzept: Green-IT bei Verwaltung und Unternehmen
	Förderung Nutzerverhalten	Um dieses Ziel zu erreichen sind folgende Fördermaßnahmen möglich: - Energieberatung - Informationskampagnen über Energiesparmöglichkeiten ausführen und Anlaufstelle für Energiesparmöglichkeiten etablieren - Wirtschaftliche Anreizsysteme - Vermarktung und Kommunikation bestehender Förderlinien: regional, national, europäisch - Energieverbrauch transparent gestalten - Informationsmöglichkeiten mit EVU entwickeln - Vergleiche anstreben: Benchmark mit anderen Verbrauchern, Kenntnis von eigenem Verbrauch über Zeit; Wettbewerb zwischen einzelnen Stadtverwaltungseinheiten zum Kriterium Energieverbrauch anstreben - Messungen: Aufdecken von "Stromfressern" - Verbindung über Smartphones - Lastvariabler Stromverbrauch - "Intelligente Zähler" (Smart metering) - Intelligenter Stromverbrauch (in Schwachlastzeiten) durch Lastabwurf von Großverbrauchern
	Politischer Rahmen	- Wirtschaftliche Anreizsysteme - Mit Hilfe einer Gerätetausch- und Zuschussaktion eine Modernisierung anreizen - Beschaffungsrichtlinien erweitern - Energie-/Klimaindikatoren in die Leistungsmessung und Boniauszahlung von privatwirtschaftlichen und staatlichen Führungskräften integrieren - Lastvariabler Stromverbrauch - Optimiertes Lastmanagement mit Verbrauchern und Erzeugern entwickeln - Technische und regulatorische Anforderungen bestimmen
Stadtteile		Gesamtes Stadtgebiet
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten (Durchschnitt pro Jahr): 6 Mio. Euro - Erträge (Durchschnitt pro Jahr, abgezinst über die Laufzeit): 20 Mio. Euro - Gewinn (-) / Verlust (+) (Durchschnitt pro Jahr): -14 Mio. Euro - Amortisationszeit: 5 Jahre

CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (Durchschnitt pro Jahr bei 1% Effizienzsteigerung): 47.000 Tonnen/Jahr - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-) (Durchschnitt pro Jahr): -300 EUR/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario:** - Effizienz-Steigerungsrate: 0,5 % pro Jahr - CO_2-Einsparung im Jahr 2030: 28.800 t/a **Aktion-Szenario:** - Effizienz-Steigerungsrate: 0,8 % pro Jahr - CO_2-Einsparung im Jahr 2030: 40.000 t/a **Effizienz-Szenario:** - Effizienz-Steigerungsrate: 1% pro Jahr - CO_2-Einsparung im Jahr 2030: 47.000 t/a
Versorgungssicherheit		Absenkung der Grundlast, da Stromverbrauch konstant reduziert wird
Machbarkeit	**Technische**	Erprobte Technologie
	Soziale	Akzeptiert, gut machbar
	Ökonomische	Sehr wirtschaftlich
Prüfaufträge		

WINDENERGIE

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Strom
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Energieversorger
Beschreibung	**Einführung**	Bau von Windkraftanlagen im Stadtgebiet
	Technische Gestaltung	Im Stadtgebiet gibt es nur geringe machbare Möglichkeiten, Windenergie zu produzieren. Es sollte daher verstärkt auf das Potenzial der umliegenden Region zurückgegriffen werden. Im Stadtgebiet werden fünf Windkraftanlagen mit installierten Leistungen von jeweils drei MW vorgesehen.
	Förderung Nutzerverhalten	- Einkauf von elektrischer Energie mit geringen CO_2-Emissionen
	Politischer Rahmen	- Betreibermodelle für die regionale Windkraft mit maximaler regionaler Wertschöpfung definieren - Windstandorte mit regionalen Partnern sichern und entwickeln - Soziale Akzeptanz sicherstellen
Stadtteile		- In Dresden: Schönfelder Hochland und in der Nähe der Autobahnen - regionale Betrachtung erforderlich
Umsetzungshorizont		ab 2017
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 1,2 Mio. Euro pro MW - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 1,5 bis 2 Mio. Euro pro MW - Gewinn (-) / Verlust (+): -0,3 bis -0,8 Mio. Euro/MW - Amortisationszeit: 8 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (über Laufzeit): 20.700 t CO_2 pro MW - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): -14 bis -39 Euro/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario:** kein Ausbau **Aktion-Szenario:** kein Ausbau **Effizienz-Szenario:** - Städtischer Windpark: 15 MW - Energieertrag: 27 GWh/a - Inbetriebnahme 2020 - CO_2-Einsparung pro Jahr: 15.000 t CO_2 Es wird eine Laufzeit von 20 Jahren angenommen; die insgesamt erzielte CO_2-Einsparung beträgt 310.500 t.
Versorgungssicherheit		Negativer Einfluss; hohe Fluktuation
Machbarkeit	**Technische**	Technologie bereits vielfach eingesetzt
	Soziale	Im Stadtgebiet umstritten, verschiedene Ausschlussgebiete müssen berücksichtigt werden; in der Region gut machbar
	Ökonomische	Wirtschaftlich mit Einschluss der EEG-Umlage
Prüfaufträge		Als Prüfaufträge für eine umfassendere Darstellung des Ausbaus der Windenergie für die Stadt Dresden wird eine Änderung des Regionalplanes zum Ausbau von Windenergie in der Planungsregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge sowie die Erstellung einer Windpotenzialkarte für die Randgebiete der Stadt Dresden empfohlen.

AUSBAU PHOTOVOLTAIK

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Strom
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte und Unternehmen
Beschreibung	**Einführung**	Ausbau Photovoltaik-Flächen
	Technische Gestaltung	- Ausbau PV auf Dachflächen - Ausbau PV auf Freiflächen, z. B. Nutzung der Freifläche auf der Deponie Radeburger Str.
	Förderung Nutzerverhalten	-Einkauf von elektrischer Energie mit geringen CO_2-Emissionen - Marketingkonzept mit den Installateuren für einen Marktanreiz bei privaten Hausbesitzern - Solarkataster vermarkten - Dachflächenbörse zur Koordination von Angebot und Nachfrage geeigneter Dachflächen bzw. Investitionen
	Politischer Rahmen	- Lösungskonzept für die Steuerproblematik bei den Wohnungsbaugenossenschaften
Stadtteile		In ganz Dresden am Solarpotenzial-Dachkataster orientiert
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 300 Euro/ m^2 - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 400 Euro/m² - Gewinn (-)/ Verlust (+): -100 Euro/m² - Amortisationszeit: 10 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2 Einsparung (über Laufzeit): 1,5 t CO_2/m² - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): -67 Euro/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario:** - Ausbaurate: 10,0 % pro Jahr - Installierte Fläche pro Jahr: 137.000 m^2 - Anteil installierter Flächen am Potenzial in 2030: 5 % - CO_2-Reduktion in 2030: 9.000 t **Aktion-Szenario:** - Ausbaurate: 50,0 % pro Jahr - Installierte Fläche pro Jahr: 684.000 m^2 - Anteil installierter Flächen am Potenzial in 2030: 18 % - CO_2-Reduktion in 2030: 33.100 t **Effizienz-Szenario:** - Ausbaurate: 100,0 % pro Jahr - Installierte Fläche pro Jahr: 1.370.000 m^2 - Anteil installierter Flächen am Potenzial in 2030: 34 % - CO_2-Reduktion in 2030: 62.600 t
Versorgungssicherheit		Fluktuierend, daher negativer Beitrag; allerdings unerschöpflicher Energieträger und steigende Unabhängigkeit von importiertem Strom
Machbarkeit	**Technische**	Technologie bereits vielfach eingesetzt
	Soziale	Akzeptiert
	Ökonomische	Mit Einbeziehung der EEG-Umlage, wirtschaftlich
Prüfaufträge		Erstellung eines Solarkatasters für die Eignung von Freiflächen für PV

AUSBAU SOLARTHERMIE

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme/Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte und Unternehmen
Beschreibung	**Einführung**	Solarthermische Warmwasserbereitstellung
	Technische Gestaltung	Ausbau von Solarthermie auf Dachflächen zur Wärmeerzeugung mit einer jährlichen thermischen Energieerzeugung von 500 kWh/m²
	Förderung Nutzerverhalten	- Marketingkonzept: mit Hilfe von Installateuren Marktanreiz bei privaten Hausbesitzern schaffen - Vermarktung des Solarkatasters - Bestehende finanzielle Förderlinien kommunizieren und Wirtschaftlichkeit transparent darlegen - Aufbau einer Dachflächenbörse zur Koordination von Angebot und Nachfrage geeigneter Dachflächen bzw. Investitionen
	Politischer Rahmen	- Finanzielle Fördermittel bestehen bereits (KfW)
Stadtteile		Geeignete Flächen sind dem Solarkataster Dresden zu entnehmen
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 700 bis 1000 Euro pro m² - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 600 bis 900 Euro pro m² - Gewinn (-) / Verlust (+): -200 bis 400 Euro pro m² - Amortisationszeit:15 bis 20 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (über Laufzeit): 3 t CO_2/m² - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): -67 bis 133 Euro/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario:** - Ausbaurate pro Jahr: 13,0 % - Installierte Fläche pro Jahr: 2.150 m² - CO_2-Einsparungen pro Jahr: 280 t CO_2 **Aktion-Szenario:** - Ausbaurate pro Jahr: 50,0 % - Installierte Fläche pro Jahr: 6.120 m² - CO_2-Einsparungen pro Jahr: 800 t CO_2 **Effizienz-Szenario:** - Ausbaurate pro Jahr: 100,0 % - Installierte Fläche pro Jahr: 14.400 m² - CO_2-Einsparungen pro Jahr: 1.900 t CO_2
Versorgungssicherheit		Fluktuierender Energieträger, zur konstanten Wärmebereitstellung ist die Kombination mit Wärmespeichern und/oder alternativen Wärmeerzeugungstechniken nötig. Nutzung lokaler Sonnenpotenziale, die nicht erschöpflich sind, somit größere Unabhängigkeit von Energieimporten wie Erdgas. Aufgrund fluktuierender Wärmebereitstellung wird die Versorgungssicherheit leicht eingeschränkt.
Machbarkeit	**Technische**	Vielfach verbreitete und erprobte Technologie
	Soziale	Akzeptiert und gewünscht
	Ökonomische	Wirtschaftlich gut machbar

Prüfaufträge	- Optimierung der Warmwasseraufbereitung prüfen: Hygiene nicht thermisch sondern über andere Methoden, z. B. Ultrafiltration - Identifizierung von Einzelvorhaben im Wohnungsbau für die Eignung der Installation von solarthermischen Anlagen mit saisonalen Speicher - Analyse der Möglichkeit einer Nutzung von Prozesswärme von industriellen Anlagen

SOLARTHERMISCHE GROSSANLAGE

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme / Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGS-FELD		Energieversorger
Beschreibung	**Einführung**	Solarthermische Großanlage zur zentralen Wärmeerzeugung, verbunden mit saisonalem Speicher
	Technische Gestal-tung	- Solarthermische Großanlage auf einer Brach-/Freifläche installieren. - Zur ganzjährigen Nutzung als Wärmegrundlast im Fernwärmenetz sollte die Anlage mit einem Jahreszeitenspeicher verbunden werden
	Förderung Nutzer-verhalten	Siehe Maßnahmenpaket "Fernwärme"
	Politischer Rahmen	Ohne fördernde politische Rahmenbedingungen nicht durchsetzbar.
Stadtteile		Freifläche im Stadtgebiet mit Anbindung an das Fernwärmenetz
Umsetzungshorizont		2030
Investitionskosten		- Investitionskosten: 200 Mio. Euro
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung pro Jahr: 9.000 t CO_2
Szenarien		Das Projekt könnte im Effizienz-Szenario vorgesehen werden, aber aufgrund hoher Investitionskosten und momentanen Pilotcharakter erst ab 2030 vorgesehen
Versorgungssicherheit		Ausbau der Versorgungssicherheit durch saisonalen Speicher
Machbarkeit	**Technische**	- Solarthermische Großanlage technisch gut machbar. Saisonaler Speicher noch im Entwicklungsstadium. - Sehr große Flächen werden benötigt
	Soziale	Aufgrund des großen Flächenbedarfs könnte es soziale Widerstände geben.
	Ökonomische	Zurzeit nicht wirtschaftlich
Prüfaufträge		- Wirtschaftlichkeitsberechnungen - Prüfung von geeigneten Freiflächen

AUSBAU WÄRMEPUMPEN

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme / Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte
Beschreibung	**Einführung**	Einsatz von Wärmepumpen in Wohngebäuden zur Wärmebereitstellung
	Technische Gestaltung	- Sole/Wasser-Wärmpumpen - 100 Meter tiefe Bohrungen - 1 Bohrung für E/ZFH - 2 Bohrungen für MFH
	Förderung Nutzerverhalten	Um die Investitionen anzuregen, sollten die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpeninstallation sowie die bestehenden Angebote zur Finanzierung wie die von der KfW oder der BAFA besser kommuniziert werden, z. B. durch zentrale Informationsstellen oder die Hausbanken.
	Politischer Rahmen	Förderrichtlinien sind durch KfW und BAFA gegeben
Stadtteile		insbesondere in äußeren, nicht verdichteten Stadtgebieten
Umsetzungshorizont		ab 2012
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 15.000 EUR / Wärmepumpe - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 15.125 EUR/ Wärmepumpe - Gewinn (-) / Verlust (+): -125 EUR/Wärmepumpe - Amortisationszeit: 10 bis 30 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2 Einsparung (über Laufzeit): 48 t CO_2/Wärmepumpe - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): -2,60 EUR/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario:** - neu installierte Wärmepumpen pro Jahr: 46 - CO_2-Reduktion pro Jahr: 75 t CO_2/a **Aktion-Szenario:** - neu installierte Wärmepumpen pro Jahr: 81 - CO_2-Reduktion pro Jahr: 130 t CO_2/a **Effizienz-Szenario:** - neu installierte Wärmepumpen pro Jahr: 139 - CO_2-Reduktion pro Jahr: 225 t CO_2/a
Versorgungssicherheit		Erhöhter Strombedarf, aber geringerer Wärmebedarf Ausgehend von der Annahme, dass die Strombereitstellung und -speicherung aufwendiger ist als die Wärmebereitstellung und -speicherung, ist der erhöhte Strombedarf ein negativer Effekt. Auf der anderen Seite wird der Wärmebedarf erheblich gesenkt.
Machbarkeit	**Technische**	Technologie bereits vielfach eingesetzt
	Soziale	Relativ gute Akzeptanz
	Ökonomische	Laut Beispielrechnung ökonomisch sinnvoll, aber individuelle Gegebenheiten müssen einzeln betrachtet werden
Prüfaufträge		Optimierung der Warmwasseraufbereitung prüfen: Hygiene nicht thermisch, sondern über andere Methoden, z. B. Ultrafiltration, gewährleisten

TIEFENGEOTHERMIE-HEIZWERK

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme / Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Energieversorger
Beschreibung	**Einführung**	Betrieb eines tiefengeothermalen Heizwerkes mit einer thermischen Leistung von 20 MW
	Technische Gestaltung	Integration in bestehende Wärmeenergienetze, insb. in das bestehende Fernwärmenetz Könnte als Grundlasterzeuger dienen In Kombination mit Kurzzeitspeicher könnte das Heizwerk der Bereitstellung von Wärme-Regelenergie dienen.
	Förderung Nutzerverhalten	Dialog mit den Bürgern: Einbeziehung der Bürgerschaft zu Chancen und Risiken von Tiefengeothermie-Anlagen
	Politischer Rahmen	Förderung im Rahmen von Bundesförderinitiativen, z. B. Bundesforschungsförderprogramm (50 % Förderung), Förderung erneuerbarer Energien
Stadtteile		Löbtau, Nähe Nossener Brücke
Umsetzungshorizont		Projektstart ab 2024, Projektlaufzeit: 6 Jahre, Heizwerkstart ab 2030
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 50 Mio. EUR - Erträge (abgezinst über Laufzeit 30 Jahre): 32 Mio. EUR - Gewinn (-) / Verlust (+): 18 Mio. EUR - Amortisationszeit: 50 Jahre (die hohe Amortisationszeit bringt zum Ausdruck, dass ohne den Einsatz von Fördermitteln keine Umsetzung erfolgen wird)
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (über Laufzeit): 766.100 t CO_2 - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): 23 EUR/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario**: kein Ausbau **Aktion-Szenario**: kein Ausbau **Effizienz-Szenario**: - Heizwerk mit 20 MW_{th} Leistung, dass jährlich 90 GWh Wärmeenergie bereitstellen kann - CO_2-Reduktion pro Jahr: 25.500 t CO_2/Jahr
Versorgungssicherheit		Wärme kann kontinuierlich erzeugt und gut mit einem Kurzzeitwärmespeicher verbunden werden, um Spitzenlasten abzudecken. Verringerung der Abhängigkeit von Energieimporten, daher positiver Beitrag zur Versorgungssicherheit
Machbarkeit	**Technische**	- Pilotcharakter aufgrund schwieriger Bodenbeschaffenheit in Dresden (Granitböden); - Hohe Unsicherheit in Bezug auf erreichbares Temperaturniveau, Machbarkeit der Bohrungen; keine Erdbebenregion - Geringe Flächennutzung
	Soziale	Akzeptanzrisiko aufgrund möglicher Erdstöße bei Bohrungen
	Ökonomische	Hohe Investitionskosten, Wirtschaftlichkeit bei Pilotprojekt monetär nicht gegeben, aber Wissen ausbauend und Innovationen fördernd
Prüfaufträge		

