



Dresden.
Dresdner



**Technologieentwicklung für die
elektrische Energiespeicherung und -wandlung
als Wachstumskerne
für die Region Dresden / Sachsen**

Vorwort



Deutschland steht vor großen Herausforderungen im Hinblick auf Klimawandel, Energiewende sowie die daran gekoppelte Energieversorgungssicherheit. Einen der wichtigsten Knackpunkte für die erfolgreiche Umsetzung stellen effektive Methoden zur Energiespeicherung dar. Hier bietet sich ein reiches Betätigungsfeld für Forschung und Industrie. Die schnelle Umsetzung neuer Technologien in massenproduktionsfähige Verfahren und Produkte bieten einerseits Wachstumsimpulse für Wirtschaftsstandorte und sind gleichzeitig für die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen unentbehrlich.

Ziel der hier als Kurzfassung vorliegenden Studie war es deshalb, einen Status-quo-Bericht und Handlungsansätze zu erhalten, um die Region Dresden zu einem Standort mit europäischer Ausstrahlung für Forschung, Entwicklung und Produktion für elektrische Energiespeicher zu entwickeln und auszubauen. Dabei wurden sowohl die Themen Batterien bzw. Supercaps für mobile und stationäre Anwendungen sowie Brennstoffzellen betrachtet.

Bei der Entwicklung der Forschungsschwerpunkte in den Dresdner Universitäten und Instituten sind Energiespeicher klar als budgetstarker Trend zu erkennen. Gerade auch das Fraunhofer-Institutszentrum

Dresden platzt aus allen Nähten, so dass wir schnell und unkompliziert Erweiterungsfläche für das geplante Forschungszentrum für »RESSourcen-schonende Energie-Technologien« (Fraunhofer RESET) geschaffen haben.

Elektromobilität, Power-to-Gas oder gar Smart Grid erfordern dabei ein völlig neues, übergreifendes Denken und stellen Forschung und Unternehmen vor spannende Anforderungen.

Der Standort Dresden kann diesem neuen Ansatz in optimaler Weise entsprechen und verknüpft mit seinen Technologie-Kernkompetenzen die Herausforderungen der Thematiken. Am Anfang der Wertschöpfungskette stehen dabei in Dresden überdurchschnittliche Werkstoffkompetenzen, Prozess- und Anlagen-Know-how, ein führender Mikroelektronik- und Software-Standort sowie eine sehr gute Vernetzung der Akteure.

Ich danke dem VDI Technologiezentrum für interessante Ansätze bei Methodik und Durchführung der Studie. Allen beteiligten Akteuren der Region gilt mein Dank für Ihr Engagement bei den Expertengesprächen. Gleichzeitig möchte ich Sie zu weiteren innovativen Projekten in Dresden motivieren.

A handwritten signature in black ink, reading "Dirk Hilbert".

Dirk Hilbert
Beigeordneter für Wirtschaft und
Erster Bürgermeister derLandeshauptstadt Dresden

Ausgangssituation und Zielsetzung

Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht vor, dass im Jahr 2020 der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 35 Prozent beträgt. 2030 soll ihr Anteil schon die Hälfte ausmachen. Da der Ertrag der regenerativen Quellen aber je nach Wetterverhältnissen stark schwankt, müssen wir künftig auf hochleistungsfähige Energiespeicher setzen, um das Angebot der Nachfrage anzupassen. Auch Automobile sollen in Zukunft vermehrt mit elektrischen Antrieben ausgestattet sein. Zielstellungen sind die Markteinführung von einer Million elektrisch betriebener Straßenfahrzeuge bis zum Jahr 2020 und der Ausbau Deutschlands zu einem Leitanbieter für Elektromobilität.

Die Region Dresden/Sachsen verfügt über eine exzellente Forschungsinfrastruktur im Bereich elektrischer Energiespeicherung und -wandlung. Die Landeshauptstadt Dresden hat deshalb eine Studie beauftragt, um die wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Innovationspotenziale der Stadt in diesem Bereich zu untersuchen und daraus Entwicklungs- und Umsetzungsmöglichkeiten abzuleiten. Ziel ist es, die vorhandenen Potenziale zu nutzen, um die Region Dresden zu einem Standort mit europäischer Ausstrahlung in Forschung, Entwicklung und Produktion für Brennstoffzellen und elektrische Energiespeicher in Form von Batterien bzw. Supercaps für mobile und stationäre Anwendungen zu entwickeln und auszubauen.

Die vorliegende Broschüre fasst die Ergebnisse der Studie zusammen. Die Gesamtstudie wurde von der VDI Technologiezentrum GmbH Düsseldorf erstellt.

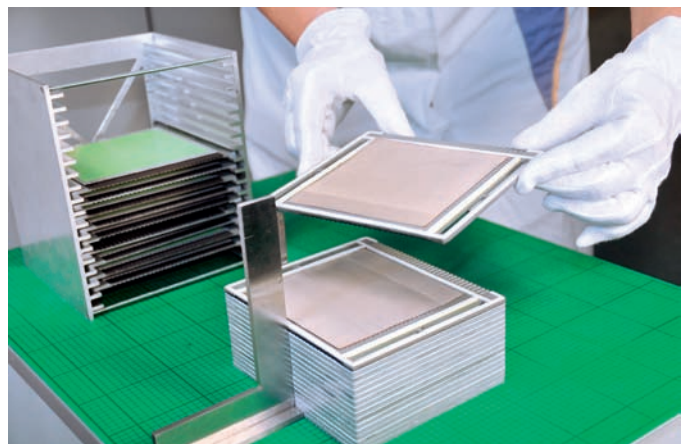


Abb. 1: Eines der strategischen Ziele Dresdens ist es, die vorhandenen Kompetenzen des Hochtechnologiestandortes weiter auszubauen.