AUSBAU BIOGENER FESTBRENNSTOFFKESSEL

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme/Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte und Unternehmen
Beschreibung	**Einführung**	Einsatz von biogenen Festbrennstoffkesseln
	Technische Gestaltung	- Ausbau von Stückholz- und Pelletheizungen - Durchschnittliche Leistung von 12 kW mit einer jährlichen Auslastung von 1800 Stunden
	Förderung Nutzerverhalten	- Marketingkonzept: mit Hilfe von Installateuren Marktanreiz bei privaten Hausbesitzern schaffen - Bestehende finanzielle Förderlinien kommunizieren und Wirtschaftlichkeit transparent darlegen - Beteiligungsmodelle für Bürgerinnen und Bürger einrichten
	Politischer Rahmen	- Finanzielle Fördermittel bestehen bereits (KfW) - Rohstofflieferung innerhalb der Region fördern
Stadtteile		Gesamtes Stadtgebiet
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 15.000 Euro/Kessel - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 35.000 bis 40.000 Euro/Kessel - Gewinn (-) / Verlust (+): -20.000 bis -25.000 Euro/Kessel - Amortisationszeit: 15 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (über Laufzeit):78 t CO_2/Kessel - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): -256 bis -320 Euro/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario:** - Ausbaurate pro Jahr: 4,0 % - Installierte Kessel pro Jahr: 21 - Eingespartes CO_2 pro Jahr: 55 t CO_2 /a **Aktion-Szenario:** - Ausbaurate pro Jahr: 10,0 % - Installierte Kessel pro Jahr: 32 - Eingespartes CO_2 pro Jahr: 83 t CO_2 /a **Effizienz-Szenario:** - Ausbaurate pro Jahr: 20,0 % - Installierte Kessel pro Jahr: 85 - Eingespartes CO_2 pro Jahr: 220 t CO_2 /a
Versorgungssicherheit		Biomasse stetig vorhanden, nicht fluktuierend, Rohstoff nachwachsend, daher positiver Beitrag
Machbarkeit	**Technische**	Erprobte Technologie
	Soziale	Akzeptiert und gewünscht
	Ökonomische	Wirtschaftlich gut machbar
Prüfaufträge		

BIOMASSE-HEIZKRAFTWERK

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		KWK
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Energieversorger
Beschreibung	**Einführung**	Biomasse-KWK-Kraftwerk für die Verbrennung trockener Biomasse
	Technische Gestaltung	- Nutzung verbrennbarer Biomasse, wie Waldholz, Landschaftspflegeholz, Grünschnitt, Altholz, Industrieholz sowie ggf. verbrennbare Anteile von Bio- und Grünabfällen - Integration in bestehende Wärmeenergienetze, insb. in das bestehende Fernwärmenetz - Nutzung der städtischen Potenziale im Aktion-Szenario: HKW1 mit 3,833 MW_{el} und einer Stromproduktion von 31 GWh und einer Wärmeproduktion von 133 GWh. - Nutzung der regionalen Potenziale im Effizienz-Szenario: HKW2 mit 20 MW_{el} Leistung und einer Stromproduktion von 160 GWh und einer Wärmeproduktion von 360 GWh
	Förderung Nutzerverhalten	- Förderung von Energie-Contracting - Bürgerbeteiligungen ermöglichen siehe ebenfalls Maßnahmenpaket "Fernwärme"
	Politischer Rahmen	- Schaffung eines institutionellen Rahmens für die Biomassenutzung in der Region - Ausbau Förderprogramme für Mini-BHKW und Insellösungen (DREWAG Innovationsfonds)
Stadtteile		Äußeres Stadtgebiet mit Anbindung an bestehende Fernwärmegebiete und gute Liefermöglichkeiten von Biomasse aus der Region
Umsetzungshorizont		ab 2020/2030
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 7.000 bis 8.000 EUR/kW HKW1: 30 Mio. Euro HKW2: 100 Mio. Euro - Erträge (abgezinst über die Laufzeit, incl. EEG-Umlage): HKW1: 100 Mio. Euro HKW2: 250 Mio. Euro - Gewinn (-) / Verlust (+): HKW1: -70 Mio. Euro HKW2: -150 Mio. Euro - Amortisationszeit: 5-10 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (über Laufzeit): HKW1: 1.500.000 t CO_2 HKW2: 5.100.000 t CO_2 - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): HKW1: -50 Euro/t CO_2 HKW2: -30 Euro/t CO_2
Szenarien		**Trend-Szenario:** kein Ausbau vorgesehen **Aktion-Szenario:** HKW1: 3,833 MW_{el} Jahr der Inbetriebnahme: 2020 Stromproduktion: 31 GWh pro Jahr Wärmeproduktion: 133 GWh pro Jahr CO_2-Reduktion pro Jahr: 57.000 Tonnen **Effizienz-Szenario:** HKW2: 20 MW_{el} Jahr der Inbetriebnahme: 2025

		Stromproduktion: 160 GWh pro Jahr Wärmeproduktion: 360 GWh pro Jahr CO_2-Reduktion pro Jahr: 100.000 Tonnen (Bemerkung: Die CO_2-Reduktion fällt im Effizienzszenario geringer aus als es die Wärmeproduktion von 360 GWh erwarten läßt. Der Grund liegt in den im Effizienzszenario insgesamt verbesserten Fernwärmeparametern z. B. durch Einbindung der Tiefengeothermie, so dass die Einbindung von Bioenergie geringere Verbesserungen in den Emissionen bringt als im Trend-Szenario)
Versorgungssicherheit		Biomasse stetig vorhanden, nicht fluktuierend, Rohstoff nachwachsend, daher positiver Beitrag
Machbarkeit	**Technische**	Technologie bekannt, gut machbar
	Soziale	Akzeptiert, eventuelle Vorbehalte der lokalen Bevölkerung am Standort aufgrund Geruch/Lärmbelästigung, insbesondere bei der Großanlage (HKW2); Kommunikation über Herkunft der Biomasse transparent gestalten (keine Abholzung)
	Ökonomische	Hohe Investitionskosten, aber wirtschaftlich rentabel
Prüfaufträge		energetische Biomasseverwertung mit der stofflichen Biomasseverwertung vergleichen und anhand des Kriteriums "CO_2-Reduktion" in der Gesamtkette bewerten

BIOGAS-HEIZKRAFTWERK

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Bereitstellung erneuerbarer Energien
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		KWK
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Energieversorger
Beschreibung	**Einführung**	Biogas-Heizkraftwerk für die Vergärung von nasser Biomasse
	Technische Gestaltung	- Nutzung vergärbarer Ackerlandprodukte, Bioabfall, Gülle und Klärschlamm - Integration in bestehende Wärmeenergienetze oder Aufbau von Nahwärmeinseln in Gebieten mit genügend lokaler Wärmeabnahme - Nutzung der städtischen Potenziale im Aktion-Szenario: Biogas-HKW1 mit 1,323 MW_{el} und einer Stromproduktion von 11 GWh und einer Wärmeproduktion von 6 GWh. - Nutzung der regionalen Potenziale im Effizienz-Szenario: Biogas-HKW2 mit 5 MW_{el} Leistung und einer Stromproduktion von 40 GWh und einer Wärmeproduktion von 16 GWh
	Förderung Nutzerverhalten	- Weitergehende Förderung der Abfalltrennung in Haushalten, Unternehmen und im öffentlichen Raum, um den Anteil des verwertbaren Bioabfalls zu erhöhen
	Politischer Rahmen	- Schaffung eines institutionellen Rahmens für die Biomassenutzung in der Region - Dialog zwischen Interessens- und Verwaltungsgruppen fördern
Stadtteile		Äußeres Stadtgebiet mit Anbindung an bestehende Fernwärmegebiete und gute Liefermöglichkeiten von Biomasse aus der Region
Umsetzungshorizont		ab 2014/2015
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: HKW 1: 5 Mio. Euro HKW 2: 30 Mio. Euro - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): HKW 1: 15 Mio. Euro HKW 2: 50 Mio. Euro - Gewinn (-) / Verlust (+): HKW 1: -10 Mio. Euro HKW 2: -20 Mio. Euro - Amortisationszeit: 5-10 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2 Einsparung (über Laufzeit): HKW 1: 150.000 t CO_2 HKW 2: 500.000 t CO_2 - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): HKW 1: -67 Euro/t CO_2 HKW 2: -40 Euro/t CO_2
Szenarien		**Aktion-Szenario:** HKW1: 1,323 MW_{el} Jahr der Inbetriebnahme: 2016 Stromproduktion: 11 GWh pro Jahr Wärmeproduktion: 6 GWh pro Jahr CO_2-Reduktion pro Jahr: 8.500 Tonnen **Effizienz-Szenario:** HKW2: 5 MW_{el} Jahr der Inbetriebnahme: 2017 Stromproduktion: 40 GWh pro Jahr Wärmeproduktion: 16 GWh pro Jahr CO_2-Reduktion pro Jahr: 4.500 Tonnen (bei den Fern-

		wärmeparametern des Effizienzszenarios in 2030), Bemerkung: bei den Fernwärmeparametern des Aktionsszenarios z. B. ohne Tiefengeothermie würde es zu einer CO_2-Reduktion von ca. 30.000 Tonnen kommen
Versorgungssicherheit		Biomasse stetig vorhanden, nicht fluktuierend, Rohstoff nachwachsend, daher positiver Beitrag
Machbarkeit	**Technische**	Technologie bekannt, gut machbar
	Soziale	Akzeptiert, eventuelle Vorbehalte der lokalen Bevölkerung am Standort aufgrund Geruch/Lärmbelästigung
	Ökonomische	Wirtschaftlich rentabel
Prüfaufträge		- Energetische Verwertung der Bioabfälle mit stofflicher Verwertung aus Sicht des Klimaschutzes vergleichen

AUSBAU FERNWÄRMESYSTEM

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme / Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Energieversorger
Beschreibung	**Einführung**	Erweiterung und Verdichtung des Fernwärmesystems
	Technische Gestaltung	Ausbau: - Verdichtung des Fernwärmenetzes (Anschlussdichte erhöhen) - Erweiterung des Fernwärmenetzes (Rohrbau) Effiziente Wärmebereitstellung: - Verringerung der Fernwärmetemperatur in machbaren Teilsträngen (von 110 °C auf 90 °C) - Gebäude mit hohem EnEV Standard vereinzelt am Fernwärmerücklauf anschließen (40 °C ist bei hohem EnEV Standard ausreichend) - Erhöhung der Abnahmequote der bereits produzierten Wärme mit Hilfe von Wärmespeichern - Integration von Wärmespeicher in das Fernwärmenetz, Nutzung der gespeicherten Wärme als "Regelwärme" - Kurzfristig: Kurzzeitspeicher - Langfristig: Jahreszeitenspeicher - Einspeisung erneuerbarer Energien: siehe solarthermische Großanlagen, Tiefengeothermie und Biomasse-Heizkraftwerke; evtl. zusätzliche Nutzung der Abwärme von Industrie- und Gewerbeanlagen
	Förderung Nutzerverhalten	- Anreizsystem für Haushalte schaffen, dass sich an der Vorlauf- und/oder Rücklauftemperatur orientiert: niedrige Vorlauf- und hohe Rücklauftemperatur belohnen - Förderung der Installation neuer Wärmetauscherflächen um die Netztemperatur absenken zu können
	Politischer Rahmen	Innenentwicklung der Stadt (Verdichtung) fördern
Stadtteile		Verdichtung: Stadtteile mit bestehendem Fernwärmenetz Erweiterung: Klotzsche, Friedrichstadt, Leipziger Vorstadt, einschließlich Pieschen, Löbtau
Umsetzungshorizont		Ab 2012
Investitionskosten und -erträge		Die Investitionskosten für eine Erweiterung sind abhängig von den Boden- und Anschlussgegebenheiten und können daher nicht pauschal berechnet werden. Investitionskosten für eine Verdichtung entstehen auf Seite der anzuschließenden Gebäude sowie auf Seite des Energieversorgers. Es kann von einer Aufteilung von 3.000 Euro pro 100 kW Anschluss für den Energieversorger und von 7.000 Euro pro 100 kW Anschluss für den Gebäudeeigentümer ausgegangen werden.
CO_2-Einsparung		CO_2-Einsparung: 320.000 t CO_2 im Vergleich von 2005 ggü. 2030

Szenarien		**Trend-Szenario:** - kein Ausbau - Endenergie in 2030: 1.700 GWh - CO_2-Emissionen in 2030: 198.000 t CO_2 **Aktion-Szenario:** - Ausbaurate: 1,0 % pro Jahr - Endenergie in 2030: 1.800 GWh - CO_2-Emissionen in 2030: 191.000 t CO_2 **Effizienz-Szenario:** - Ausbaurate: 1,5 % pro Jahr - Endenergie in 2030: 1.900 GWh - CO_2-Emissionen in 2030: 137.000 t CO_2
Versorgungssicherheit		Primärenergieträger ist hauptsächlich Erdgas, das zunehmend durch Biomasse, Solarthermie und Geothermie ersetzt wird. Mit Hilfe der Kurzzeit- und Langzeitspeicher kann Regelwärme bereitgestellt und somit ein positiver Beitrag zur Versorgungssicherheit geleistet werden. Die Abhängigkeit von Erdgas sowie die fluktuierende Wärmebereitstellung der Solarthermie sind negative Einflussfaktoren.
Machbarkeit	**Technische**	Technologie besteht bereits, Erweiterung technisch machbar
	Soziale	Akzeptiert
	Ökonomische	Eine Wirtschaftlichkeit wird angenommen, individuelle Ausbauströme sind wirtschaftlich einzeln zu prüfen.
Prüfaufträge		- Sanierungsbedarf der Fernwärmeleitungen prüfen - Prüfen der Wirtschaftlichkeit die Abwärme von Industrie und Gewerbe im Fernwärmesystem zu nutzen, z. B. Großdruckerei Prinovis. Dies ist mit anderen Nutzungsalternativen zu vergleichen - Möglichkeit bewerten, gut isolierte Häuser am Rücklauf anzuschließen - Bei Verringerung der Temperatur unter 90 °C muss die Wasserhygiene über nichtthermische Verfahren sichergestellt werden.

AUSTAUSCH ÖL- UND GASKESSEL

ENERGETISCHES AKTIONSFELD		Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD		Wärme / Kälte
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD		Haushalte
Beschreibung	**Einführung**	Austausch von bestehenden Öl- und Gasheizungen gegen moderne Anlagen mit einem hohen Wirkungsgrad
	Technische Gestaltung	In Dresden sind noch alte Heizungsanlagen mit niedrigem Wirkungsgrad vorhanden. Diese Art der Wärmebereitstellung gilt es mittels Heizungsmodernisierung oder Ersatz durch andere Energieträger wie Fernwärme oder Wärmepumpen zu verbessern.
	Förderung Nutzerverhalten	Um die Ersatzinvestitionen anzuregen, sollten die bestehenden Angebote zur Finanzierung wie die von der KfW oder der BAFA besser kommuniziert werden, z. B. durch zentrale Informationsstellen oder die Hausbanken. Die Wirtschaftlichkeit müsste individuell prüfbar gemacht werden, z. B. mittels eines "Online-Rechners" bei dem spezifische Grundangaben vorgenommen werden können.
	Politischer Rahmen	Günstige Finanzierungslinien existieren bereits, aber müssten dem Bürger näher gebracht werden. Die Einführung bzw. Förderung von Contracting-Modellen kann positive wirtschaftliche Effekte hervorrufen.
Stadtteile		Gesamtes Stadtgebiet
Umsetzungshorizont		ab 2012
Investitionskosten und -erträge		- Investitionskosten: 10.000 EUR/Kessel für Öl und Gas - Erträge (abgezinst über die Laufzeit): 6.000 bis 6.500 EUR/Kessel für Öl und Gas - Gewinn (-)/ Verlust (+): 3.500-4.000 EUR Kessel für Öl und Gas - Amortisationszeit: 50 Jahre
CO_2-Einsparung		- CO_2-Einsparung (über Laufzeit): 17 t CO_2/Kessel für Öl und Gas Pro Jahr wurden angesetzt: 0,69 t für Öl-Kessel und 0,55 t für Gas-Kessel - Vermeidungskosten (+) bzw. -erträge (-): 205 bis 230 EUR/t CO_2 /Jahr für Öl und Gas

Szenarien		**Trend-Szenario:** - Sanierungsrate für Öl- und Gaskessel: 1 % pro Jahr - Anzahl ausgetauschter Kessel pro Jahr: Öl: 21 Kessel Gas: 279 Kessel - CO_2-Reduktion pro Jahr: Öl: 15 t CO_2/Jahr Gas: 150 t CO_2/Jahr **Aktion-Szenario:** - Sanierungsrate für Öl- und Gaskessel: 1,5 % pro Jahr - Anzahl ausgetauschter Kessel pro Jahr: Öl: 31 Kessel Gas: 419 Kessel - CO_2-Reduktion pro Jahr: Öl: 21 t CO_2/Jahr Gas: 230 t CO_2/Jahr **Effizienz-Szenario:** - Sanierungsrate für Öl- und Gaskessel: 2,0 % pro Jahr - Anzahl ausgetauschter Kessel pro Jahr: Öl: 41 Kessel Gas: 559 Kessel - CO_2-Reduktion pro Jahr: Öl: 28 t CO_2/Jahr Gas: 310 t CO_2/Jahr
Versorgungssicherheit		Absenkung der Grundlast, da Öl- bzw. Gasverbrauch konstant reduziert wird
Machbarkeit	**Technische**	Technologie vielfach eingesetzt
	Soziale	Akzeptanz, aber abhängig von wirtschaftlicher Machbarkeit
	Ökonomische	Allgemein ist die Wirtschaftlichkeit nicht gegeben. Individuelle Gegebenheiten müssen geprüft werden.
Prüfaufträge		