Batterien



Abb. 2: Dresden gehört zu den führenden Zentren für Batterieforschung in Deutschland.

Marktumfeld

Der Markt für elektrische Energiespeicher wird in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Adressiert werden die Versorgung portabler Kleinelektronik, Anwendungen als Traktionsbatterien im Bereich der Elektromobilität, sowie die stationäre Energiespeicherung im großstationären Netz- und im dezentralen Gebäudebereich.

Vor dem Hintergrund der Energiewende, dem Ausbau erneuerbarer, d. h. fluktuierender Energiequellen und der avisierten Elektromobilitätsziele besteht für den Standort Dresden, für Sachsen und für Deutschland als Ganzes eine besondere Anwendungsrelevanz in elektrischen Antriebsspeichern und stationärer Speicherung.

Der Markt für vollständig oder teilweise elektrisch angetriebene Fahrzeuge wird weltweit wachsen. Prognosen gehen davon aus, dass bei leicht steigenden, bzw. gleichbleibendem globalem Fahrzeugabsatz der Anteil reiner Verbrennungsfahrzeuge ab 2015 stetig sinken wird. Deutliche Zugewinne erreichen Hybridfahrzeuge. Rein elektrisch angetriebene Fahrzeuge werden bis 2020 weltweit auf über 8 Millionen Einheiten kommen. Die Traktionsbatterie stellt bei (teil-)elektrifizierten Fahrzeugen die entscheidende Komponente dar. Sie ist mit den höchsten Kosten, aber auch mit dem größten Wertschöpfungspotenzial verbunden.

Auch im stationären Bereich wird mit erheblichen Zuwächsen gerechnet. So soll allein der weltweite Markt für Solarstromspeicher zwischen 2012 und 2017 von 200 Mio. US\$ auf 19 Mrd. US\$ wachsen. Bedingt u. a. durch die 2013 angelaufene Investitionsförderung für Speicheranwendungen entfällt bereits jetzt der größte Anteil dieses Marktes auf Deutschland.

Für stationäre Großspeicher werden längerfristig ebenfalls gute Wachstumschancen erwartet. Sie kommen vor allem im Bereich der Primärregelung der Netzstabilität zu Gute. Insbesondere in Ländern mit störanfälligen Netzen werden Großspeicher zukünftig immer stärker nachgefragt. Ab 2017 wird die installierte Leistung um zwei Gigawatt jährlich ansteigen. Die Potenziale des Industriestandortes Deutschland bei Großspeichern hängen vor allem davon ab, ob eine industrielle Fertigung entsprechender Batteriesysteme hierzulande möglich ist.

Kompetenz und Wertschöpfung in Dresden

Dresden hat sich in der Batterieforschung national und international einen sehr guten Ruf erarbeitet. Gerade in Deutschland gehört es zu den führenden Zentren der Batterieforschung. Die F&E-Landschaft von der TU über die Leibniz-Institute bis hin zu den Fraunhofer-Instituten zeigt sich in der anwendungsnahen Forschung hervorragend aufgestellt. Vor allem im Bereich Lithium-basierter Speichertechnologien, die bereits heute wachsende Märkte adressieren, und deren Weiterentwicklung in den kommenden zehn Jahren aussichtsreiche Potenziale verspricht, sowie bei modernen Natrium-Schwefel-Systemen für stationäre Anwendungen weist die Region Dresden spezifische Stärken auf. Der konsequente Ausbau Dresdens zu einem führenden deutschen Batterietechnikstandort insbesondere in diesen Speichertechnologien kann den Anschluss Deutschlands an die technologisch und ökonomisch führenden Länder Ostasiens in diesem Sektor nachhaltig unterstützen.

Bereits seit Jahren werden immer wieder batteriespezifische Forschungsprojekte bearbeitet, die den Entwicklungsstand der Systeme weit nach vorn brachten. In jüngster Zeit hat die Batterieforschung noch einmal erhebliche Unterstützung gewonnen. So wurde in der ersten Jahreshälfte 2013 der Start zweier großer Forschungsprojekte bekanntgegeben, die stationäre und mobile Anwendungen adressieren und die entsprechenden Batterieentwicklungen weiter vorantreiben werden. Mit den Projekten „BaSta“ (Batterie Stationär in Sachsen) und „BamoSa“ (Batterie Mobil in Sachsen) entsteht laut Experten eine zusätzliche erhebliche Kompetenz über weite Bereiche der Wertschöpfungskette, von der Elektrochemie über den Material- und Elektrodenbereich bis hin zur Prozesstechnik.

Das Fraunhofer IWS nimmt eine zunehmend zentrale Rolle für die Batterieforschung am Standort Dresden ein. So entsteht im Rahmen des Projektes „BamoSa“ hier und an der TU Dresden ein WING-Zentrum (BMBF: Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft), in dessen Rahmen Elektrochemie, Zellmechanismen und Zellfertigung gezielt vorangebracht werden sollen. Ein WING-Zentrum ist ein Zusammenschluss von Forschergruppen an einem Standort mit hervorragender Forschungsinfrastruktur im Verbund mit kleineren industriellen Begleitvorhaben zur technologischen Validierung.

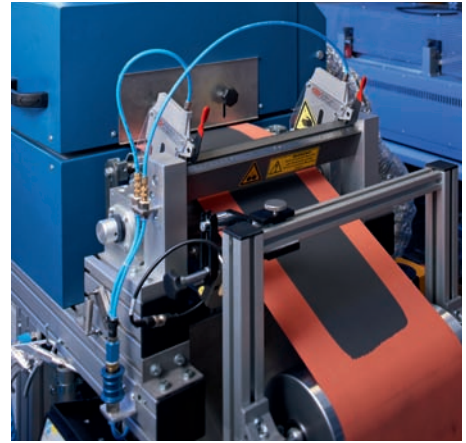


Abb. 3: Rolle-zu-Rolle-Beschichtung: Pilotanlage

Die Schwerpunkte der Technologieentwicklung in der Region Dresden liegen bei Lithium-basierten Batterietechnologien. Sie betreffen sowohl „klassische“ Lithium-Ionensysteme auf Kobalt-, Nickel- und Manganbasis sowie Lithium-Phosphat- und Lithium-Titanat-Systeme für die bereits heute umfangreiche Märkte existieren, als auch die für die Zukunft aussichtsreiche Lithium-Schwefel-Technologie. Insbesondere diese verspricht gegenüber konventionellen Lithium-Batterien eine bis zu fünffach höhere Speicherkapazität und bietet große Potenziale. Ihre Anwendungsreife wird erst in der mittleren Zukunft, frühestens in fünf bis zehn Jahren erwartet. Dennoch wird die LiS-Technologie durch die vorhandene hervorragende F&E-Kompetenz in Dresden als sehr aussichtsreich angesehen. So soll z. B. beim Fraunhofer IWS in den kommenden zwei bis drei Jahren eine Produktionsanlage für „klassische“ Li-Ionen-Zellen auch in Richtung Lithium-Schwefel erweitert werden. Hierdurch werden industrielle Pilotanwendungen adressiert. Für eine nachfolgende Volumenproduktion werden strategische Partner aus dem industriellen Bereich benötigt. Mit ihnen sollen Industrialisierungskonzepte zur Zellfertigung entsprechend kundenspezifischer Anforderungen erarbeitet werden.

Große Kompetenzen finden sich in Dresden im Bereich der Superkondensatoren. Sie nehmen neben Batterien eine Schlüsselfunktion bei der Speicherung elektrischer Energie ein. Durch ihre im Vergleich zu Batterien schnelle Lade- und Entladefähigkeit können sie größere temporäre Leistungsspitzen zur Verfügung stellen. Eine Synergie beider Speicherarten - Kondensatortechnologien mit hoher Leistungsdichte und Lithium-Batterien mit hoher Energiedichte - ist insbesondere im Elektrotraktions- und Elektromobilitätsbereich relevant. Sie wird u. a. durch das Steuerungsmanagement von Dualspeichern adressiert, für das es insbesondere am Fraunhofer IVI besondere Kompetenzen gibt.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Natrium-Schwefel-Technologie für die stationäre Energiespeicherung. Solche Batteriesysteme werden von ostasiatischen Unternehmen zwar bereits heute kommerziell angeboten, erlangten wegen der erforderlichen hohen Betriebstemperatur um 300 °C und des aufwändigen Temperaturmanagements jedoch noch keine weitreichende wirtschaftliche Bedeutung. Durch neue F&E-Aktivitäten in Dresden soll der Betrieb sukzessive in den Niedertemperaturbereich und bis zu Raumtemperatur ausgedehnt werden. Im Erfolgsfall lassen sich umfangreiche Anwendungsmärkte im stationären Bereich adressieren. Attraktiv ist hier u.a. auch die Verfügbarkeit der beteiligten Materialien. Für keines der eingesetzten Materialien ist, etwa im Unterschied zu Lithium, mit Versorgungsknappheiten zu rechnen.

Hinsichtlich der in der Region Dresden vorhandenen F&E-Kompetenz sowie der zukünftig zu erwartenden Anwendungs- und Kommerzialisierungspotenziale sehen Experten die folgenden elektrischen Speichertechnologien als besonders relevant an (in absteigender Relevanzreihenfolge):

- Lithium-Schwefel-Batterien
- Natrium-Schwefel-Batterien
(Fokus auf Niedertemperaturansätzen)
- „klassische“ Lithium-Ionen-Batterien
(z. B. LiCoO₂, LiNiO₂, LiMn₂O₄)
- Lithium Phosphat (LiFePO₄, LiFeYPO₄)
und Lithium-Titanat (Li₂TiO₃)
- Lithium-Superkondensatoren
- Flüssigmetall-Batterien
- Superkondensatoren (ohne Li-Basis)
- Metall-Luft-Batterien
- Redox-Flow-Batterien
- Lithium-Hochvolt-Batterien

Dresden weist zahlreiche Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette für Batterien auf. Vor allem die F&E-Einrichtungen der angewandten Forschung decken weite Bereiche ab. Überdies ist es erklärtes Ziel einzelner Einrichtungen wie z. B. des Fraunhofer IWS, die Wertschöpfungskette sogar innerhalb des eigenen Institutes möglichst komplett abzubilden. In der Entwicklung von Materialsystemen und Komponenten werden neuartige, hochporöse Elektrodenmaterialien, z. B. auf der Basis von Nano-Kohlenstoff erforscht und leistungsfähige Beschichtungsverfahren entwickelt, von denen einige bereits im Design auf Skalierbarkeit in Richtung größerer Fertigungsmengen ausgelegt sind. Vorgelagert zu großvolumiger Zellfertigung kommt Pilotanlagen eine besondere ökonomische Bedeutung zu. Sie repräsentieren ein wichtiges Verbindungsglied zu kommerziellen Unternehmen. Die Zusammenarbeit der F&E-Institute mit KMU des Anlagenbaus insbesondere auf der Zulieferseite wird gerade in diesem Bereich als gut bezeichnet und sollte weiter ausgebaut werden.