BETRIEBLICHES MOBILITÄTSMANAGEMENT

ENERGETISCHES AKTIONSFELD	Energieverbrauch reduzieren
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD	Reduktion Energie im Verkehr
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD	Kommunale Verwaltung, Unternehmen
Beschreibung	**Betriebliches Mobilitätsmanagement** Die Maßnahmen M15, M30, M38 und M39 des Luftreinhalteplanes der Stadt Dresden beschäftigen sich mit dem Handlungsfeld Mobilitätsmanagement. Ein Teilbereich des Mobilitätsmanagements ist das betriebliche Mobilitätsmanagement. Konkrete Maßnahmen beinhalten beispielsweise: • das Aufstellen von Mobilitätsplänen für Unternehmen, Verwaltungen, Schulen und Freizeiteinrichtungen, • die Förderung von Fahrgemeinschaften, • die Anpassung von ÖPNV-Angeboten an Betriebsinteressen, • das Angebot von Jobtickets. Betriebliches Mobilitätsmanagement kann in sehr unterschiedlicher Ausprägung durchgeführt werden, wobei die Auswirkungen häufig schwierig zu bestimmen sind. Letztlich wirkt sich auch betriebliches Mobilitätsmanagement in einem veränderten Modal Split aus, den man dann im SRV messen kann. Dresden hat mit dem „Mobilitätskonzept Infineon" auch ein gut dokumentiertes Umsetzungsbeispiel für das betriebliche Mobilitätsmanagement vorzuweisen.
Stadtteile	Gesamtes Stadtgebiet
Umsetzungshorizont	Ab 2012
Investitionskosten und -erträge	Für Betriebe entstehen vor allem anfänglich (geringe) Kosten für den Aufbau einer Mobilitätsmanagementstruktur, z. B. für Jobtickets, Fahrradabstellanlagen, Duschen, Workshops, Informationsmaßnahmen und Plakate. Auf lange Sicht ergeben sich jedoch erhebliche Einsparungen, z. B. ein geringerer finanzieller Aufwand für den Arbeitsweg der Angestellten oder Einsparungen für die Unterhaltung oder den Neubau von PKW-Stellplätzen. Auch wirkt sich die Änderung des Verkehrsverhaltens positiv auf die Gesundheit der Mitarbeiter aus. Die Stadt Dresden wirkt sowohl als Akteur, Initiator als auch Partner in Fragen des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Es entstehen dabei vor allem Kosten für die Beauftragung eines oder mehrerer Experten im Bereich des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Denkbar ist auch die Zuweisung der Verantwortlichkeit im Rahmen bereits bestehender Arbeitsplätze, soweit freie Kapazitäten vorhanden sind. Hinzu kommen je nach Ansatz Aufwendungen für eventuelle Förderprogramme. Die Einführung eines betrieblichen Mobilitätsmanagements ist vor allem zu Beginn mit einem gewissen Aufwand sowohl für den Betrieb als auch für Kooperationspartner verbunden. Jedoch ergibt sich langfristig ein erheblicher Nutzen für die Betriebe und deren Mitarbeiter. Nicht zu vernachlässigen sind außerdem die positiven Effekte auf die gesamte Stadtbevölkerung, welche sich aus der Verlagerung des MIV auf den Umweltverbund ergeben. Des Weiteren wirkt sich die Veränderung des Mobilitätsverhaltens auf dem Weg zur Arbeit oft auch auf das weitere Verkehrsverhalten der Betroffenen aus. So lässt sich bspw. das Jobticket auch für Einkäufe oder Wege zu

	Freizeitaktivitäten verwenden und beeinflusst den Modal Split des Gesamtverkehrs ebenfalls zugunsten des Umweltverbundes.
CO_2 Einsparung	IST-Situation 2008: 306.200 Erwerbstätige, davon 280.800 Angestellte (nicht selbstständig) Wege zur Arbeit: MIV: Modal Split-Anteil 51 % ÖPV: Modal Split-Anteil 21 % Radverkehr: Modal Split-Anteil 19 % Fußverkehr: Modal Split-Anteil 9 % Annahme: Nach Einführung Mobilitätsmanagement in einer Firma verlagern sich innerhalb eines Jahres 2 % der Arbeitswege vom MIV auf den Umweltverbund, davon verlagern sich 50 % der Wege auf den ÖPV und 50 % der Wege auf Rad und Fuß (durchschnittliche Entfernung zur Arbeit: einfach 10 km, hin und zurück 20 km, Arbeitstage: 250) Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sich die Verhaltensänderung nicht nur auf die betroffenen Arbeitswege beschränkt, sondern dass z. B. durch die Nutzung des Jobtickets auch andere Wege betroffen sind. **Einsparung CO_2 ca. 0,8 t/Umsteiger und Jahr (individuelle Ersparnis ca. 300 Liter Dieselkraftstoff bzw. 340 Liter Benzin)**
Szenarien	**Trend-Szenario** (keine Umsteiger): - Reduktion MIV: keine Veränderung - CO_2-Einsparungen: keine **Aktion-Szenario** (1.000 Angestellte steigen innerhalb eines Jahres auf den Umweltverbund um): - Reduktion MIV: ca. 7,5 Mio. Fahrzeugkilometer - CO_2-Einsparungen: 800 t CO_2/a **Effizienz-Szenario** (1.500 Angestellte steigen innerhalb eines Jahres auf den Umweltverbund um): - Reduktion MIV: ca. 11,25 Mio. Fahrzeugkilometer - CO_2 -Einsparungen: 1.200 t CO_2/a

FÖRDERUNG RADVERKEHR

ENERGETISCHES AKTIONSFELD	Energieverbrauch reduzieren
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD	Reduktion Energie im Verkehr
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD	Kommunale Verwaltung
Beschreibung	**Förderung des Radverkehrs** Ziel dieser Maßnahme ist es, einen Teil der Wege der Dresdner vom MIV auf das Verkehrsmittel Fahrrad zu verlagern. Dadurch könnten die CO_2-Emissionen des MIV deutlich verringert werden. Dieses Ziel harmoniert mit den Maßnahmen M8, M11 und M20 des Luftreinhalteplanes der Landeshauptstadt Dresden. Der Radverkehrsanteil in Dresden hat sich seit 1991 positiv entwickelt. Während der Anteil an den Wegen 1991 bei nur 6% lag, waren es 2008 schon 16%. Diese positive Entwicklung gilt es zu unterstützen und weiterzuführen. Radverkehrsförderung ist im Sinne einer integrierten Verkehrsplanung immer als Gesamtpaket mit allen Aspekten wie Netzdichte, Wegequalität, Verkehrssicherheit, Reisegeschwindigkeit, Verknüpfung zu anderen Verkehrsmitteln, Zustand und Menge der Abstellmöglichkeiten, einschließlich der Berücksichtigung der Raumordnung zu verstehen. Die Fördermöglichkeiten gehen hier von **„harten"** Infrastrukturmaßnahmen (Radwegebau, Bau von Abstellanlagen) bis zu **„weichen"** Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, die darauf zielen, das Image des Radfahrens in der Stadt zu verbessern (z. B. Wettbewerb „Stadtradeln") sowie von **kurzfristigen Maßnahmen** (z. B. Imagekampagnen, bauliche Maßnahmen) bis zu **langfristigen Maßnahmen** (fahrradfreundliche Raumstruktur). Der Effekt eines einzelnen Teiles dieser Maßnahmen lässt sich nicht bestimmen, da die Maßnahmen vor allem im Paket wirken. Anhand der hier durchgeführten Berechnungen lässt sich aber abschätzen, zu welchen Emissionsminderungen die entsprechenden Verlagerungen der Verkehrsleistungen führen können. Mit den Ausführungsdetails der Umsetzung der Radverkehrsförderung kann hier den Ergebnissen des VEP 2025+ nicht vorgegriffen werden, als sicher gelten jedoch folgende Teilmaßnahmen: - schrittweise Umsetzung des Radverkehrskonzeptes Innenstadt - Ausbau der regionalen Anbindungen im Radverkehr - abschnittsweiser Ausbau Elberadweg zwischen Blauem Wunder und Albertbrücke - Ausbau der Abstellanlagen an öffentlichen Einrichtungen, Bahnhöfen und Haltestellen des ÖPNV - Anbindung des Elberadweges an das Radwegenetz der Stadt (Brückenköpfe) - Weiterführung und Ausbau der Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung des Images des Radverkehrs (z. B. Stadtradeln) Bei allen hier angestellten Berechnungen wurden nur die direkten Effekte aus der Verlagerung der Fahrleistung vom MIV zum Radverkehr berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wurden positive Effekte aus der Reduzierung der Verkehrsstärken des MIV auf die Verkehrszustände. Sind weniger Fahrzeuge auf der Straße, läuft der Verkehr flüssiger und mit geringeren Emissionen.
Stadtteile	Gesamtes Stadtgebiet

Umsetzungshorizont	Ab 2012
Investitionskosten und -erträge	Wie oben ausgeführt, können Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs auf ganz verschiedene Weise umgesetzt werden: harte und weiche, kurzfristige und langfristige, informierende und verhaltensbeeinflussende (Vorbild, Marketing) Maßnahmen ergänzen konkrete und relativ teure Infrastrukturmaßnahmen („Fahrradbrücke über die Elbe"). Von daher werden nachfolgend zwei Schätzungen für die Investitionskosten angegeben. Die erste, tiefe Schätzung der Investitionskosten beruht auf der Annahme, dass vorwiegend weiche, informierende, organisierende Maßnahmen umgesetzt werden. Die zweite Schätzung beruht darauf, dass vor allem Infrastrukturerweiterungen und -ergänzungen vorgenommen werden. Zudem ist zu beachten, dass Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs immer (integrativer Ansatz!) in den anderen Verkehrsmitteln flankierend begleitet werden müssen. Wird z. B. ein überdachter Fahrradparkplatz eingerichtet, können und sollen dafür eine entsprechende Zahl MIV-Stellplätze verwendet werden. Die Kosten der Fahrradmaßnahme gehen dabei i. a. mit Einsparungen bei anderen Maßnahmen einher, sofern die Maßnahmen koordiniert und etwa im Rahmen fälliger Sanierungen umgesetzt werden. **Maßnahmenpaket A (soft, eher informierend und organisierend)** **Trend-Szenario** (16 % Wegeanteil Fahrrad): - kein zusätzliches Budget **Aktion-Szenario** (18 % Wegeanteil Fahrrad): - Jahresbudget: 100.000 EUR (Einsparungen, weil andere Maßnahmen entfallen) **Effizienz-Szenario** (20 % Wegeanteil Fahrrad): - Jahresbudget: 500.000 EUR **Maßnahmenpaket B: (hart, Infrastrukturausbau)** **Trend-Szenario** (16 % Wegeanteil Fahrrad): - kein zusätzliches Budget **Aktion-Szenario** (18 % Wegeanteil Fahrrad): - Jahresbudget: 500.000 EUR **Effizienz-Szenario** (20 % Wegeanteil Fahrrad): - Jahresbudget: 1.000.000 EUR
CO_2-Einsparung	IST-Situation 2010: Radverkehr: Modal Split-Anteil 16 %, Anteil an Verkehrsleistung 7 %, Anteil an CO_2-Emissionen des Personenverkehrs 0 % MIV: Modal Split-Anteil 41 %, Anteil an Verkehrsleistung 62 %, Anteil an CO_2-Emissionen des Personenverkehrs 88 % = 680.000 t CO_2/a **Einsparung CO_2 je %-Punkt im Modal Split: ca. 7.500 t CO_2/a**

Szenarien	**Trend-Szenario (16 % Wegeanteil Fahrrad):** - Reduktion MIV: keine Veränderung - CO_2 Einsparungen: keine **Aktion-Szenario (18 % Wegeanteil Fahrrad):** - Reduktion MIV: -3,5 % der Fahrleistung, ca. 85 Mio. Fahrzeugkilometer/a - CO_2-Einsparungen: 15.000 t CO_2/a **Effizienz-Szenario (20 % Wegeanteil Fahrrad):** - Reduktion MIV: -7 % der Fahrleistung, ca. 170 Mio. Fahrzeugkilometer/a - CO_2-Einsparungen: 30.000 t CO_2/a

STADTBAHNPROGRAMM

ENERGETISCHES AKTIONSFELD	Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD	Optimierung Effizienz im Verkehr
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD	Kommunale Verwaltung, Unternehmen
Beschreibung	**Stadtbahnprogramm 2020** Das Stadtbahnprogramm 2020 der LANDESHAUPTSTADT Dresden zielt auf den Neubau von drei Straßenbahnstecken im Stadtgebiet. Das Programm ist auch im Luftreinhalteplan der Stadt Dresden in der Maßnahme M19 enthalten. Es handelt sich um die Strecken Löbtau – Strehlen, Bühlau – Weißig und Plauen – Johannstadt. Für die ersten beiden Strecken läuft die Antragstellung für die Aufnahme ins GVFG-Bundesprogramm, die Strecke Plauen – Johannstadt wurde vom Freistaat Sachsen vorerst zurückgestellt. Der Neubau dieser Strecken führt zur Minderung der CO_2-Emissionen auf den direkten neuen Relationen durch den Umstieg eines Teiles der Pkw-Nutzer auf das attraktive neue Angebot. Noch erheblicher sind allerdings die Wirkungen durch die Attraktivierung des Gesamtsystems des ÖPNV in Dresden und die dadurch zu erwartende Verschiebung des Modal Split zugunsten des ÖPNV.
Stadtteile	Löbtau, Südvorstadt, Zschertnitz, Strehlen, Bühlau, Weißig, Plauen, Altstadt, Johannstadt
Umsetzungshorizont	Ab 2012
Investitionskosten und -erträge	**Strecke 1: Plauen-Johannstadt** Streckenlänge: ca. 6,7 km, davon auf besonderem Bahnkörper ca. 4,0 Kilometer Fahrzeugbedarf: 6 Straßenbahnzüge mehr, 16 Busse weniger Nachfrageentwicklung (basierend ausschließlich auf DVB-Angaben): 2.300 neue ÖPNV-Fahrgäste pro Werktag 1.700 Pkw-Fahrten pro Werktag weniger 2,5 Mio. Pkw-Kilometer pro Jahr weniger Baukosten (netto): ca. 96 Mio. Euro **Strecke 2: Löbtau-Südvorstadt-Strehlen** Streckenlänge: ca. 4,6 km, davon auf besonderem Bahnkörper ca. 3,5 Kilometer Fahrzeugbedarf: 3 Straßenbahnzüge weniger, 10 Busse weniger Nachfrageentwicklung (basierend ausschließlich auf DVB-Angaben): 2.000 neue ÖPNV-Fahrgäste pro Werktag 1.000 Pkw-Fahrten pro Werktag weniger 2,4 Mio. Pkw-Kilometer pro Jahr weniger Baukosten (netto): ca. 98 Mio. Euro **Strecke 3: Bühlau-Weißig** Streckenlänge: ca. 3,6 km, davon auf besonderem Bahnkörper ca. 3,0 Kilometer Fahrzeugbedarf: 1 Straßenbahnzüge mehr, 4 Busse weniger Nachfrageentwicklung (basierend ausschließlich auf DVB-Angaben): 1.000 neue ÖPNV-Fahrgäste pro Werktag 560 Pkw-Fahrten pro Werktag weniger

	1,8 Mio. Pkw-Kilometer pro Jahr weniger Baukosten (netto): ca. 30 Mio. Euro
CO_2 Einsparung	**Auswirkungen gemäß DVB-Angaben:** **Strecke 1: Plauen-Johannstadt** direkte CO_2-Einsparung: 657 Tonnen CO_2 pro Jahr Bei einer Laufzeit von 50 Jahren wären 30.000 bis 35.000 t CO_2 erwartbar. **Strecke 2: Löbtau-Südvorstadt-Strehlen** direkte CO_2-Einsparung: 631 Tonnen CO_2 pro Jahr Bei einer Laufzeit von 50 Jahren wären 30.000 bis 35.000 t CO_2 erwartbar. **Strecke 3: Bühlau-Weißig** direkte CO_2-Einsparung: 463 Tonnen CO_2 pro Jahr Bei einer Laufzeit von 50 Jahren wären 20.000 bis 25.000 t CO_2 erwartbar. **Dynamische Effekte:** Bei den Nachfrageentwicklungen gemäß DVB handelt es sich um die statische Veränderung, es werden eine gewisse Anzahl von Fahrten vom MIV zum ÖPNV verlagert (und im MIV nicht durch induzierte Nachfrage ersetzt). Wird flankierend im MIV eine Nachfragesteigerung ausgeschlossen, so werden dynamische Effekte auftreten: Die Verhaltensänderungen werden sich auch auf andere Fahrziele, Fahrzwecke, Fahrzeugbestände und Wohnortwahlentscheidungen auswirken. Die Umweltentlastungen steigen dadurch deutlich, sie können nur quantifiziert werden, wenn das Gesamtpaket vorliegt. Wenn wir die Auswirkungen mit einer Verschiebung des Modal Split um 0,5 %-Punkte vom MIV zugunsten des ÖPNV abschätzen, kommen jährlich 2.500 t CO_2-Einsparung hinzu. Bei einer Laufzeit von 50 Jahren wären 125.000 t CO_2 erwartbar.
Szenarien	Eine Abstufung der Baumaßnahmen nach Szenarien ist hier nicht sinnvoll. Die Strecken können einzeln oder im Paket gebaut werden. Die Auswirkungen werden im Maßnahmenpaket „ÖPNV-Förderung" berücksichtigt.