Prozessbegleitende Qualitätssicherung wird im F&E-Bereich häufig nur nachrangig adressiert. Hier bestehen allgemeine Schwächen. In der industriellen Batterieproduktion ist sie jedoch ein wesentlicher Erfolgsfaktor und muss sich über alle Fertigungsbereiche erstrecken. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang Test und Zertifizierung von Batteriesystemen. Hier hat sich z. B. die SGS Institut Fresenius GmbH auf die Qualitätskontrolle im Fertigungsprozess sowie auf Fehler- bzw. Schadensanalyse spezialisiert und bietet Zugriff auf ein



Abb. 4: Elektromobilität im ÖPNV, links: AutoTram® Extra Grand, rechts: AutoTram®

jüngst in München eröffnetes Batterietesthaus. Hier bieten sich erhebliche Potenziale bei einer zukünftigen industriellen Skalierung neuer Batterietechnologien aber auch bei schon etablierten Systemen.

Im hinteren Bereich der Wertschöpfungskette (Systemaufbau, Systemtest, Anwendung) bestehen gute F&E-Kompetenzen in Batteriemanagement und Leistungselektronik. Diese wurden in der Vergangenheit immer wieder durch die unkomplizierte Bildung von Kooperationsclustern zur Realisierung auch öffentlichkeitswirksamer Demonstrationsprojekte vor allem im Elektromobilitätsbereich unterstrichen.

Hier zeigt sich die Region Dresden insbesondere hinsichtlich der Entwicklung neuer ÖPNV-Fahrzeugkonzepte und der Entwicklung von Prototypen und Demonstrationsfahrzeugen sehr innovativ. So wurden in den letzten Jahren unter Federführung des Fraunhofer IVI die „AutoTram“ und die „AutoTram-Extra Grand“ entwickelt. Hierbei handelt es sich um elektrisch betriebene Langbusse die aufgrund ihres spurtreuen Fahrbetriebes ähnlich zu Straßenbahnen, allerdings auf Straßen eingesetzt werden können. An den AutoTram-Projekten ist eine Reihe weiterer Dresdener Unternehmen bzw. Institutionen, wie die TU Dresden, Wittur Electric Drives, M&P motion control and power electronics sowie die DVB beteiligt. Trotz genehmigungsrechtlicher Probleme, die einem Betrieb in Deutschland im Wege stehen, repräsentieren sie hervorragende Beispiele für die anwendungsbezogene Zusammenarbeit zwischen F&E-Institutionen, privaten KMU und öffentlichen Betrieben.

Im KFZ-Bereich und im Individualverkehr geht die Einführung der Elektromobilität langsamer vonstatten als ursprünglich geplant. Experten sehen kurzfristige Potenziale im Privatanwenderbereich eher auf dem Gebiet von Zweirädern. Bei E-Bikes, Pedelecs und Elektroscootern bzw. –rollern geht die Markteinführung schneller vonstatten bzw. ist bereits im Gange. Hier sind Einschränkungen aufgrund der Nutzungsprofile der Fahrzeuge für Kunden geringer als bei Automobilen, bei denen vor allem die hohen Anschaffungskosten, das hohe Fahrzeuggewicht, die geringe Reichweite, die lange Ladedauer und die begrenzten Nachlademöglichkeiten unterwegs im Vergleich mit klassischen Benzin- und Dieselfahrzeugen schwer für den Privatanutzer wiegen. Diese Begleitumstände belasten involvierte Industrieunternehmen und die wenigen industriellen Zellfertiger im Bereich der Li-Ionentechnologie zunehmend. In der Region Dresden stellt Li-Tec Battery GmbH (Kamenz) den einzigen industriellen Batterie- bzw. Zellfertiger dar. Das Gemeinschaftsunternehmen von Evonik Industries AG und der Daimler AG und produziert großformatige Lithium-Ionen-Batteriezellen für automobile, industrielle und stationäre Anwendungen. Die Aktivitäten sind jedoch stark auf die etablierten Li-Ionen-Technologie sowie Bedienung der Nachfrage der beiden Mutterkonzerne

ausgerichtet. Dennoch eruiert Li-Tec die Batterieforschung nach technologischen Verbesserungspotenzialen und beobachtet in diesem Zusammenhang auch die Entwicklungen der Dresdner F&E-Akteure.

Anwendungspotenziale im Batteriebereich ergeben sich für Dresden neben der Elektromobilität vor allem in der stationären Energiespeicherung, wobei zwischen großstationären Batteriekraftwerken und dezentraler Speicherung im Haus- oder Gebäudebereich zu unterscheiden ist.

Im großstationären Bereich kommen bereits heute in vereinzelten Nischenanwendungen Großbatterien sog. „Batteriekraftwerke“ zum Einsatz. Sie stellen in Elektrizitätsnetzen sog. „Regelleistung“ zur Verfügung, die schnell abrufbar ist und zur Netzstabilisierung im Sekunden- und Minutenbereich dient um kurzfristige Leistungsschwankungen auszugleichen. Die Bereitstellung von Regelleistung ist eine Systemdienstleistung, die auf einem eigenen Markt zwischen Kraftwerksbetreibern, Übertragungsnetzbetreibern und unterlagerten Netzbetreibern gehandelt wird. Aufgrund der hohen, mit Großbatterien verbundenen Kosten zeigen sich die Stromversorger in Deutschland noch sehr zurückhaltend. Die steigende Netzintegration erneuerbarer Energien forciert jedoch die Nachfrage nach Regelleistung, so dass in Zukunft auch für Großbatterien mit wachsenden Märkten zu rechnen ist. Dem trägt das F&E-Projekt LESSY (Lithium-Elektrizitäts-Speicher-System) Rechnung, in dem mehrere Unternehmen und Forschungsinstitutionen zusammenarbeiten, um Anwendungspotenziale von Lithium-Ionen-Batterie-Speichern für stationäre Anwendungen zu untersuchen. Eingesetzt werden die Zellen der Li-Tec Battery GmbH aus Kamenz. Zur Demonstration wurde im Saarland eine Pilotanlage mit einer Leistung von 1 MW und einer Speicherkapazität von etwa 700 kWh installiert und in Betrieb genommen.

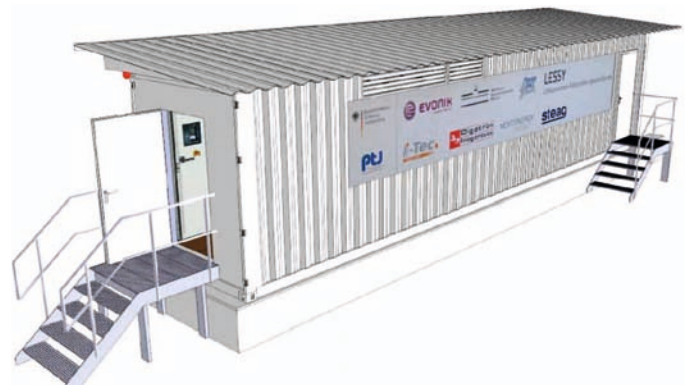


Abb. 5: Großbatterie40: Fuß-Seecontainer für Li-Ionen-Großbatterie



Abb. 6: Dezentrale Energiespeicherung: Aufladung von Elektrofahrzeugen in einem Carport; „Energy Storage / Energy Manager“ – LiFePO₄-Batteriesystem

Sehr viel versprechende Potenziale bestehen dagegen im Bereich der dezentralen Energiespeicherung. Hier rechnen Experten mit der Entstehung eines Massenmarktes auf der Basis der mittlerweile sehr weiten Verbreitung gewerblicher und privater, dachmontierter PV-Anlagen, die im Zuge der Einspeiseförderung auf Basis des Erneuerbare Energien Gesetzes in den letzten Jahren entstanden sind. Durch die sukzessive Absenkung der Einspeisevergütung wird es für viele Haushalte immer attraktiver, die selbst erzeugte Elektrizität zu einem möglichst hohen Grad auch selbst zu nutzen. Dies erfordert den vermehrten Einsatz häuslicher, batteriebasierter Speichersysteme die einen Zugriff auf die in der Mittagszeit erzeugte Energie auch während der verbrauchsintensiveren Abend- und Morgenstunden ermöglichen. Kommerzielle Produkte werden inzwischen vielfältig angeboten. Auch Photovoltaik-Unternehmen aus der Region Dresden, wie z. B. die Solarwatt GmbH und die SolarWorld Innovations GmbH (Freiberg) bieten solche Batteriespeicher kommerziell an und vermarkten überdies Komplettsysteme bestehend aus Solaranlage, Wechselrichter, Batteriespeicher und häuslichem Energiemanagement. In einem neuen Konzept bietet Solarwatt zudem gemeinsam mit BMW integrierte Carport-Solar-Systeme zur nachhaltigen heimischen Aufladung von Elektrofahrzeugen an.

Allgemein sehen Experten in dezentralen Batteriespeichern einen äußerst aussichtsreichen Markt und für die krisengeschüttelte Solarbranche eine viel versprechende ökonomische Alternative.

Fazit

Im Batteriebereich zeigt sich Dresden insgesamt sehr gut aufgestellt. Am Standort besteht eine exzellente RF&E-Infrastruktur. Dies gilt insbesondere für aussichtsreiche neue Batterietechnologien wie die Lithium-Schwefel-Technologie. Ihre Marktreife wird zwar erst in etwa zehn Jahren erwartet, ihr Potenzial erscheint aus heutiger Sicht jedoch viel versprechend, und eine Reihe von Dresdner F&E-Instituten ist hier stark engagiert.

Allerdings mangelt es in Dresden an industrieller Fertigungskompetenz sowie generell an finanzstarken Unternehmen, die sich im Batteriebereich engagieren. Mithin ergibt sich eine Lücke zwischen der in der angewandten Forschung und deren industrieller Umsetzung sowie beim Transfer zu Produkten und kommerzieller Produktion. Demgegenüber existiert in Dresden ein etablierter und gut aufgestellter mittelständischer Maschinen- und Anlagenbau. Diese Unternehmen sind derzeit nicht im Batteriebereich engagiert, besitzen jedoch profundes Know-how in technisch verwandten Gebieten wie dem Elektromotorenbau, der Vakuumtechnik, der Mikroelektronik oder der Solarmodulfertigung.

Strategisches Ziel muss es sein, den Informationsaustausch beider Seiten zu intensivieren. Die Plattform Energy Saxony hat sich im Verlauf der Studie als Branchennetzwerk etabliert und wächst weiter kontinuierlich. Gelingt es hier auch, fruchtbare Kooperationen zwischen der Batterieforschung und dem unternehmerischen Maschinen- und Anlagenbau in der Region selbst zu etablieren, kann Dresden seine Position als einer der führenden Batteriestandorte weiter festigen und ausbauen.