FÖRDERUNG ÖPNV

ENERGETISCHES AKTIONSFELD	Energieverbrauch reduzieren
PHYSIKALISCHES HANDLUNGSFELD	Optimierung Effizienz im Verkehr
GESELLSCHAFTLICHES HANDLUNGSFELD	Kommunale Verwaltung, Unternehmen
Beschreibung	**Allgemeine Förderung des ÖPNV** Die Maßnahmen M1, M2, M6, M7, M9, M19, M24, M25, M29 und M41 des Luftreinhalteplanes der Stadt Dresden beschäftigen sich im weiteren Sinne mit der Förderung des Öffentlichen Personennahverkehrs in der Stadt mit dem Ziel einer Verschiebung des Modal Split zugunsten des ÖPNV und zu Lasten des MIV. Für die Maßnahme M19 wird als Ziel die Minderung der Fahrleistung des MIV um 1,5 % angegeben. ÖPNV-Förderung ist im Sinne einer integrierten Verkehrsplanung immer als Gesamtpaket mit allen Aspekten wie Streckennetz, Reisegeschwindigkeit (auch relativ), Komfort, Taktfrequenz, Pünktlichkeit, Zugang, Verknüpfung zu anderen Verkehrsmitteln und Image zu verstehen. Es ist nicht möglich und sinnvoll, einzelne Maßnahmen der Förderung separat zu betrachten und deren Potenziale zu quantifizieren. Jede Maßnahme, die den ÖPNV relativ zum MIV attraktiver, schneller, bequemer oder kostengünstiger macht, führt zu einer Verschiebung des Modal Split zugunsten des ÖPNV. Im Luftreinhalteplan 2011 der Landeshauptstadt Dresden sind dazu Maßnahmen aufgeführt und beschlossen worden wie: • Modernisierung der Fahrzeugflotte • Ausbau des S-Bahn-Knotens Dresden, Trennung Fernbahn von S-Bahn • Bau neuer Stationen, Modernisierung bestehender Stationen • Nutzerfreundliche und sichere Haltestellen, leistungsfähige Infrastruktur • Einführung Electronic-Ticketing • Erweiterung der Straßenbahn (hier als Maßnahme Stadtbahn detailliert beschrieben) • Aufwertung Eisenbahn • Verknüpfung mit anderen Verkehrsmitteln verbessern • Intermodale Verknüpfung Bike&Ride, Park&Ride • Start des „Intermodalen Vermittlungspunktes" • Bus- und Straßenbahnbeschleunigung • Erhöhung der Pünktlichkeit des ÖPNV • Vernetzung der Träger des ÖPNV untereinander verbessern • Entwicklung des rechnergestützten Betriebsleitsystems (RBL) Oberelbe • Beachtung der ÖPNV-Erschließung bei Standortentscheidungen • Anpassung ÖPNV-Angebot an Betriebsinteressen (Schichtzeiten) • Einführung von Jobtickets • Rabattierung von ÖPNV-Tickets in der Innenstadt Bei allen hier angestellten Berechnungen wurden nur die direkten Effekte aus der Verlagerung der Fahrleistung vom MIV zum Radverkehr berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wurden positive Effekte aus der Reduzierung der Verkehrsstärken des MIV auf die Verkehrszustände. Sind weniger Fahrzeuge auf der Straße, läuft der Verkehr flüssiger und mit geringeren Emissionen.
Stadtteile	Gesamtes Stadtgebiet
Umsetzungshorizont	Ab 2012

Investitionskosten und -erträge	Maßnahmen zur Förderung des ÖPNV können auf ganz verschiedene Weise umgesetzt werden: Eher kostengünstige Informationsmaßnahmen ("Vorbild, Marketing") und relativ teure Infrastrukturmaßnahmen ergänzen sich und können in Maßnahmenpaketen differenziert eingesetzt werden. Die folgenden Kostenschätzungen basieren auf einer Mischung kostengünstiger, teilweise sogar kostensparender Maßnahmen (weil andere Kosten damit reduziert werden können) und eher aufwändigerer Maßnahmen. Eine detaillierte Kostenschätzung kann deshalb nicht angegeben werden, zu verschieden sind die Kostenanteile. Zuschüsse bzw. Finanzierungsmittel von Bund oder Ländern können derzeit nicht abgeschätzt werden. Zudem ist zu beachten, dass Maßnahmen zur ÖPNV-Förderung (integrativer Ansatz) in den anderen Verkehrsmitteln flankierend begleitet werden müssen: ÖPNV-Attraktivierungen haben mit De-Attraktivierungen in anderen Bereichen Hand in Hand zu gehen, sonst wird nur der gesamte Verkehrsaufwand erhöht. Die Einsparungen, die damit bei anderen Verkehrsmitteln möglich werden, sind deshalb hier gegenzurechnen. **Trend-Szenario (21 % Wegeanteil ÖPNV):** - kein zusätzliches Budget **Aktion-Szenario (23 % Wegeanteil ÖPNV):** - Jahresbudget 500.000 EUR (Gesamteffekt: zusätzliche ÖPNV-Gelder minus Einsparungen an anderer Stelle) **Effizienz-Szenario (25 % Wegeanteil ÖPNV):** - Jahresbudget 750.000 EUR (Gesamteffekt: zusätzliche ÖPNV-Gelder minus Einsparungen an anderer Stelle)
CO_2-Einsparung	IST-Situation 2010: ÖPNV: Modal Split-Anteil 21 %, Anteil an Verkehrsleistung 28 %, Anteil an CO_2-Emissionen des Personenverkehrs 12 %= 94.000 t CO_2/a MIV: Modal Split-Anteil 41 %, Anteil an Verkehrsleistung 62 %, Anteil an CO_2-Emissionen des Personenverkehrs 88 % = 680.000 t CO_2/a **Einsparung CO_2 je %-Punkt im Modal Split ca. 5.000 t CO_2/a**
Szenarien	**Trend-Szenario (21 % Wegeanteil ÖPNV):** - Reduktion MIV: keine Veränderung - CO_2-Einsparungen: keine **Aktion-Szenario (23 % Wegeanteil ÖPNV):** - Reduktion MIV: -5 % der Fahrleistung, ca. 125 Mio. Fahrzeugkilometer/a - CO_2-Einsparungen: 10.000 t CO_2/a **Effizienz-Szenario (25 % Wegeanteil ÖPNV):** - Reduktion MIV: -10 % der Fahrleistung, ca. 250 Mio. Fahrzeugkilometer/a - CO_2-Einsparungen: 20.000 t CO_2/a

Anhang 15

METHODISCHES VORGEHEN

1. PROJEKTVORGEHEN UND ZEITPLAN

Das Vorgehen zur Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts für die Landeshauptstadt Dresden setzte sich aus den unten aufgeführten Phasen zusammen.

PHASE 0 — Projektetablierung

- Arbeitssitzung mit dem Auftraggeber
- Zeitplanung, Klärung von Verantwortlichkeiten

PHASE I — Bestandsaufnahme

- Recherche der notwendigen Daten und Dokumente
- Workshops und Experteninterviews zum Schließen von Datenlücken
- Arbeitssitzungen mit dem Auftraggeber

PHASE II — Politische und rechtliche Rahmenbedingungen

- Analyse der Klima- und Energiestrategien auf regionaler, nationaler und supranationaler Ebene
- Darlegung der politischen Rahmenbedingungen
- Auswertung der rechtlichen, relevanten Verordnungen, Richtlinien und Gesetze

PHASE III — Sozio-ökonomische Analyse & Trendentwicklung

- Ausarbeitung der sozio-ökonomischen Analyse
- Berechnung der Trendentwicklung hinsichtlich der Energiepreise
- Berechnung des zukünftigen Energieverbauchs auf Basis der soz.-ökon.-Analyse
- Sitzung mit dem Auftraggeber

PHASE IV — Erstellung der Ist-Analyse und Bilanzen

- Erstellung der Ist-Analyse mit dem LEAP-Modell
- Ausarbeitung der fortschreibbaren Bilanzen mit dem LEAP-Modell
- Durchführung der Projektschritte zur Validierung mit anderen Tools
- Sitzung mit der Lenkungsgruppe

PHASE V — Berechnung und Darstellung der Potenziale

- Auf Grundlage der Bilanzen werden die Potenziale berechnet
- Die Potenziale werden nach Sektoren und Stadtteilen dargestellt
- Erstellung des energetischen Leitbildes für die Stadt Dresden
- Arbeitssitzung mit der Lenkungsgruppe

PHASE VI — Entwicklung von Maßnahmen

- Auf Grundlage der Potenzialanalyse werden die Maßnahmen entwickelt
- Die Maßnahmen werden für einzelne Sektoren und Stadtteile ausgearbeitet
- Entwicklung on detaillierten Maßnahmen (Projektreife)
- Erstellung des Maßnahmenkataloges
- Sitzung mit der Lenkungsgruppe

PHASE VII — Erstellung der Szenarien

- Auf Grundlage der Maßnahmen werden Szenarien entwickelt
- Sitzung mit der Lenkungsgruppe

PHASE VIII — Erstellung des Kommunikationskonzepts / Öffentlichkeitsarbeit

- Sitzung mit dem Auftraggeber
- Entwicklung eines Konzeptes für den partizipativen Prozess
- Erstellung des Kommunikationskonzeptes für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes

PHASE IX — Abschluss

- Erstellung des vorläufigen Endberichts
- Sitzung mit der Lenkungsgruppe
- Erstellung des Endberichts

Partizipative Erstellung des Klimaschutzkonzeptes

Die einzelnen Phasen lassen sich in gröbere Bausteine zusammenfassen. So sind die Phasen 0 und IX ausschließlich Elemente zur Projektsteuerung, die eine Klärung des Auftrags und den Abschluss nach Erstellung des Konzepts umfassen.

Phase I diente der Grundlagenbildung für die Analysentätigkeiten. Diese Phase begann direkt zum Projektauftakt und begleitete in Teilen weitere Phasen, wenn Datennacherhebungen notwendig waren.

Die Phasen II bis IV dienten der Erfassung des Ist-Zustands hinsichtlich der politisch-administrativen Rahmenbedingungen, sozio-ökonomischer/demografischer Einflussfaktoren und zur Erstellung der Energie- und CO_2-Startbilanz, die den Ausgangspunkt der Untersuchung mit dem Basisjahr 2005 markierte.

Erst auf dieser Grundlage konnte zur Ermittlung bestehender Potenziale (Phase V) zur Energieeinsparung, zur Optimierung des bestehenden (fossilen) Energieversorgungssystems in Dresden sowie zum Ausbau erneuerbarer Energien übergegangen werden.

In Phase VI erfolgte anschließend die Maßnahmenableitung, die für ein Ausschöpfen der bestehenden Potenziale in Dresden bestehen. Die Maßnahmen wurden in unterschiedlichen Intensitäten entwickelt, die wiederum den Grad der Anstrengungen widerspiegeln und so in drei unterschiedliche Szenarien einfließen.

Die Ableitung der Szenarien erfolgte je thematischem Aktionsfeld (Energieverbrauch reduzieren, erneuerbare Energie ausbauen, Energieversorgung optimieren) und dort wiederum je thematischen Feld unterteilt dargestellt. Außerdem wurden Gesamtszenarioläufe dargestellt (Phase VII).

Teil der Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts waren ebenso Vorschläge zur Kommunikation des Konzepts im Rahmen der Erstellung und zur Öffentlichkeitsarbeit im Anschluss an die Konzepterstellung (Phase VIII).

Eingebettet wurde die Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept in einen umfangreichen partizipativen Prozess, der Elemente wie Workshops, Experteninterviews, Sitzungen der Strategiegruppe und Fachdialoge mit den relevanten Akteuren und Experten vor Ort enthielt.

2. METHODENEINSATZ

2.1 Energie- und CO2-Emissionenbilanzierung

2.1.1 Bilanzierungsart und -grenze

Die Energiebilanzierung weist sowohl den Endenergieverbrauch als auch den kumulierten Energieverbrauch in den Handlungsfeldern Wohnen, Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und Verkehr aus. Es wird unterscheiden nach den jeweiligen Energieträgern.

Die CO_2- und Energiebilanzierung erfolgt ausschließlich zu den Stadtgrenzen von Dresden nach dem Verursacherprinzip. Für die Energiebilanz gilt folglich, dass die erzeugte Energie innerhalb Dresdens sowie der Stromimport berücksichtigt werden. Als Zusammensetzung für den Stromimport wurde der deutsche Strommix[122] angenommen.

2.1.1.1 Bilanzkreis

Als Bilanzkreis wird das sog. Verursacherprinzip gewählt. Es werden alle klimarelevanten energiebedingten Stoff- und Energieströme erfasst, die über die Aktivitäten der Dresdener Bürger, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen induziert werden. Rahmenbedingungen und Ausnahmen sind:

- Der induzierte Luftgüter- und -personenverkehr ist nicht berücksichtigt.
- Die Berufsein- und -auspendler werden jeweils zur Hälfte berücksichtigt (siehe Teilkonzept Verkehr)
- Der in Dresden über die Kraftwerke produzierte Strom wird vollständig in der Stadt verbraucht. Für den importierten Strom wird der bundesweite Strommix angesetzt (kein Export von Strom).

Grundsätzlich wird zwischen zwei Prinzipien unterschieden, die sich insbesondere für die Bilanzierung der CO_2-Emissionen wesentlich unterscheiden:

Wird nach dem **Verursacherprinzip** (Inländerprinzip) bilanziert, werden dem Bilanzierungsgebiet sämtliche von den Bewohnern und Beschäftigten des Bilanzierungsgebietes verursachten Endenergieverbräuche zugerechnet, wodurch eine einwohnerspezifische Betrachtung möglich wird. Der Endenergieverbrauch, den ein Bewohner des Bilanzierungsgebietes beispielsweise mit dem eigenen Pkw durch Fahrten außerhalb des Bilanzierungsgebietes verursacht, wird wie die Fahrten im Bilanzierungsgebiet in der Bilanz berücksichtigt. Umgekehrt wird jedoch der Endenergieverbrauch, den Auswärtige durch Fahrten im Bilanzierungsgebiet herbeiführen, diesem nicht zugeschrieben. Es werden also auch die Emissionen des außerhalb von Dresden produzierten Stroms berücksichtigt, wenn dieser an Kunden in Dresden geliefert wird.

Wird der Endenergieverbrauch nach **Territorialprinzip** (Inlandsprinzip) bilanziert, werden dem Bilanzierungsgebiet sämtliche auf dem Bilanzierungsgebiet verursachten Endenergieverbräuche, aber nur diese, zugerechnet. Der Endenergieverbrauch, den ein Bewohner des Bilanzierungsgebietes beispielsweise mit dem eigenen Pkw durch Fahrten außerhalb des Bilanzierungsgebietes verursacht, wird dem Bilanzierungsgebiet nicht zugeordnet. Umgekehrt wird jedoch der Endenergieverbrauch, den Auswärtige durch Fahrten im Bilanzierungsgebiet herbeiführen, dem Bilanzierungsgebiet zugeschrieben. Beim Territorialprinzip werden die Emissionen des außerhalb von Dresden produzierten Stroms nicht mit berücksichtigt, der Transitverkehr durch das Stadtgebiet hindurch hingegen schon.

[122] Der Strommix gibt an, zu welchen Anteilen der Strom aus welchen Energieträgern stammt. Energieträger sind fossile Rohstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas, daneben Kernenergie und erneuerbare Energien.

2.1.1.2 Jahresbezug

Als Basisjahr ist das Jahr 2005 gewählt worden. Bereits 1994 ist die Landeshauptstadt Dresden dem Klima-Bündnis beigetreten. Das für dieses Konzept maßgebende Ziel der Reduktion der Pro-Kopf-CO_2–Emissionen von 10 % alle 5 Jahre wurde 2005/2006 im Klima-Bündnis beschlossen. Um die Entwicklungen der letzten Jahre zu berücksichtigen, sind für Photovoltaik, Solarthermie, Bioenergie und die Nutzung von Festbrennstoffkesseln aktuellere Werte aus 2010 bis 2012 anstelle des Basisjahres 2005 verwendet worden. In den Zeitreihen für die Bildung der Szenarien sind jeweils die für das Jahr geltenden Werte in die Berechnung aufgenommen.
.

2.1.2 Daten und Struktur der Bilanzierung

2.1.2.1 Bilanzierung der Energieverbräuche

Bilanziert werden die Energieverbräuche in den definierten Handlungsfeldern Wohnen, Unternehmen, öffentliche Gebäude/Einrichtungen und Verkehr.

Für die Energiebilanz wurden Daten genutzt, die durch die Stadtverwaltung der Landeshauptstadt Dresden und die Energieversorger bereitgestellt wurden. Von den Energieversorgern hat die DREWAG Daten für die Jahre 2007 bis 2010 und die ENSO für die Jahre 2006 und 2010 bereitgestellt. Zudem wurden Daten von Wohnungsbaugenossenschaften in Dresden genutzt. Durch diese umfangreiche Datenerhebung konnte für das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept eine Erfassung der Energieverbräuche in Dresden vorgenommen werden. Vereinzelt auftretende Jahreslücken wurden unter Nutzung von Stützjahren interpoliert.

Darüber wurden für die Konzepterstellung Ergebnisse verwendet, die in vorherigen Projekten und Untersuchungen gewonnen wurden. Zum Teil wurden auch Zwischenergebnisse aus gegenwärtig laufenden Forschungsvorhaben für die Datengrundlage des Berichts herangezogen.

Grundlage der Untersuchung der Energieverbräuche im Verkehr bildet die begleitende Untersuchung der TU Dresden zur „Aktualisierung der CO_2-Bilanzierung des Verkehrs" im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden. Für den Teilbereich Verkehr wurden aus den durch die TU Dresden analysierten Emissionen die Energieverbräuche im Verkehr ermittelt. Für den Teilbereich Biomasse (Kapitel 6.2.5) wurde auf Ergebnisse aus den zeitlich parallel verlaufenden Untersuchungen dieses Aspekts durch die Firma DREBERIS zurückgegriffen.

Insgesamt wurden folgende Energieträger erfasst und den Energiearten Wärmeenergie und elektrische Energie zugeordnet:

- Erdgas
- Fernwärme
- Heizöl
- Holz
- Kohle[123]
- Kraftstoffe (Verkehr: Benzin, Diesel, Kerosin)
- Strom[124]
- Erneuerbare Energien

Bei der **Gasbilanz** wird der Gasverbrauch dargestellt - ohne die Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung, also die direkte Verbrennung zu Wärmeerzeugung. Der Gasverbrauch der KWK-Anlagen wird durch die damit verbundene Strom- und Fernwärmeerzeugung dargestellt.

[123] Die Erfassung von Holz, Heizöl und Kohle ist – anders als bei den weiteren Energieträgern, deren Verbräuche über Zähler abgerechnet werden – mit einer geringeren Genauigkeit verbunden.