Brennstoffzellen

Marktumfeld

Brennstoffzellen im stationären, portablen und mobilen Einsatz bieten ein großes Anwendungs- und Marktpotential. Das Spektrum reicht von der Stromversorgung kleiner Elektrogeräte wie beispielsweise Notebooks über Kleinanlagen im Kilowatt-Bereich für die häusliche Strom- und Wärmeversorgung bis hin zu mobilen Anwendungen bei Pkw und Nutzfahrzeugen und großen Anlagen für Kraftwerke. Nach einer aktuellen Prognose wird in den nächsten Jahren der globale Markt für Brennstoffzellen stark steigen: auf 15,1 Mrd. Euro im Jahr 2020 und auf 44,4 Mrd. Euro in 2025

In Deutschland stellen die Bundesregierung und Industrie insgesamt 1,4 Milliarden Euro für Forschung, Entwicklung und Demonstrationsvorhaben seit 2006 bis zum Jahr 2016 zur Verfügung. Den gemeinsamen Rahmen bietet dabei das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzelle (NIP). Durch die öffentlich-private Partnerschaft sollen möglichst viele Industrieunternehmen, mittelständische Betriebe, Anwender und Forschungseinrichtungen in den Entwicklungsprozess einbezogen werden. Derzeit plant Sachsen ein „1.000-Keller-Programm“ und in weiteren fünf Bundesländern wird die Förderung von Mikro-KWK-Anlagen auf Brennstoffzellenbasis diskutiert. An das Leuchtturmprojekt „Callux“, bei dem bereits Dresdener Unternehmen wie Sunfire eingebunden sind, schließt sich die erweiterte Demo „ZHregio“ (mit 1.350 Geräten) an, die in ein Technologieeinführungsprogramm überleiten soll. Für 2020 sieht der Nationale Entwicklungsplan über 70.000 neue BZ-Geräte pro Jahr vor. Hier wird Dresden sicherlich auch einen wesentlichen Anteil leisten können.

Kompetenz und Wertschöpfung in Dresden

Die Region Dresden ist ein etablierter Standort für Brennstoffzellen-Kompetenz. Es gibt zahlreiche Brennstoffzellen-Aktivitäten, die u. a. eingebunden sind in die Brennstoffzellen Initiative Sachsen (kürzlich umbenannt bzw. übergegangen in das Netzwerk „Energy Saxony“). Das Netzwerk hat sich zum Ziel gesetzt, den Wirtschaftsstandort Sachsen auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnologie nachhaltig zu stärken. Dazu werden die sächsischen Aktivitäten auf vorhandene lokale Kompetenzen wie z. B. Werkstoffforschung, Zulieferindustrie und Maschinenbau fokussiert, die qualitative Orientierung erfolgt jedoch am internationalen Stand der Technik. Forschungsaktivitäten und Projekte der Mitglieder werden nach Möglichkeit gebündelt, um Synergien über die gesamte Wertschöpfungskette und alle relevanten Brennstoffzellentechnologien und Energieträger zu erschließen.

Die Schwerpunkte der Brennstoffzellen-Aktivitäten in der Region Dresden liegen auf den drei verschiedenen Brennstoffzellentypen:



Abb. 7: eneramic® Brennstoffzellen-System

- **SOFC (Solid Oxide Fuel Cell):** Die Festoxidbrennstoffzelle ist eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle, die bei einer Betriebstemperatur von 650 - 1000 °C betrieben wird. Der Elektrolyt dieses Zelltyps besteht aus einem festen keramischen Werkstoff, der ein Sauerstoffionenleiter ist. Die SOFC befindet sich noch weitgehend im Entwicklungsstadium (Feldteststadium, Gesamtsystem ist noch nicht marktreif, jedoch erste Vorprodukte/Stack-Produkte). Der Schwerpunkt in Dresden liegt auf dem bestehenden Industriecluster SOFC-Hochtemperatur-Brennstoffzellen für stationäre und portable Anwendungen. Die Hauptakteure sind die Unternehmen **sunfire/staxera**, **eZelleron** und **EBZ GmbH** sowie das **Fraunhofer IKTS in Kooperation mit der FuelCell Energy Solutions (FCES) GmbH**.

Die Firma **sunfire GmbH** entwickelt neben SOFC Hochtemperatur-Brennstoffzellen Stacks und Modulen zur Stromerzeugung (Gas-to-Power) auch Anlagen zur Herstellung von erneuerbaren, synthetischen Brennstoffen aus regenerativer Elektrizität (Power-to-Liquid/Power-to-Gas). Bei diesen hocheffizienten elektrochemischen Wandlungstechnologien ist Dresden in der Entwicklung mit an der weltweiten Spitze. Insbesondere durch weitere Neu-/Ausgründungen oder andere industrielle Partner könnte die noch ausstehende industrielle Zellfertigung und Produktion von SOFC-Brennstoffzellensystemen aufgebaut werden: bei der portablen Anwendungen z. B. das „eneramic“-System des FhG-IKTS.

Die Firma **eZelleron GmbH** hat bereits Technologiedemonstratoren für spitzenlastfähige Power-to-Gas und in Sekunden startbare Stromgeneratoren entwickelt. Für portable und mobile Anwendungen entwickelt die eZelleron Lösungen unter Abbildung der gesamten Wertschöpfungskette, die auf ihrer eigenen serienfertigten SOFC-Zelle basieren. Anwendungen sind beispielsweise Handyladegeräte, Notstromversorgungen, Elektroantriebe von Elektrofahrrädern bis PKWs.