[124] Die Bilanzierung des bezogenen Ökostroms (Import) wurde auf Grundlage des bundesdeutschen Strommix bilanziert, mit den entsprechenden CO_2-Emissionsfaktoren. Der in Dresden produzierte Ökostrom wurde unter Verwendung verschiedener Emissionsfaktoren bilanziert, die bis 2030 einheitlich verwendet wurden: 0,126 kg/kWh für Photovoltaik, 0,040 kg/kWh für Wasserkraft, 0,188 kg/kWh für Biogas, 0,04 kg/kWh für Klärgas, 0,015 kg/kWh für feste Biomasse, 0,003 kg/kWh für Deponiegas, 0,023 kg/kWh für Windkraft. Nachrichtlich: Bilanzierung der CO_2-Emissionen für in Dresden erzeugte „Öko-Wärme": 0,025 kg/kWh Solarthermie und 0,025 kg/kWh für biogene Festbrennstoffe.

Für die **Witterungskorrektur des Wärmeverbrauchs** sind die spezifischen Korrekturfaktoren von Dresden verwendet worden (siehe nachfolgende Tabelle).

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1,08	1,05	1,04	1,04	1,08	1,14	1,11	1,07	0,91

Die witterungsbedingten Schwankungen treten bei den Wärmeverlusten über die Gebäudehüllen auf. Daher sind die Endenergieverbräuche für die Raumwärmebereitstellung über Fernwärme, Erdgas und elektrische Energie mit den Korrekturfaktoren witterungsbereinigt worden. Die weiteren Energieträger (Heizöl, Festbrennstoffe) sind über einen witterungsbereinigten Mittelwert ermittelt. Der korrigierte Wert des Heizwärmeverbrauchs bildet die Grundlage für das Basisjahr und die Zeitreihen, damit die Witterungseinflüsse das Ergebnis nicht verfälschen. Erst auf diese Weise werden Jahresverbrauchswerte für die Heizenergie vergleichbar und die Ableitung von belastbaren Trendaussagen möglich. Zu dem Heizwärmeverbrauch wird der Trinkwarmwasserverbrauch ohne Witterungskorrektur hinzugerechnet. Zusammen mit den Übergabe-, Verteil-, Speicher- und Erzeugerverlusten ergeben die Verbräuche summarisch den Endenergieverbrauch, jeweils aufgeteilt nach den Energieträgern.

2.1.2.2 Bilanzierung der CO_2-Emissionen

Aufsetzend auf die Energiebilanzierung wurden die CO_2-Emissionen bilanziert. Die Emissionen wurden nach dem Verursacherprinzip ermittelt und bewertet (siehe Abschnitt 2.1.1.1).

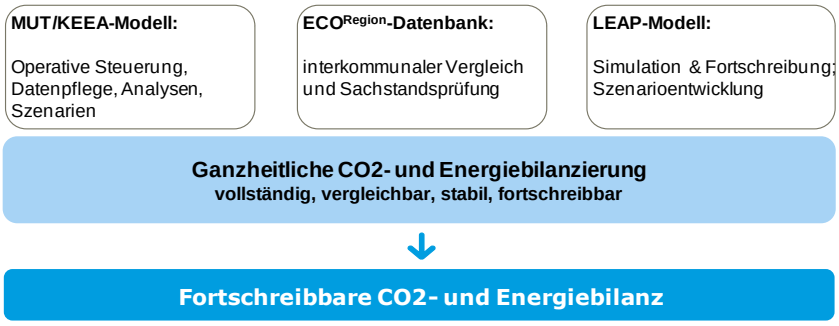
Die genutzten Emissionsfaktoren basieren auf GEMIS 4.6, da diese die Vorketten in der Energiebereitstellung bereits berücksichtigen.

2.1.2.3 Plausibilitätprüfung

Für die Berechnung der Stoff- und Energieströme der Landeshauptstadt Dresden sind drei Modelle verwendet worden:

- das international anerkannte Long Range Energy Alternatives Planning System (LEAP[125])
- Das KEEA-Modell basiert auf verschiedenen nationalen Modellen und wurde von KEEA entwickelt
- Das Modell ecoRegion wird vom Klima-Bündnis den Mitgliedern zur Nutzung empfohlen und vom Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden seit einigen Jahren zu Bilanzierungs- und Vergleichszwecken eingesetzt.

Die Nutzung von drei Modellen sichert, dass die Ergebnisse valide sind. Dieser Ansatz wurde bei der Erstellung der Bilanz, bei der Berechnung der Potenziale und der Szenarien verfolgt (ecoRegion wurde nur zur Bilanzerstellung verwendet).
Dass zwei Bilanzierungsmodelle und die Datenbankergebnisse aus ecoRegion Anwendung finden, dient vordergründig der Plausibilitätsprüfung sowie der projektbegleitenden Diskussion über Möglichkeiten, die Bilanzierung von Energieverbräuchen und CO_2-Emissionen stetig zu verbessern. Nachfolgende Abbildung zeigt Struktur und Ziele des Modellansatzes.



[125] Weitere Informationen über das Modell finden Sie hier: http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47

Das **LEAP-Modell** ist ein anerkanntes internationales Simulationsmodell für die Fortschreibung von Klimadaten und die Entwicklung von Szenarien. Das Modell eignet sich sehr gut für die Erstellung von kurzfristigen und langfristigen Szenarien. Das Modell wurde bereits in mehreren Projekten für Städte und Landkreise angewendet und weist folgende Vorteile auf:

- LEAP existiert seit ca. 15 Jahren und wurde in dieser Zeit auf Grundlage von Erfahrungen stetig weiterentwickelt.
- Das Modell weist eine hohe Flexibilität auf und ermöglicht es, detaillierter auf einzelne Aspekte einzugehen.
- Es eignet sich sehr gut, alternative Szenarien aufzuzeigen und weitere Parameter hinzuzufügen.
- Es biete gute Möglichkeiten, die Ergebnisse auf einfache Art und Weise zu präsentieren.
- Das System ist sehr nutzerfreundlich und weist eine sehr geringe Fehlerquote auf.

Es wurde vom Stockholmer Umweltinstitut entwickelt und ist mit einer internationalen Umweltdatenbank (Environmental Data Base) verbunden. Die Datenbank basiert auf Annahmen und Daten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) bzw. des Weltklimarates und kann bei Berechnungen genutzt werden, falls keine Originaldaten vorhanden sind. LEAP berücksichtigt die unterschiedliche Sensibilität der Daten, indem Berechnungen abhängig von der Datenqualität in Kategorien eingeteilt werden. Das Modell, das für die Schätzungen künftiger Treibhausgasemissionen weltweit verwendet wird, bewertet den regionalen und weltweiten Energieverbrauch nach Sektoren und beantwortet dadurch Fragen zu Energieressourcen und Technologien.

Das Modell ist auf eine Weise konstruiert, die sicherstellt, dass eine Konsistenz zwischen dem Energieverbrauch und der Energieproduktion in allen Sektoren und Energiearten hergestellt ist. Das Modell analysiert sowohl ökonomische Faktoren wie auch technische Faktoren und eignet sich daher, alle relevanten Formen von Entwicklungen darzustellen. Im Rahmen der Szenarienbildung werden daher die klimatischen Parameter wie auch der Ressourcenverbrauch und ökonomische Effekte berücksichtigt.

Die **Klima- und Energieeffizienzagentur (KEEA)** setzt eine seit Mitte der 90er Jahre entwickelte **Bilanzierungssoftware** ein, die seit 2009 auf die Anforderungen des BMU abgestimmt ist.

Grundlage des Bilanzierungsdesigns ist die ISO 14000 Reihe „Umweltmanagement". Über die ISO 14001 werden die Bedingungen festgelegt, nach denen in Organisationen unterschiedlicher Art ein Umweltmanagementsystem als Teil des Gesamtmanagements einzurichten ist. Ziel dieses Umweltmanagements ist es, die aus den Tätigkeiten, Produkten oder Dienstleistungen der Organisation resultierenden Umweltauswirkungen im Rahmen der rechtlichen und politischen Vorgaben zu halten und möglichst zu minimieren.

Die modular aufgebaute Software beinhaltet mehrere Datenbanken, in die relevante Daten u. a. der Statistischen Ämter und Modellrechnungen (u. a. TREMOD) bereits eingepflegt sind. Diese werden projektspezifisch mit lokalen Daten ergänzt. Für die Sachbilanz werden die relevanten Stoff- und Energieströme und die Flächennutzungen erfasst. Bei der Wirkungsabschätzung ist für das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept Dresden die Wirkung der Emission treibhausrelevanter Gase auf der Basis des GEMIS-Datensatzes ermittelt worden; für den kumulierten Energieverbrauch wurden die KEV-Faktoren nach GEMIS 4.6 berücksichtigt. Der Blick aus der Gegenwart in die Zukunft erfolgt über die Potenzialermittlung. Aus der Summe der Wirkung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität werden die Modellrechnungen (Szenarien) abgeleitet. Schnittstellen zu u. a. geografischen Informationssystemen (GIS) ermöglichen die georeferenzierte Aufbereitung der Daten und Ergebnisse.

Als drittes Modell wird die Software ecoRegion an (http://www.ecospeed.ch) eingesetzt, die vom Umweltamt Dresden schon seit einigen Jahren genutzt wird. Dieses Tool ermöglicht den Vergleich mit anderen deutschen Kommunen, um die Ziele des Klima-Bündnisses mit dem Sachstand von Dresden vergleichen zu können. Mit ecoRegion kann nur die Vergangenheit dargestellt werden. Potenzialermittlungen und Szenarien sind nicht möglich.

Vergleich der Ergebnisse aus den Modellläufen
Da den einzelnen Instrumenten unterschiedliche Algorithmen und Sachdatenbanken hinterlegt sind, ergibt sich für die Generierung der Ergebnisse eine gewisse Streubreite für das Basisjahr 2005, die Potenzialermittlung und die Szenarien. Für das vorliegende Konzept sind Ergebnisse aus allen drei Tools eingeflossen.

Durch die unterschiedliche Herangehensweise der drei Bilanzierungstools unterscheiden sich auch die Ergebnisse. Vergleichbar ist als Ergebnis der Endenergieverbrauch, der von allen drei Tools als Grundlage für die Bilanzierung der energiebedingten Wirkungen (u. a. CO_2 als induzierter Stoffstrom in die Atmosphäre) herangezogen wird.

Mittels LEAP wurden das Basisjahr 2005 und die Prognose 2030 berechnet. Mit dem KEEA- Tool wurden die Zeitreihen von 2005 bis 2030 bzw. 2050 berechnet. Mit dem Modell EcoRegion lassen sich lediglich vergangene Zeiträume oder Jahre abbilden, Potenzialdarstellungen und Prognosen sind nicht möglich.
KEEA- und LEAP-Modell liefern für 2030 nahezu das gleiche Ergebnis. Im Modell EcoRegion wurden für den Zeitraum 2005 – 2010 höhere Endenergieverbräuche als mit den beiden anderen Tools. Zurückzuführen ist dies darauf, dass in der Bilanzierung mittels EcoRegion der Flugverkehr der Dresdner bilanziert wurde.

2.2 Räumlich-differenzierte Bestandsaufnahme

Die räumlich-differenzierten Bestandsaufnahmen bilden die Grundlagen zur Ableitung von Trendentwicklungen, zur Analyse ökologischer, ökonomischer, sozialer und infrastruktureller Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren sowie zur Entwicklung der Energiepreise.

2.2.1 Datenerhebung

Für die Analysen wurden primär-, sekundär- und tertiärstatistische Daten erhoben:

Als Sekundär- und tertiärstatistische Daten wurden folgende Quellen genutzt:
- Laufende Raumbeobachtung und Bevölkerungsumfragen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung,
- Regionaldatenbank des statistischen Bundesamtes,
- Kommunalstatistische Veröffentlichungen der Bertelsmann Stiftung („Wegweiser Kommune"),
- Regionalstatistik des Statistischen Landesamtes des Freistaates Sachsen sowie Zuarbeiten seitens der Kommunalen Statistikstelle der Landeshauptstadt Dresden
- sowie ergänzende und weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen, insbesondere zur Entwicklung der Energiepreise und zur Konjunkturentwicklung in Sachsen, u. a. des ifo-Instituts (Niederlassung Dresden).

2.2.2 Analyseteile

Die erhobenen Daten werden gemäß der folgenden Struktur ausgewertet.

(1) Siedlungs-, Versorgungs- und Infrastrukturprofil
- Flächennutzung,
- Bebauungsstruktur,
- Verkehrsinfrastruktur
- Kompaktheit sowie die
- Dynamik der Siedlungsstrukturentwicklung.

(2) Sozio-ökonomisches/demografisches Profil
- Bevölkerungsprofil (alters, geschlechts- und herkunftsspezifische Struktur der Dresdner Bevölkerung, Situation und Prognose)
- Sozialprofil (Erwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit, Bezug von Leistungen aus dem SGB-II, Armut, Bildung)

- Wirtschaftsprofil (gesamtwirtschaftliche Situation und Entwicklung, Wirtschaftszweig- und Branchenstruktur, Unternehmens- und Wirtschaftsstruktur, infrastrukturelle Bedingungen, Situation des kommunalen Haushalts, ökonomische Potenziale)
-

(3) Prognose
- Bevölkerung
- wirtschaftliche Entwicklung
- Wohngebäudebestand, Haushaltszahl
- Energiepreisentwicklung

2.3 Potenzialanalyse

Für die Potenzialerhebung wurden die statistischen Analysen nach Energiearten und Handlungsfeldern aus dem KEEA-Modell genutzt.

Für die Potenzialerhebung wurden drei Maßstabsebenen zugrunde gelegt und in den unterschiedlichen Phasen des Projektes ausgearbeitet:

1. Strategische Planungsebene und Konzeptionierung
   a. Gesamtstädtisches, statistisches Modell
   b. Geografisches Modell
2. Operative Planungsebene und Konkretisierung über Maßnahmen
3. Konkretisierte ebene (ausgewählte Phasen werden konkretisiert)

Die erste Maßstabsebene bildet als gesamtstädtisches statistisches Modell den Sachstand und die Entwicklungsmöglichkeiten ab. Über diese Maßstabsebene werden zwar mit einer gewissen Unschärfe, dafür aber schnell die Entwicklungs- und Zielkorridore für die Stadt Dresden gebildet.

Darauf aufbauend wurde das geografische Modell erstellt, in dem die räumlich differenzierten Spezifika herausgearbeitet wurden. Das Modell zeigt als Energiekataster Flächen und Gebäudetypologien, die sich besonders für energetische Sanierung und Aufstellung von PV-Anlagen sowie eine Änderung der Versorgung mit Wärmeenergie eignen. Dieses Modell bildet die Grundlage für die Ausarbeitung des Maßnahmenkataloges.

Die dritte Maßstabsebene verlässt die konzeptionelle Ebene und geht konkret auf einzelne ausgewählte Maßnahmen ein. Dies ist Bestandteil der Entwicklung des Maßnahmenkataloges (siehe Anhang 14) und der Szenarien.

Für die einzelnen Energieträger standen qualitativ unterschiedliche Datengrundlagen zur Verfügung. Beispielsweise wurde im Bereich Solarthermie nur das Modell der ersten Stufe berechnet bzw. ausgewertet. Eine Beschreibung der jeweiligen Datengrundlagen ist in den einzelnen Kapiteln zur vorläufigen Potenzialbetrachtung enthalten.

2.4 Energetische Analyse

Berechnungsgrundlage für energetische Analysen ist meist die Endenergie.[126] Dies ergibt sich aus der Verfügbarkeit von endenergetischen Daten und deren Messbarkeit beim Verbraucher. Für die Berechnung der Primärenergie[127] und des KEV[128] sind verschiedene Methoden vorhanden. Im Folgenden wird für die primärenergetische und KEV Berechnung, jeweils ein Ansatz ausgewählt und, anhand des Beispiels eines potenziellen Holzheizkraftwerks in Dresden, beschrieben.

[126] Die Endenergie ist diejenige Energie, welche vom Verbraucher bezogen wird, wie z. B. Fernwärme über das Fernwärmenetz oder Strom aus der Steckdose.
[127] Als Primärenergie bezeichnet man in der Energiewirtschaft die Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen zur Verfügung steht, etwa als Kohle, Gas oder Wind. Die Primärenergie wird durch Energieumwandlungstechniken in Endenergie umgewandelt. Dabei entstehen Umwandlungsverluste und Eigenverbräuche (UBA 2012).
[128] Der Kumulierte Energieverbrauch (KEV) ist die Summe aller Primärenergien, die im Lebenszyklus eines Produktes oder einer Dienstleistung anfallen. Er umfasst alle zur Herstellung und Nutzung benötigte Primärenergie, inklusive aller Vorketten. Eine detaillierte Ausführung zum KEV findet sich in der VDI-Richtlinie 4600 „Kumulierter Energieaufwand - Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden" (VDI 2012)

2.4.1 Primärenergie

In Deutschland wird für die primärenergetische Berechnung seit 1995 das Wirkungsgradprinzip benutzt, welches auch von den internationalen Organisationen IEA, EUROSTAT und ECE angewendet wird (UBA 2012). Bezogen auf die Kraft-Wärme-Kopplung bewertet die Wirkungsgradmethode die Energieformen Strom und Wärme nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik, d. h. nach ihrem Energiegehalt gleichwertig.

Ein detaillierter und korrekterer Ansatz ist die exergetische Methode. Hier wird die Qualität der Energieströme im Sinne des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik berücksichtigt. Die Qualitätsunterschiede zwischen Strom und Wärme werden durch den Exergiegehalt definiert, der für Strom 100 % des Energiegehalts beträgt und für Wärme anhand des Carnot-Faktors ermittelt werden kann. Der Carnot-Faktor ergibt sich aus dem Verhältnis der Umgebungstemperatur T_0 und der Heizwasseraustrittstemperatur T (Arndt 2008).

Exergiefaktor für Strom:

$$\frac{\dot{E}}{\dot{W}} = 1$$

Exergiefaktor für Wärme:

$$\frac{\dot{E}}{\dot{Q}} = 1 - \frac{T_0}{T}$$

wobei $\dot{E}$ die Exergie, $\dot{W}$ die Arbeit und $\dot{Q}$ die Wärme des Stoffstroms darstellen.