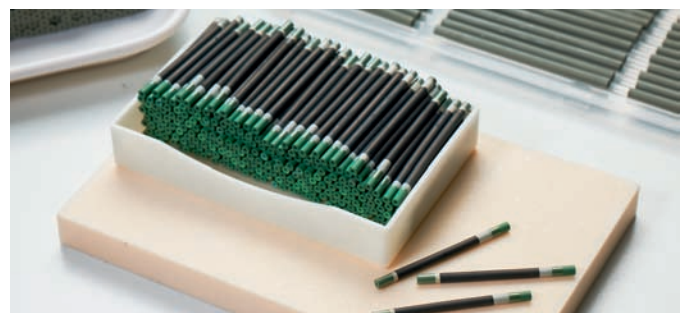


Abb. 8: „Gasbatterien“ für den portablen und mobilen Einsatz: Für ihre Innovation wurde eZelleron im Oktober 2013 mit bedeutenden Industriepreisen ausgezeichnet.



Abb. 9: Beispiele des FuelCell Energy Solutions Direct FuelCell® Produktportfolios

- **MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell):** Die Schmelzkarbonat-brennstoffzelle ist eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle, die bei einer Betriebstemperatur zwischen 580 und 675 °C arbeitet. Als Elektrolyt verwendet dieser Zellentyp eine Alkalicarbonat-Mischschmelze aus Lithium- und Kaliumcarbonat. Kommerziell fortgeschritten ist die MCFC für größere stationäre Anwendungen. Die **FuelCell Energy Solutions (FCES) GmbH**, ein Joint-Venture von FuelCell Energy, Inc. und Fraunhofer IKTS, produziert und vertreibt bereits stationäre MCFC-Brennstoffzellenkraftwerke in den Größenklassen 250 kWel und 400 kWel für Indoor-Anwendungen, sowie 300 kWel, 1.4 MWel, und 2.8 MWel für Outdoor-Anwendungen. Durch eine von FuelCell Energy, Inc. patentierte interne Reformierung (Direct Fuel Cell - DFC®) kann als Kraftstoff direkt nahezu jedes methanhaltige Gas (bspw. Erd- oder Biogas) für diesen hocheffizienten Prozess verwendet werden.

- **PEM-FC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell):** Die Proton-Exchange-Membrane-Brennstoffzelle ist eine Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle, die in der Regel bei Arbeitstemperaturen zwischen 60 und 90 °C betrieben wird. Die PEM-Brennstoffzelle benötigt Wasserstoff, der über eine interne Gasaufbereitung in der Regel aus Erdgas mit dem so genannten Verfahren der Dampfreformierung sehr effizient erzeugt werden kann.

In der Region Dresden werden stationäre PEM-Brennstoffzellen-Heizgeräte in diversen Feldtests betrieben. Die **Riesaer Brennstoffzellentechnik GmbH (RBZ)** entwickelt, fertigt und vertreibt PEM-Brennstoffzellen-Systeme für stationäre Anwendungen. Der Brennstoffzellen-Stack ist eine Eigenentwicklung der Partnerfirma in-house engineering in Berlin. Die aktuelle Generation des Unternehmens ist das Brennstoffzellensystem „inhouse5000+“, das eine elektrische Leistung von 5 kW brutto bei einer thermischen Leistung von 7,5 kW erzeugt. Hier werden Kooperationen mit Heizgeräteherstellern und auf längere Sicht Komponentenherstellern durch Ansiedlungen und Ausgründungen angestrebt.

Darüber hinaus werden F&E-Ansätze von PEM-FC für Brennstoffzellen-Fahrzeugen, u. a. vom FhG-IWS in Kooperation mit Thyssen-Krupp verfolgt. Der PKW-Anwendungsbereich ist sehr lukrativ, da nach einer aktuellen Studie des Marktforschungsinstituts Pike Research in 2020 ein weltweiter Markt von ca. 1,2 Millionen Brennstoffzellenfahrzeugen prognostiziert wird. In den nächsten 10-20 Jahren kann mit einem globalen Marktanteil von 20-40 % am Gesamt-Brennstoffzellenmarkt gerechnet werden.

Die Brennstoffzellenindustrie ist in eine gute Forschungsstruktur in Dresden eingebunden und damit technologisch kompetent aufgestellt. Die Unternehmen haben funktionierende Wertschöpfungsketten aufgebaut und treiben die Produktentwicklung voran. Bei MCFC wird be-

reits in naher Zukunft eine Marktdurchdringung anvisiert, SOFC und PEM-FC sind in der Entwicklung mit an der weltweiten Spitze und an der Schwelle zur Markteinführung. Diese starke Unternehmensposition ist eine gute Basis für eine erfolgversprechende Marktentwicklung im internationalen Vergleich und soll deshalb weiter gestärkt werden.

Die Erhöhung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer sowie die Kostenreduktion sind auch für alle Dresden betreffenden Brennstoffzellentypen (MCFC, SOFC und PEM-FC) in den nächsten Jahren noch zentrale F&E-Ziele.

Im Allgemeinen sind in Dresden die Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung zwar gut, aber für die Markteinführung sind noch Hürden zu überwinden, vor allem vor dem Hintergrund der starken Konkurrenz aus Japan (SOFC, PEM-FC). Diese Hürden sind zum einen auf monetäre Gründe (keine 100 %-Förderung wie für die Wettbewerber in den USA und Fernost sowie kein ausreichendes Risikokapital für KMUs) zurückzuführen. Zum anderen fehlen Marktpartner, mit denen Demonstrationsprojekte, das in Sachsen vorgesehene 1.000-Keller-Programm und sonstige Anwendungsprojekte in Dresden umgesetzt werden können.