Bezogen auf die Erweiterung bzw. Erneuerung eines potenziellen Holzheizkraftwerks in Dresden, welches Wärme in das Fernwärmenetz einspeist, wird die Qualität des Heizwassers beim Verbraucher berechnet. T_0 ist die Rücklauftemperatur im Fernwärmesystem, die hier mit 60 °C (333 K) angenommen wird. T ist die zu liefernde Vorlauftemperatur, die den Verbraucher mit mindestens 120 °C (393 K) erreicht. Daraus ergibt sich ein exergetischer Wärmefaktor von 15,3 %.

$$\frac{\dot{E}}{\dot{Q}} = 1 - \frac{60 + 273}{120 + 273} = 15{,}3\%$$

Das potenzielle Holzheizkraftwerk verfügt, wie in der Potenzialanalyse für Biomasse angegeben, über eine Primärenergie von 139,45 GWh. Anhand der exergetischen Faktoren kann die Primärenergie auf die Energieformen Strom und Wärme anteilig aufgeschlüsselt werden. Die Berechnung ergibt sich analog für die Strom- und Wärmerzeugung mit η_{el} = 0,28 und η_{th} = 0.478 wie folgt (Arndt 2008):

$$a_{el} = \frac{\eta_{el} * 100\%}{\eta_{el} * 100\% + \eta_{th} * 15{,}3\%} = 79{,}3\%$$

$$a_{th} = \frac{\eta_{th} * 15{,}3\%}{\eta_{th} * 15{,}3\% + \eta_{el} * 100\%} = 20{,}7\%$$

Der Anteil des Primärenergieeinsatzes für die Stromerzeugung beträgt somit 79,3 % und für die Wärmeerzeugung 20,7 %. In absoluten Zahlen ausgedrückt beträgt die zugeordnete Primärenergie 110,58 GWh für die Strom- und 28,87 GWh für die Wärmeerzeugung.

Diese zugeordnete Primärenergie kann nun zur Endenergie in Relation gesetzt werden, um die Primärenergiefaktoren zu berechnen. Endenergetisch sind für Strom 39,05 GWh und für Wärme 47,9 GWh errechnet (siehe Potenzialanalyse Biomasse, Kapitel 6.2.5). Das Verhältnis zwischen Primärenergie und Endenergie ergibt die Primärenergiefaktoren (PEF) 2,83 für Strom und 0,6 für Wärme.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Annahmen und Rechenschritte der exergetischen Methode, die von einer endenergetischen zu einer primärenergetischen Betrachtung führt.

Tabelle 1: Berechnung Primärenergie nach exergetischer Methode

	Strom	Wärme
Primärenergie	139,45 GWh	
Wirkungsgrad	28 %	62,3 % gesamt für Anlage 47,7 % effektiv nach nicht-abgenommener Wärme
Energetische Betrachtung der Endenergie	39,05 GWh	47,9 GWh
Exergetischer Faktor	100 %	$1-T_0/T$ = 1-333/393 = 15,3 %
Exergetische Betrachtung der Endenergie	39,05 GWh * 100% = 39,05 GWh	47,9 GWh * 15,3% = 7,33 GWh
Anteil Primärenergieeinsatz	79,3 %	20,7 %
Zugeordnete Primärenergie	79,3 % * 139,45 GWh = 110,58 GWh	20,7 % * 139,45 GWh = 28,87 GWh
Primärenergiefaktor	110,58 GWh / 39,05 GWh = 2,83	28,87 GWh / 47,9 GWh = 0,6

2.4.2 Kumulierter Energieverbrauch

Der Kumulierte Energie Verbrauch basiert ebenfalls auf der primärenergetischen Betrachtung, die allerdings mittels des GEMIS-Modells (Globales Emissions-Modell Integrierter System) des Öko-Instituts erhoben wurde. GEMIS ist ein Rechenmodell zur Ableitung von Primärenergie- und CO_2-Faktoren für Energieträger, das neben dem primären Energieaufwand auch die Erneuerbarkeit der Energieträger berücksichtigt (Faninger 2009).

Tabelle 2: KEV-Faktoren nach GEMIS für Holzheizwerke und Holzkraftwerke

Kumulierter Energie-Verbrauch [$kWh_{primär}$/kWh]	KEV Summe	KEV nicht erneuer-bar	KEV erneuerbar
Holzheizwerk (Hackschnitzel)	1,10	0,08	1,02
(Alt)Holzkraftwerk	3,44	0,03	3,41

(GEMIS 2010)

Hierbei ist zu beachten, dass in GEMIS für die Holzverwendung keine Faktoren für eine Kraft-Wärme-Kopplung hinterlegt sind. Die Umwandlung ist jeweils separat in einem Holzheizwerk (Hackschnitzel) und einem Holzkraftwerk ausgewiesen, was die Vergleichbarkeit zu den zuvor berechneten Primärenergiefaktoren einschränkt.

2.4.3 Ergebnisdarstellung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Darstellungen nach Endenergie, Primärenergie und KEV gegenübergestellt und verglichen. Endenergie dient als Referenzwert und wird mit dem Faktor 1 ausgewiesen. Für das Holzheizkraftwerk ergeben sich Endenergiewerte von 39,05 GWh_{el} und 47,9 GWh_{th}. Die primärenergetische Berechnung anhand der exergetischen Methode ergibt Primärenergiefaktoren für Strom von 2,83 und für Wärme von 0,6. Dies ergibt für das Holzheizkraftwerk Primärenergiewerte von 110,51 GWh_{el} und 28,74 GWh_{th}.
Im Vergleich dazu resultiert aus dem GEMIS-Modell ein KEV-Faktor für ein Holzheizkraftwerk von 3,44 und für ein Holzheizwerk von 1,1. Für das Holzheizkraftwerk bedeutet dies eine zugeordnete elektrische Energie von 134,33 GWh_{el} und thermische Energie von 52,69 GWh_{th}. Eine Zusammenfassung der hier aufgeführten Werte findet sich in Tabelle 3.

Tabelle 2: Übersicht Energiefaktoren

	Endenergie	Primärenergie nach exergetischer Methode	Kumulierter Energieverbrauch nach GEMIS
Faktor Strom	1	2,83	3,44
Faktor Wärme	1	0,6	1,1
Absolut BHKW Strom	39,05 GWh	110,51 GWh	134,33 GWh
Absolut BHKW Wärme	47,9 GWh	28,74 GWh	52,69 GWh

Im Vergleich zur endenergetischen Betrachtung wird aus primärenergetischer Sichtweise der gesamte Energieaufwand eines Produktes bzw. einer Dienstleistung berücksichtigt. Bezogen auf das Holzheizkraftwerk bedeutet dies, dass die Umwandlungsverluste in den Vorketten, bevor die Strom- und Wärmemengen den Verbraucher erreichen, einbezogen werden. Dies erlaubt eine vollständige Bewertung der ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen.

Anhand der Faktoren ist ersichtlich, dass Strom – primärenergetisch betrachtet – eine stärkere Bewertung erfährt. Sowohl nach der exergetischen Methode als auch nach dem GEMIS Modell wird der endenergetisch gelieferte Strom mit einer Faktorspannweite 2,8 bis 3,4 aufgewertet. Eine Unterscheidung zwischen der exergetischen Methode und dem GEMIS Modell fällt in der Wärmeberechnung auf. Exergetisch wird Wärme aufgrund der geringen „Qualität" als Nebenprodukt der Kraft-Wärme-Kopplung gesehen. Dies bedeutet, dass die Primärenergie und somit auch die CO_2-Emissionen zum größten Teil der Stromproduktion zugeordnet werden. Nach GEMIS ist die Abwertung weniger stark ausgeprägt, obwohl auch hier der Strom als „Ziel-Energie" betrachtet wird. Zu beachten ist hier, wie oben genannt, dass sich die GEMIS-Faktoren im Wärmebereich auf ein Heizwerk beziehen.

2.4.4 Verwendete Emissionsfaktoren und KEV-Umrechnungsfaktoren

Die folgenden Tabellen beinhalten die verwendeten CO_2-Emissionsfaktoren nach GEMIS 4.6. Es wurden für die Szenario-Darstellung feste GEMIS-Faktoren angenommen. Ursächlich dafür ist, dass die aktuelle Diskussion um die möglichen Anpassungen der GEMIS-Faktoren im Zeitablauf 2010 bis 2050 noch nicht zu einem abschließenden und allgemeingültigen Ergebnis gekommen ist.

CO_2-Emissionsfaktoren (in kg/kWh)				
ENDENERGIE	**CO_2-äq**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**
Erdgas je kWh	0,2508	0,2264	0,0010	0,0000
Heizöl je kWh	0,3183	0,3151	0,0001	0,0000
Holz-Scheit je kg	0,0634	0,0268	0,0013	0,0000
Holz-Pellets je kg	0,1033	0,0921	0,0002	0,0000
Fernwärme-mix je kWh	0,2540	0,237	0,001	0,000
Stromnetz-lokal je kWh	0,5972	0,5732	0,0007	0,0000
Benzin je kWh	0,3074	0,3046	0,0001	0,0000
Diesel je kWh	0,3087	0,3049	0,0001	0,0000
Wärmebereitstellung				
Heizöl HH/GHD	0,3208	0,3173	0,0001	0,0000
Heizöl-Großkunden	0,3134	0,3086	0,0001	0,0000
Schweröl Großkunden	0,3264	0,3215	0,0001	0,0000
Erdgas HH/GHD	0,2525	0,2269	0,0011	0,0000
Erdgas-Großkunden	0,2343	0,2192	0,0006	0,0000
Flüssiggas HH/GHD	0,2777	0,2735	0,0001	0,0000
Braunkohle-Brikett-ostdeutsch	0,4089	0,3856	0,0010	0,0000
Braunkohle-Brikett-westdeutsch	0,4594	0,4399	0,0004	0,0000
Braunkohle Großkunden	0,4937	0,4442	0,0000	0,0002
Steinkohle-Briketts HH/GHD	0,4275	0,3584	0,0025	0,0000
Steinkohle-Koks HH/GHD	0,4276	0,3797	0,0020	0,0000
Steinkohle Großkunden	0,4378	0,3590	0,0011	0,0002
Holz-Scheit	0,0170	0,0075	0,0003	0,0000
Holz-Pellets	0,0249	0,0223	0,0000	0,0000
Holz-Hackschnitzel (Wald)	0,0262	0,0208	0,0002	0,0000
Holz-Hackschnitzel (KUP - Pappel)	0,0365	0,0238	0,0002	0,0000
Solar-Warmwasser-flach	0,0453	0,0402	0,0001	0,0000
Solar-Warmwasser-Vakuum	0,0255	0,0241	0,0000	0,0000
Nahwärme-Biogas-BHKW	0,1165	0,0858	0,0003	0,0001
Stromnetz-lokal (mix)	0,6642	0,6376	0,0008	0,0000
Strombereitstellung				
Stromnetz-lokal	0,6642	0,6376	0,0008	0,0000
Strom-KW-Park mix	0,6440	0,6184	0,0008	0,0000
Import-Steinkohle-Kraftwerk	1,0857	1,0175	0,0024	0,0000
Erdgas-BHKW 50 kW	0,4043	0,3953	0,0002	0,0000
Erdgas-BHKW 500 kW	0,3765	0,3682	0,0002	0,0000
Erdgas-GuD-HKW 100 MW	0,4274	0,3997	0,0011	0,0000

Atomkraftwerk (AKW)	0,0292	0,0280	0,0000	0,0000
Wasser-Kraftwerk > 10 MW	0,0396	0,0383	0,0000	0,0000
Wind Park onshore	0,0228	0,0220	0,0000	0,0000
Wind Park offshore	0,0219	0,0213	0,0000	0,0000
Solar-PV (monokristallin)	0,1340	0,1220	0,0003	0,0000
Solar-PV (polykristallin)	0,1262	0,1142	0,0003	0,0000
Geothermie (ORC)	0,1044	0,1002	0,0001	0,0000
Deponiegas-GM	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000
Klärgas-BHKW	0,0038	0,0000	0,0000	0,0000
Biogas-Gülle-BHKW	0,1535	0,1264	0,0010	0,0000
Biogas-Mais-BHKW	0,1884	0,0814	0,0010	0,0003
Rapsöl-BHKW	0,2170	0,1014	0,0002	0,0004
(Alt)Holz-Kraftwerk	0,0148	0,0100	0,0000	0,0000

CO_2-Emissionsfaktoren ENDENERGIE	CO_2-äq	CO_2	CH_4	N_2O
Güterverkehr in kg/(t*km)				
Lkw-Diesel-mix-DE-2005	0,3398	0,3309	0,0002	0,0000
Lkw-Diesel-3,5-7,5t-Solo-DE-2005	0,1542	0,1495	0,0001	0,0000
Lkw-Diesel-7,5-12t-Solo-DE-2005	0,1114	0,1092	0,0000	0,0000
Lkw-Diesel->12t-Solo-DE-2005	0,0444	0,0436	0,0000	0,0000
Lkw-Diesel-40t-Zug-DE-2005	0,0558	0,0545	0,0000	0,0000
LNF-Diesel-DE-2005	0,3198	0,3110	0,0002	0,0000
Schiff-Binnen-DE-2005	0,0280	0,0278	0,0000	0,0000
Schiff-Übersee-2005	0,0089	0,0088	0,0000	0,0000
Zug-Güter-Elektro-DE-2005	0,0245	0,0226	0,0001	0,0000
Zug-Güter-Diesel-DE-2005	0,0406	0,0400	0,0000	0,0000
Flugzeug-Fracht-Inland 2005	1,4398	1,4282	0,0004	0,0000
Flugzeug-Fracht-international-2005	0,8682	0,8611	0,0003	0,0000
Personenverkehr in kg/(P*km) für 2005				
Pkw-Diesel-klein	0,1598	0,1530	0,0001	0,0000
Pkw-Diesel-mittel-	0,2162	0,2095	0,0001	0,0000
Pkw-Diesel-groß	0,2765	0,2682	0,0002	0,0000
Pkw-Otto-klein	0,2115	0,2059	0,0001	0,0000
Pkw-Otto-mittel	0,2699	0,2629	0,0002	0,0000
Pkw-Otto-groß	0,3464	0,3377	0,0002	0,0000
Bus-Linie	0,0656	0,0639	0,0000	0,0000
Bus-Reise	0,0511	0,0500	0,0000	0,0000
Straßen/U-Bahn	0,0628	0,0581	0,0002	0,0000
Zug-Nahverkehr-elektrisch	0,0807	0,0746	0,0002	0,0000
Zug-Nahverkehr-Diesel	0,0966	0,0955	0,0000	0,0000
Zug-Fernverkehr-elektrisch	0,0141	0,0131	0,0000	0,0000
Flugzeug-Inland	0,2059	0,2042	0,0001	0,0000
Flugzeug-international	0,1406	0,1394	0,0000	0,0000

Die folgenden Tabellen beinhalten die verwendeten KEV-Umrechnungsfaktoren.

KEV-Umrechnungsfaktoren (Verhältnis KEV zu Endenergie, in kWh/kWh)	gesamt	Fossiler Anteil	Nichtfossiler Anteil
Wärmebereitstellung			
Erdgas je kWh	1,1546	1,1472	0,0074
Heizöl je kWh	1,1788	1,1696	0,0092
Holz-Scheit je kg	4,0176	0,1064	3,9112
Holz-Pellets je kg	4,9975	0,3649	4,6326
Fernwärme-mix je kWh	1,1342	0,8962	0,2381
Stromnetz-lokal je kWh	2,8023	2,3205	0,4818
Benzin je kWh	1,2153	1,2120	0,0033
Diesel je kWh	1,2071	1,2039	0,0032
Heizöl HH/GHD	1,1870	1,1800	0,0069
Heizöl-Großkunden	1,1480	1,1457	0,0024
Schweröl Großkunden	1,1356	1,1332	0,0024
Erdgas HH/GHD	1,1555	1,1500	0,0055
Erdgas-Großkunden	1,1133	1,1116	0,0017
Flüssiggas HH/GHD	1,1644	1,1582	0,0062

Braunkohle-Brikett-ostdeutsch	1,1078	1,1028	0,0049
Braunkohle-Brikett-westdeutsch	1,2518	1,2436	0,0081
Braunkohle Großkunden	1,2499	1,2478	0,0021
Steinkohle-Briketts HH/GHD	1,1046	1,0937	0,0109
Steinkohle-Koks HH/GHD	1,7321	1,4055	0,3266
Steinkohle Großkunden	1,0913	1,0869	0,0045
Holz-Scheit	1,0339	0,0305	1,0033
Holz-Pellets	1,1111	0,0904	1,0206
Holz-Hackschnitzel (Wald)	1,1006	0,0816	1,0190
Holz-Hackschnitzel (KUP - Pappel)	1,1133	0,0929	1,0203
Solar-Warmwasser-flach	1,1595	0,1456	1,0138
Solar-Warmwasser-Vakuum	1,0991	0,0903	1,0089
Nahwärme-Biogas-BHKW	1,4821	0,3862	1,0959
Stromnetz-lokal (mix)	2,9584	2,6445	0,3139
Strombereitstellung			
Stromnetz-lokal	2,9584	2,6445	0,3139
Strom-KW-Park mix	2,8702	2,5657	0,3045
Import-Steinkohle-Kraftwerk	2,9954	2,9836	0,0118
Erdgas-GuD-Kraftwerk	2,0268	2,0236	0,0033
Erdgas-BHKW 50 kW	1,9587	1,9544	0,0043
Erdgas-BHKW 500 kW	1,8240	1,8200	0,0040
Erdgas-GuD-HKW 100 MW	2,0268	2,0236	0,0033
Atomkraftwerk (AKW)	3,2115	3,2030	0,0085
Wasser-Kraftwerk > 10 MW	1,0605	0,0575	1,0030
Wind Park onshore	1,0422	0,0384	1,0039
Wind Park offshore	1,0344	0,0313	1,0031
Solar-PV (monokristallin)	1,5464	0,4998	1,0466
Solar-PV (polykristallin)	1,5108	0,4684	1,0423
Geothermie (ORC)	1,4492	0,4014	1,0478
Deponiegas-GM	2,7027	0,0000	2,7027
Klärgas-BHKW	1,9841	0,0000	1,9841
Biogas-Gülle-BHKW	3,2599	0,4737	2,7861
Biogas-Mais-BHKW	3,1148	0,3287	2,7860
Rapsöl-BHKW	1,9871	0,4093	1,5778
(Alt)Holz-Kraftwerk	3,4441	0,0311	3,4130
Güterverkehr			
Lkw-Diesel-mix-DE-2005	1,2351	1,2229	0,0122
Lkw-Diesel-3,5-7,5t-Solo-DE-2005	0,5586	0,5516	0,0071
Lkw-Diesel-7,5-12t-Solo-DE-2005	0,4071	0,4042	0,0029
Lkw-Diesel->12t-Solo-DE-2005	0,1627	0,1615	0,0011
Lkw-Diesel-40t-Zug-DE-2005	0,2035	0,2015	0,0021
LNF-Diesel-DE-2005	1,1602	1,1487	0,0115
Schiff-Binnen-DE-2005	0,1034	0,1029	0,0005
Schiff-Übersee-2005	0,0319	0,0317	0,0001
Zug-Güter-Elektro-DE-2005	0,1259	0,1160	0,0099
Zug-Güter-Diesel-DE-2005	0,1492	0,1479	0,0013
Flugzeug-Fracht-Inland 2005	5,2896	5,2781	0,0115
Flugzeug-Fracht-international-2005	3,1892	3,1822	0,0071
Personenverkehr			
Pkw-Diesel-klein	0,5727	0,5626	0,0101
Pkw-Diesel-mittel-	0,7821	0,7735	0,0086
Pkw-Diesel-groß	1,0012	0,9900	0,0112

HH … Haushalte, GHD … Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GM … Gasmotor
KUP … Kurzumtriebsplantage
ORC … Organic Rankine Cycle; Verfahren zum Betreib von Dampfturbinen mit einem anderen Arbeitsmittel als Wasserdampf, z. B. niedrigsiedenden organischen Flüssigkeiten

2.5 Maßnahmenbewertung und -priorisierung

2.5.1.1 Ableitung von Maßnahmen

Auf der Grundlage der Ist-Analyse und der ermittelten Potenziale wurde im Abgleich mit den lokalen Möglichkeiten und Zielen ein Maßnahmenkatalog erstellt.

Bei der Entwicklung der Maßnahmen sind verschiedene Dimensionen zu berücksichtigen. Diese ergeben sich einerseits aus der Aufgabenstellung und andererseits aus den erworbenen Kenntnissen aus der Bestandsaufnahme und der Potenzialanalyse. In enger Zusammenarbeit mit dem Auftragsteller wurden folgende Dimensionen definiert:

- **energetische Aktionsfelder**:
  Für die Erstellung eines energetischen Leitbildes wurden die Maßnahmen in drei Teilbereiche (Aktionsfelder) unterteilt:
  - Reduktion des Energieverbrauchs,
  - Bereitstellung erneuerbarer Energien und
  - Optimierung der Nutzung fossiler Energieträger

- **physikalische Handlungsfelder:**
  Innerhalb der drei energetischen Aktionsfelder wurde nach den jeweiligen physikalischen „Zielobjekten" zu unterscheiden. Es werden Lösungsvorschläge für den Wärme-/Kältebereich, den Strombereich und die Kraft-Wärme-Kopplung differenziert aufgeführt.

- **gesellschaftliche Handlungsfelder:**
  Es wird zwischen den Handlungsfeldern Haushalte, Unternehmen, Energieversorger, öffentliche Liegenschaften und Verkehr unterschieden. Handlungsfeldübergreifende Maßnahmen wurden einem physikalischen „Zielobjekt" und einem energetischen Aktionsfeld zugeordnet. Ausnahme ist das Handlungsfeld Verkehr, das nicht der Wärme/Kälte- bzw. Stromaufteilung folgt. Hier sind Maßnahmen unabhängig von dieser physikalischen Unterteilung aufgeführt.

Jenseits dieser drei Dimensionen wurden übergreifende Maßnahmen vorgeschlagen, die die Umsetzbarkeit der einzelnen Lösungsvorschläge und die Erreichung der Klimaschutzziele unterstützen. Ein Teil dieser übergreifenden Maßnahmen bezieht sich auf Finanz- und Kommunikationsinstrumente, die unter dem Titel „Übergeordnete politische Maßnahmen" zusammengefasst sind. Weitere übergeordnete Maßnahmen betreffen die Stadtentwicklung.

Im Gesamtbild ergibt sich folgende Struktur:

ÜBERGEORDNETE MASSNAHMEN	***Übergeordnete politische Maßnahmen***	
	Stadtentwicklung	
ENERGETISCHE AKTIONSFELDER	**PHYSIKALISCHE HANDLUNGSFELDER**	**GESELLSCHAFTLICHE HANDLUNGSFELDER**
Energieverbrauch reduzieren	***Wärme/Kälte***	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	Strom	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	Reduktion Energie im Verkehr	Verkehr - Reduktion Aufkommen Verkehr - Reduktion Verbrauch
Energieerzeugung mit erneuerbaren Energien	***Wärme/Kälte***	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	Strom	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	KWK	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	Erneuerbare Energien im Verkehr	Verkehr
Optimierung der Erzeugung mit fossilen Energien	***Wärme/Kälte***	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	Strom	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	KWK	Haushalte Unternehmen Energieversorger, Öffentliche Liegenschaften
	Optimierung Effizienz im Verkehr	Verkehr

Quelle: Eigene Darstellung Rambøll-KEEA

Konkrete technische Maßnahmen sowie begleitende verhaltensändernde und fördernde Maßnahmen sind für die einzelnen Handlungsfelder entwickelt und zu Maßnahmenpaketen zusammengefasst. Diese ergeben zusammengefasst den Maßnahmenkatalog (Anhang 14).

Um die Maßnahmenvorschläge des Katalogs zu bewerten und einen detaillierteren Überblick zu erhalten, werden die Maßnahmen nach verschiedenen Aspekten gruppiert. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die anschließende Bewertung (vgl. Abschnitt 2.5.1.2 dieses Anhangs).

Folgende Aspekte werden beachtet:

CO_2-Einsparpotenzial:
Das Hauptziel des vorliegenden Energie- und Klimaschutzkonzeptes ist es, die CO_2-Emissionen nachhaltig zu senken. Die Wirkungen der Maßnahmen bezüglich dieses Ziels stellen ein Hauptkriterium bei der Auswahl und Priorisierung dar. Eine möglichst genaue Abschätzung des CO_2-Reduktionsbeitrags ist deshalb von höchster Bedeutung.

Investitionskosten und folgende Erträge während einer definierten Laufzeit:
Die wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmen stellt einen weiteren wichtigen Aspekt dar. Anfallende Investitionskosten, laufende Mehrkosten und gegenwärtige sowie zukünftige Erträge werden abgeschätzt, um die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen bestimmen zu können. Berücksichtigt werden auch mögliche Förderungen, die einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme darstellen können.
Zukünftige Kosten und Erträge werden nach der Discounted Cash Flow Methode auf den heutigen Wert abgezinst. Dabei wird ein Zinsfuß von 5 Prozent angenommen, der einen Inflations- und Risikoausgleich innehält. Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen wird in einem zweiten Schritt der CO_2-Reduktionswirkung gegenübergestellt um somit die Effizienz der Maßnahme zu bestimmen. Das Ergebnis sind Vermeidungskosten bzw. -erträge, dargestellt pro eingesparte Tonne CO_2.

Wertschöpfungsbeitrag:
Bei der Umsetzung einer Maßnahme ist die regionale Wertschöpfung ein wesentlicher Aspekt. Eine höhere Wertschöpfung in der Region hat in der Regel einen positiven Einfluss auf die Bereitschaft der beteiligten Akteure, sich für Klimaschutz und ressourcenschonendes Verhalten einzusetzen. Zudem kann dadurch die lokale Wirtschaft gefördert werden.

Zur Bestimmung der regionalen ökonomischen Effekte wird auf eine regionale Wertschöpfungsanalyse zurückgegriffen, die als Methodik im Auftrag des BMVBS durch das KEEA-Unternehmen MUT in Zusammenarbeit mit dem Institut für Volkswirtschaftslehre an der Universität Kassel entwickelt wurde[129]. Bei der Analyse werden die Einkommens- und Nachfrageeffekte betrachtet, die durch energetische Maßnahmen in Dresden entstehen.
Die direkten Effekte beschreiben die Wertschöpfung, die durch die energetischen Anlagen/Maßnahmen bei Errichtung und Betrieb bzw. ihrer Durchführung entsteht.

Über die indirekten Effekte wird die Wertschöpfung dargestellt, die durch die Zulieferer entsteht. Über die in die Region entstehenden Einkommen und Zuflüsse, die sich aus den direkten und indirekten Effekten ergeben, wird eine zusätzliche Nachfrage in anderen Sektoren ausgelöst, die eine Berücksichtigung der induzierten Effekte erforderlich machen. Dieser Multiplikatoreffekt erhöht die regionale Wertschöpfung zusätzlich. Dafür werden die regionalen Importquoten und Sickerverluste für die Region Dresden ermittelt, um die regionale Wertschöpfung der vorgeschlagenen Maßnahmen auf die Region abgestimmt zu ermitteln.

Beitrag zur Versorgungssicherheit:
Die Sicherstellung der Energieversorgung ist eines der Querschnittsziele des energetischen Leitbildes. Um dies zu gewährleisten, sind eine an die Nachfrage angepasste Energieversorgung und ein effizientes Lastmanagement von großer Bedeutung. In Hinblick auf den Ausbau Erneuerbarer Energien spielen diese Themen eine immer größer werdende Rolle, die sich in der Auswahl der Maßnahmen widerspiegeln sollte. Dazu sind für die einzelnen Maßnahmen Ausgleichspotenziale bzw. Ausgleichsbedarfe qualitativ ermittelt.

Abschätzung der Machbarkeit:
Um die Umsetzbarkeit im Vorfeld zu beleuchten werden die technische, soziale und ökonomische Machbarkeit berücksichtigt. Technisch werden die Reife der Technologie, die Anzahl der Umsetzungen und Erfahrungswerte ausgewertet. Sozial spielt die Akzeptanz der Maßnahme bei den betroffenen Akteuren und der Bevölkerung eine Rolle sowie eventuelle Belastungen, die sich aus der

[129] Im Rahmen des Forschungsprojektes (BMVBS) „Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte – Wertschöpfung auf regionaler Ebene". Weitere Informationen finden Sie unter: www.regionale-energiekonzepte.de und in der im Mai 2011 vom Bundesbauministerium herausgegebenen Sonderpublikation.

Maßnahme ergeben könnten. Ökonomisch wird die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme anhand des Indikators ROI (Return on Investment) aus Sicht des investierenden Akteurs beleuchtet.

Verantwortliche Akteure:
Für jede Maßnahme werden beteiligte bzw. verantwortliche Akteure definiert, die für die Umsetzung der Maßnahme voraussichtlich zuständig sind bzw. beteiligt werden. Für verschiedene Themenbereiche werden im Anschluss Akteurs-Workshops organisiert. Die Einbindung der Akteure im Rahmen von Workshops ist ein wichtiger Schritt für die Umsetzung. Es wird dadurch gewährleistet, dass die Akteure aktiv eingebunden werden, was die Akzeptanz der Maßnahme erhöht.

Umsetzungshorizont und zeitliche Wirkungsdimension:
Seitens des Fördermittelgebers wird erwartet, den Zeitraum der Wirkung der Maßnahmen in kurz-, mittel- und langfristig aufzuteilen. Sie beschreiben den zeitlichen Horizont der Konzeptansätze als Basisprogramm, Aktionsprogramm und Ausblick.
Die von uns entwickelten Maßnahmen sind Bestandteil des Basisprogramms und so in ihrer Wirksamkeit aufeinander abgestimmt, dass das im Jahr 2030 anvisierte Klimaschutzziel erreicht werden kann. Je nach Ausgestaltung der Maßnahmen zeigen die kurzfristig aktivierten Maßnahmen auch mittel- und langfristige Wirkungen. Daher sind im mittelfristig wirkenden Aktionsprogramm Maßnahmen verankert, die einen längeren Vorlauf und Planungshorizont benötigen, wie zum Beispiel der Ausbau des Fernwärmesystems.
Der Ausblick beschreibt den langfristigen strategischen Horizont, um im Zeitraum von 2050 bis 2080 das Klimaschutzziel von 2,5 t CO_2/EW/a zu erreichen. Zu berücksichtigen ist, dass der Flugverkehr der Dresdner nicht im hier verwendeten Bilanzkreis definiert ist.

Status:
Ein weiterer berücksichtigter Aspekt, der Hinweise zur Machbarkeit und Dimension der Maßnahme gibt, ist der Status. Es wird differenziert, ob eine Maßnahme eine Ergänzung zu bestehenden Prozesse, Projekten und Vorgehen oder eine Neuheit darstellt.
Für konkrete technische Maßnahmen werden quantifizierte Berechnungen zugrunde gelegt. Für Maßnahmenpakete wird eine ganzheitliche qualitative Abschätzung vorgenommen, die sich auf die quantitativen Berechnungen sowie Erfahrungswerte stützt.

2.5.1.2 Bewertung von Maßnahmen

Ziel dieses Schrittes ist es die Maßnahmen, die zuvor entwickelt worden sind, zu bewerten und sie anhand dieser Bewertung auszuwählen bzw. zu priorisieren. Als Grundlage der Bewertung wurden Kriterien mit dem Auftraggeber abgestimmt, um eine klare und objektive Wertung zu gewährleisten (siehe unten stehende Aufzählung). Dieser transparente und partizipative Prozess verbessert ebenfalls die Akzeptanz der beteiligten Akteure.

Dazu wird auf ein **Scoring-Modell** zurückgegriffen, welches im Rahmen eines anderen Projektes entwickelt und erfolgreich eingesetzt wurde. Das Scoring ist ein von Rambøll Management entwickelter Ansatz, um hochkomplexe und mehrdimensionale Entscheidungsprobleme zu strukturieren. Dahingehend bietet es eine sehr stark strukturierte Bewertungsgrundlage, um die Optima aus einer Vielzahl von Entscheidungssituationen zu identifizieren. Das Scoring bewertet jede Teilmaßnahme nach einheitlichen und transparenten Kriterien. In diesen Kriterien sind die jeweiligen Ziele des Konzepts berücksichtigt. Die Anlage des Modells wird am Zielsystem des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts für die Landeshauptstadt Dresden ausgerichtet, um die bisherige Wirksamkeit und Effizienz des Programms fachgerecht zu überprüfen und hieraus eine Bewertung der jeweiligen Maßnahmen zu generieren.

Dieser Prozess erlaubt es, neben den klaren quantitativen Kriterien, wie Einsparpotenziale und Kosten, weiche, qualitative Faktoren, wie politische und gesellschaftliche Aspekte, mit zu berücksichtigen, und diese im Rahmen des Scoring zu quantifizieren. Hierbei werden in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber Bewertungskriterien und Gewichtungsfaktoren festgelegt. Das Scoring erlaubt ein klares Ranking der Maßnahmen anhand der Ergebnisse festzulegen.

Die Kriterien, anhand deren die Maßnahmen bewertet werden, können in zwei Kategorien unterteilt werden: Zielkriterien und Machbarkeitskriterien. Die Zielkriterien orientieren sich an der Ziel-

stellung des Auftraggebers und an den strategischen Querschnittszielen des energetischen Leitbildes. Die Machbarkeitskriterien umfassen Aspekte zur technischen, sozialen und ökonomischen Machbarkeit.

2.5.1.3 Zielkriterien

Zielbeitrag: Die Wirkung einer Maßnahme wird anhand ihres Beitrages zur Zielerreichung gemessen. Das Ziel ist es 40 Prozent der Treibhausgasemissionen (pro Kopf) bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2005 zu reduzieren. Als Indikator dient hier das CO_2-Reduktionspotenzial der zu bewertenden Maßnahmen, welches relativ zum Gesamtreduktionsbedarf gesetzt wird. Das Ergebnis liegt somit zwischen 0 und 1.

Wirtschaftliche Effizienz: Die Effizienz einer Maßnahme gibt Aussage über nötige Kosten und mögliche Erträge, die anfallen, um die Treibhausgasemissionen zu senken. Berechnet wird die Effizienz als Vermeidungskosten bzw. Vermeidungsertrag pro eingesparte Tonne CO_2. Für das Scoring-Modell wird das Ergebnis relativ zum Gesamtergebnis betrachtet und es liegt somit zwischen 0 und 1.

Wertschöpfung: Ein wesentliches Querschnittsziel des vorliegenden Energie- und Klimaschutzkonzeptes ist eine positive Auswirkung der Maßnahmen auf die wirtschaftliche und soziale Entwicklung der Region. Quantitativ wird dies anhand der potenziellen Erschaffung von Arbeitsplätzen gemessen. Das Ergebnis wird ebenfalls relativ zur Gesamtwertschöpfung als Faktor zwischen 0 und 1 aufgeführt. Darauf aufbauend wird der Wertschöpfungsbeitrag, der durch die Maßnahmen für die Landeshauptstadt Dresden erbracht werden kann, qualitativ beurteilt. Diese Beurteilung fundiert auf den Analysen zur räumlich-differenzierten Bestandsaufnahme und nimmt insbesondere die durchgeführte Sensitivitätsanalyse zur Energiepreisentwicklung in den Blick, um Aussagen zur erwartenden konjunkturellen Entwicklung abzuleiten.

Versorgungssicherheit: Der Beitrag zur Versorgungssicherheit wird qualitativ erfasst und in drei Kategorien gegliedert: In die erste Kategorie fallen die Maßnahmen, die das Potenzial haben einen Ausgleich zu liefern und somit das Lastmanagement unterstützen, wie zum Beispiel Energiespeichersysteme. Maßnahmen dieser Kategorie werden mit 1 bewertet. In die zweite Kategorie fallen Maßnahmen, die keinen Ausgleich bieten können, aber auch den Ausgleichsbedarf nicht erhöhen. Diese werden mit 0 bewertet. In die dritte Kategorie fallen die Maßnahmen, die den Ausgleichsbedarf erhöhen, wie zum Beispiel fluktuierende erneuerbare Energieerzeugung. Diese werden mit -1 bewertet.

Weitere Zielkriterien sind **Energiekostenstabilisierung** und **Wettbewerbsfähigkeit** (Operationalisierung siehe Abschnitt 2.5.1.5).

2.5.1.4 Machbarkeitskriterien

Technische Umsetzbarkeit: Dieses Kriterium ist ebenfalls qualitativ erfasst und in die drei Kategorien „hoch", „mittel" und „niedrig" zusammengefasst, die jeweils mit 1, 0 und -1 bewertet sind. Stark elaborierte Technologien mit einem breiten Erfahrungs- und Umsetzungshorizont werden mit „hoch" eingestuft. Teilweise elaborierte Technologien, die nur einen geringen Umsetzungsgrad haben, werden mit „mittel" eingestuft und Pilotprojekte bzw. Zukunftstechnologien, die noch mit hohem technischem Risiko verknüpft sind, werden mit „niedrig" eingestuft.

Soziale Betroffenheit: Analog zur technischen Machbarkeit wird die soziale Machbarkeit, das heißt die soziale Akzeptanz einer Maßnahme und mögliche gesellschaftliche Belastungen, in die drei Kategorien „hoch", „mittel" und „niedrig" eingegliedert. Diese gehen ebenfalls mit 1, 0 und -1 in die Wertung ein. Eine 1 bekommen Maßnahmen, die keine Belastung für die Bevölkerung darstellen und in breiter Mehrheit innerhalb des betroffenen Personenkreises und der Gesamtbevölkerung akzeptiert werden. Eine 0 wird erteilt, wenn der Vorschlag nur eingeschränkt akzeptiert wird und eine -1 wird vergeben, wenn der Vorschlag auf große Vorbehalte in der Bevölkerung trifft bzw. eine starke Belastung mit sich bringt.

Ökonomische Anreizkompatibilität: Das ökonomische Machbarkeitskriterium kann quantitativ ermittelt werden. Hier geht es darum aus Sicht des investierenden Akteurs den monetären Anreiz zu beleuchten. Als Indikator dient der Return on Investment (ROI), der sich aus dem Verhältnis von Gewinn zum eingesetzten Kapital berechnen lässt. Für das Scoring-Modell wird das ROI-Ergebnis einer Maßnahme relativ zum höchsten ROI-Ergebnis innerhalb des Maßnahmenkatalogs berechnet und fällt somit in den Bereich zwischen 0 und 1.

Weitere Machbarkeitskriterien sind die für den Bereich der Kohärenz definierten Kriterien **Komplementarität** und **Synergiepotenzial** (Operationalisierung siehe Abschnitt 2.5.1.5).

In einem finalen übergreifenden Schritt der Kohärenz- und Qualitätssicherung werden mögliche Konfliktpotenziale und Synergieeffekte zwischen einzelnen Maßnahmen qualitativ erörtert. Die Stimmigkeit und Kohärenz des Gesamtkonzeptes werden so auf substitutive bzw. komplementäre Beziehungen überprüft.

Die Ergebnisse der Bewertung, anhand der oben beschriebenen Kriterien, fließen in das Excel-basierte Berechnungstool des Scoring-Modells ein, um den Bewertungsprozess strukturiert und einheitlich durchzuführen. Die Punktwerte für die einzelnen Kriterien liegen, wie oben beschrieben zwischen -1 und 1 und werden in eine Scoring-Matrix übertragen, in der entsprechend des Halbmatrizenverfahrens die Punktwerte gewichtet werden und der Gesamtscore errechnet wird. Dieser Score drückt damit die potenzielle Leistungsfähigkeit einer Maßnahme im Vergleich zu allen anderen aus.

Nach Absprache mit dem Auftraggeber wurden die ermittelten Scores der Maßnahmen innerhalb der definierten Kategorien absteigend geordnet (Priorisierung), so dass sich für jede Kategorie die leistungsstärksten Maßnahmen klar darstellen lassen. Darauf aufsetzend kann die Auswahl der Maßnahmen nach entsprechenden Graden der Leistungsfähigkeit vorgenommen werden. Das Ergebnis der Maßnahmenbewertung ist eine Maßnahmenliste, die nach der Maßnahmenpriorisierung sortiert ist. Dies bildet die Grundlage für die Konkretisierung der Maßnahmen.

2.5.1.5 Operationalisierung der Scoring-Kriterien

Operationalisierung bedeutet, dass für jedes Kriterium Fragen formuliert wurden, die bei der Bewertung der einzelnen Maßnahme zu beantworten waren. Die Beantwortung erfolgt entweder über konkret quantifizierbare Indikatoren oder über qualifizierbare Deskriptoren mit im Vorfeld definierten Dimensionen.

Operationalisierung der Zielkriterien

OPERATIONALISIERUNGS-FRAGE	INDIKATOR/ DESKRIPTOR/ DIMMENSION
Zielbeitrag	
Welchen Zielbeitrag (Effektivität) leistet die Maßnahme zu den CO2-Reduktionszielen des IEuKK?	Indikator: CO2-Reduktionsbeitrag der Maßnahme im Verhältnis zum Einsparziel IEuKK 2030 [Definitionsbereich: 0:1] Überwiegend konkret quantifizierbarer Indiaktor
Wirtschaftliche Effizienz	
Welchen Grenzvermeidungskosten/-ertragsanteil besitzt die Maßnahme bei der Umsetzung?	Indikator: Anteil Vermeidungskosten/-ertrag (in €) im Verhältnis zu den CO2-Reduktionen (in t) [Definitionsbereich: -1:1] Überwiegend konkret quantifizierbarer Indiaktor
Wertschöpfung	
Welcher regionale Wertschöpfungsbeitrag geht von der Umsetzung der Maßnahme aus?	Indikator: Anteil an Gesamtwertschöpfung aller Maßnahmen [Definitionsbereich: 0:1] Überwiegend konkret quantifizierbarer Indiaktor
Versorgungssicherheit	
Wie wirkt sich die Umsetzung der Maßnahme auf die Versorgungssicherheit aus?	Dimensionierung, da konkreter Beitrag nicht spezifisch quantifizierbar. 1: Maßnahme verbessert die Versorgungssicherheit 0: Maßnahme trägt zu einem konstanten Niveau bei -1: Maßnahme führt zu einem wachsenden Ausgleichsbedarf
Energiekostenstabiliserung	
Welchen Einfluss hat die Maßnahme auf die Energiepreisentwicklung?	Dimensionierung, da konkreter Beitrag nicht spezifisch quantifizierbar. 1: Maßnahme wirkt sich dämpfend auf die Energiepreisentwicklung aus 0: Maßnahme hat keinen Einfluss auf die Energiepreisentwicklung -1: Maßnahme wirkt sich energiepreissteigernd aus
Wettbewerbsfähigkeit	
Welchen Einfluss hat die Maßnahme auf die Wettberwerbsfähigkeit?	Dimensionierung, da konkreter Beitrag nicht spezifisch quantifizierbar. 1: Maßnahme führt zu einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft 0: Maßnahme beeinflusst nicht die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft -1: Maßnahme wirkt sich energiepreissteigernd aus

Operationalisierung der Machbarkeitskriterien

OPERATIONALISIERUNGS-FRAGE	INDIKATOR/ DESKRIPTOR/ DIMMENSION
Technische Umsetzbarkeit	
Welche Restriktionen bestehen in Dresden für die Umsetzung dieser Maßnahme?	Dimensionierung 1: hoch (keine, nur geringe Restriktionen) 0: beschränkt umsetzungsfähig -1: starke, volkommene Restriktionen
Wie elaboriert ist die Maßnahmen, wodurch sich die Umsetzbarkeit in Dresden veressern könnte?	Dimensionierung 1: hoch (stark elaborierte Technologie, große Umsetzungserfahrungen) 0: mittel (teilweise elaborierte Technologie, geringe Umsetzungserfahrungen) -1: niedrig (Zukunftstechnologie, Pilot-Maßnahme)
Soziale Betroffenheit	
Welchen Grad an Akzeptanz findet die Umsetzung der Maßnahme bei der Dresdner Bevölkerung?	Dimensionierung 1: hohe/breite Akzeptanz (führt mutmaßlich zu kaum/keinen Widerständen in der Bevölkerung) 0: mittelere Akzeptanz (eingeschränkt umsetzungsfähig, nur in bestimmten Personenkreisen akzeptiert) -1: geringe Akzeptanz (starke Vorbehalte seitens Bevölkerung, starke Belastungssituation für die Bevölkerung)
Welchen Grad an zusätzlicher Belastung wird durch die Umsetzung der Maßnahme für die Bevölkerung Dresdens ausgelöst?	Dimensionierung 1: keine bis sehr niedrige zusätzliche Belastung (Maßnahme führt zu keinen oder nur sehr geringen Nutzenverlusten für die Bevölkerung) 0: mittlere zus. Belastung (Maßnahme führt zu Nutzenverlusten für eine größe Bevölkerungsgruppe) -1:hohe zusätzliche Belastung (Maßnahme führt zu signifikanten Nutzenverlusten für einen Großtel der Bevölkerung)
Ökonomische Anreizkompatibilität	
Wie vorteilhaft wirkt sich die Umsetzung der Maßnahme für die investierende Akteursgruppe aus?	Indiaktor: ROI - spezifischer Ertrag bzw. Ersparnis zu individueller Investition 1: hoher ROI ohne Förderung 0: hoher ROI mit Förderung -1: unterdurchschnittlicher ROI
Komplementarität	
Wie komplementär ordnet sich die Maßnahmen in den gesamten Maßnahmenkatalog ein?	Dimensionierung 1: Maßnahme ist kohärent ausgerichtet und verknüpft sich mit weiteren Maßnahmen bzw. verbessert die Systemleistung 0: Maßnahme ist kohärent, hat keine Beziehungen zu weiteren Maßnahmen bzw. hat keinen Einfluss auf die Systemleistung -1: Maßnahme ist inkohärent, wirkt sich subsidiär auf andere Maßnahmen aus bzw. verschlechtert die Systemleistung
Synergiepotenzial	
Wie synergetisch wirkt sich die Umsetzung der Maßnahmen mit weiteren städtischen Zielstellungen (Konzepte: INSEK, VEP, FNP, LRP, etc.) aus?	Dimensionierung 1: Maßnahme wirkt synergetisch 0: Maßnahme wirkt nicht synergetisch -1: Maßnahme wirkt konterkarierend

2.6 Ableitung der Szenarien

Den abgeleiteten Szenarien sind umfassende Annahmen zu Grunde gelegt worden, die im Folgenden zusammenfassend dargestellt sind.

Das **Trend-Szenario** schreibt die aktuelle Dresdener Entwicklung fort.

1. Bei der Sanierung des Gebäudebestands wird von mit 0,5 % p.a. von einer deutlich niedrigeren Rate als im Bundesdurchschnitt ausgegangen. Dies liegt an den in den letzten beiden Jahrzehnten hohen Sanierungsraten[130] und dem inzwischen guten Sanierungsstand,
2. Auch der Austausch der Wärmeerzeuger wird sehr niedrig angesetzt, da dies in den letzten Jahren umfangreich getätigt wurde und keine größeren Entwicklungsdynamiken erwartet werden.
3. Der Ausbau der Solarthermie entspricht der aktuellen Entwicklung und wird in seinen Raten fortgeschrieben.
4. Der Ausbau der Photovoltaik wird wegen der aktuellen Diskussion um das EEG mit 10 % p. a. sehr gering angesetzt.
5. Es werden keine zusätzlichen biogenen Potenziale erschlossen, so dass ausschließlich auf die verfügbaren Mengen innerhalb der Stadtgrenzen zurückgegriffen wird.

[130] Es wird eine einheitliche Sanierungsrate für Dresden angenommen. Das heißt, es wurde nicht getrennt nach von Fernwärme versorgten und nicht von Fernwärme versorgten Gebieten.

6. Bei der Fernwärme werden die beschlossenen Netzausbauten erfolgen; der Zuwachs an neuen Kunden gleicht die Abwanderung aus; über die Sanierung der Gebäude sinkt der Wärmeabsatz.
7. Trotz positiver wirtschaftlicher Entwicklung wird von einer leichten Reduktion des Stromverbrauchs von - 0,5 % p.a. ausgegangen.

Beim **Aktion-Szenario** werden Maßnahmen angenommen, die bis 2050 relevante Einsparpotenziale erzielen. Sie liegen zwischen dem Trend- und dem Effizienz-Szenario. Ziel ist, sich dem Ziel des Klima-Bündnisses anzunähern.
Bei der Fertigstellung des IEuKK wurde sich auf die Gegenüberstellung von Trend- und Effizienzszenario konzentriert, um die Größenordnung der klimaschutzpolitischen Herausforderungen und den Handlungsbedarf im Bereich der kommunalen Zuständigkeiten klarer darzustellen (siehe Zusammenfassung für Entscheidungsträger).

1. Die Sanierung des Gebäudebestands, die Austauschraten der Wärmeerzeuger, der Ausbau von Solarthermie und Photovoltaik orientieren sich im Mittel zwischen Trend- und Effizienz-Szenario.
2. Die biogenen Potenziale innerhalb der Stadtgrenzen zur Erzeugung von Strom und Wärme werden ausgeschöpft.
3. Über den Ausbau der Fernwärme steigt der Fernwärmeabsatz auch bei gleichzeitig durchgeführter Sanierung im Fernwärmegebiet an.

Bei der Fertigstellung des IEuKK wurde sich auf die Gegenüberstellung von Trend- und Effizienzszenario konzentriert, um die Größenordnung der klimaschutzpolitischen Herausforderungen und den Handlungsbedarf im Bereich der kommunalen Zuständigkeiten klarer darzustellen (siehe Zusammenfassung für Entscheidungsträger).

Das **Effizienz-Szenario** beschreibt die Entwicklung, sich bis 2030 den Klimaschutzzielen des Klimabündnisses anzunähern. Langfristig übersteigen die eingesparten Emissionen die Klimaschutzziele des Klimabündnisses.

1. Die Sanierung des Gebäudebestandes erfolgt mit der niedrigen Rate von 1 % p. a. Begründet ist dies durch die in den letzten Jahrzehnten hohen Sanierungsraten[131]. Auch wenn die Gebäude in vielen Fällen bei der Sanierung nicht den energetischen Standard erreicht haben, der technisch und wirtschaftlich machbar ist, ist davon auszugehen, dass viele Gebäude nicht nach einem Jahrzehnt nochmals energetisch grundsaniert werden.
2. Für den Austausch der Wärmeerzeuger sind höhere Raten angenommen als bei der bautechnischen Sanierung der Gebäude. Dies liegt an den geringeren Standzeiten der Wärmeerzeuger und dem geringeren Aufwand z. B. beim Wechsel des Energieträgers. Auch kommen die Kessel, die Anfang der 90er Jahre ausgetauscht wurden, jetzt mit fast 20 Betriebsjahren wieder ans Ende ihrer Lebensphase.
3. Für die energetische Nutzung von Biomasse wird im Effizienz-Szenario (20 MW Biomasseanlage und 5 MW Biogasanlage) auf die Biomasseressourcen der Region zurückgegriffen. Diese Biomasse würde den umliegenden Landkreisen nicht mehr zur Verfügung stehen.
4. Im Stadtgebiet werden Windkraftanlagen betrieben, die zusammen im Mittel jährlich 27 GWh an Strom produzieren.
5. Eine tiefengeothermale Anlage mit 10 - 20 MW produziert 80 – 160 GWh Wärme im Jahr.
6. Gleichzeitig wird die Fernwärme ausgebaut, so dass trotz hoher Sanierungsraten der Gebäude der Fernwärmeabsatz zunimmt.
7. Eine Stromeffizienzrate von 1 % pro Jahr reduziert den Stromverbrauch langfristig deutlich.

[131] Es wird eine einheitliche Sanierungsrate für Dresden angenommen. Das heißt, es wurde nicht getrennt nach von Fernwärme versorgten und nicht von Fernwärme versorgten Gebieten.

Die folgende Tabelle enthält eine nummerische Zusammenfassung der Annahmen je Szenario.

	Trend-Szenario	Aktion-Szenario	Effizienz-Szenario
Wärme	256 GWh	353 GWh	423 GWh
Strom	0	41 GWh	227 GWh
Sanierungsrate Wohngebäude	0,5 %	0,8 %	1,0 %
Sanierungsrate Nicht-Wohngebäude	0,5 %	0,8 %	1,0 %
Fernwärmeausbau (Absatzsteigerung)	0	1,0 %	1,5 %
Austausch Ölkessel	1,0 %	2,5 %	3,0 %
Austausch Gaskessel	1,0 %	2,0 %	2,0 %
Ausbau Wärmepumpen (von Öl)	2,0 %	2,0 %	2,0 %
Ausbau Wärmepumpen (von Gas)	2,0 %	5,0 %	10,0 %
Ausbau Festbrennstoffkessel	4,0 %	10,0 %	20,0 %
Stromeffizienz Wohngebäude	0,5 %	0,8 %	1,0 %
Stromeffizienz Nicht-Wohngebäude	0,5 %	0,8 %	1,0 %
Ausbau Solarthermie	13,0 %	50,0 %	100,0 %
Ausbaurate Photovoltaik	10,0 %	50,0 %	100,0 %
Biomasseanlage 1 Wärme		133 GWh	360 GWh
Biomasseanlage 1 Strom		31 GWh	160 GWh
Biomasseanlage 2 Wärme		6 GWh	16 GWh
Biomasseanlage 2 Strom		11 GWh	40 GWh
Tiefengeothermie Wärme			80 - 160 GWh
Windkraftpark			27 GWh

Erläuterung: Es werden bei Wärme und Strom absolute Einspareffekte (in GWh) bis 2030 gegenüber 2005 angegeben. Bei Biomasse-, Tiefengeothermie- und Windparkanlagen werden Energiemengen (in GWh) für das Jahr 2030 angegeben. Die Prozentangaben stellen jahresdurchschnittliche Effizienzraten bis 2030 dar.