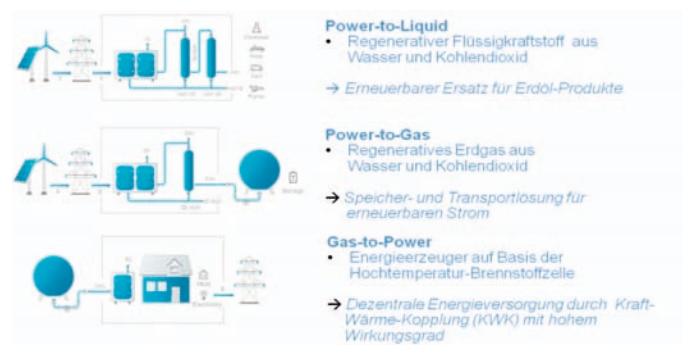


Abb. 10: Geschäftsbereiche der sunfire GmbH auf Basis von SOFC

Fazit

Fest steht, dass global ein großes Wachstums- und Marktpotenzial von Brennstoffzellen erwartet wird, das aufgrund der guten Voraussetzungen in Dresden auch von hier aus entsprechend erschlossen werden kann. Das hohe Innovationspotenzial eröffnet nicht nur neue Marktchancen, insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen, sondern auch die Schaffung von neuen Arbeits- und Ausbildungsplätzen.

Wissenschaftsstandort Ost

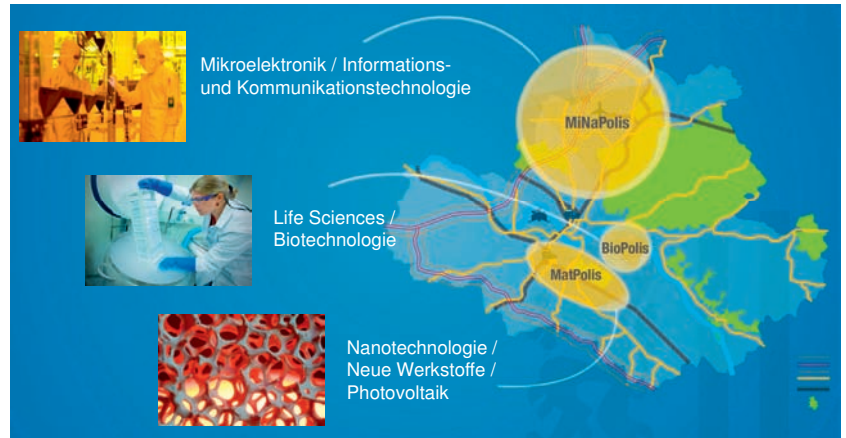


Abb. 11: „Technopoles“ als Hochtechnologie-Kompetenzfelder in Dresden

Die Energiespeicher- und Brennstoffzellentechnik bilden ein thematisches Dach zukünftiger Aktivitäten in der Stadt und Region Dresden. Einen Kristallisationspunkt dabei stellt der Wissenschaftsstandort Dresden-Ost an der Winterbergstraße dar. Hier sind heute bereits die Fraunhofer-Institute für Werkstoff- und Strahltechnik, für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik, für Keramische Technologien und Systeme sowie das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (Institutsteil Dresden) beheimatet. Für ausgegründete Unternehmen ist ein Standort in Nähe dieser FhG-Einrichtungen besonders attraktiv, um Kooperationen auf kurzem Wege aufrecht zu erhalten. Dies wird bereits praktiziert durch die dort angesiedelten Unternehmen im Bereich Brennstoffzellen wie die sunfire GmbH, FuelCell Energy Solutions GmbH oder eZelleron GmbH. Der Ausbau dieser bewährten Kooperationen insbesondere für die weitere industrielle Umsetzung (Pilot- und Produktionsanlagen, Prüflabors, Ausgründungen, etc.), aber auch für neue F&E-Themen bietet sich an.

Mit der Errichtung eines Technologieschwerpunktes „Energiespeicher/-wandler“ in unmittelbarer Nähe zum Fraunhofer-Institutszentrum stellen sich die Dresdener Akteure den großen technologischen Herausforderungen und dem Wettbewerb zukünftiger nationaler und globaler Märkte. Als Motor der Wirtschaftsentwicklung bestehen in Dresden bereits die drei Kompetenzfelder „Mikroelektronik/Informations- und Kommunikationstechnologie“ („MiNaPolis“), „Neue Werkstoffe/Nanotechnologie/Energie“ („MatPolis“) und „Life Science/Biotechnologie“ (BioPolis). Zu diesen drei sogenannten „Technopoles“ schafft die Stadt Dresden in besonderen Entwicklungs-

arealen branchen- bzw. technologiespezifische Standortbedingungen für Unternehmen und Forschungsinstitute. Durch die Verwendung von Fördermitteln von Freistaat, Bund und EU können die erschlossenen Gebiete zu entsprechend günstigen Preisen an förderfähige Unternehmen weitergegeben werden.

Das Amt für Wirtschaftsförderung plant, das bereits am Wissenschaftsstandort Dresden-Ost initiierte Kompetenzfeld „MatPolis“ um den Technologieschwerpunkt „Energiespeicher/-wandler“ zu erweitern. Zur Stärkung der Technologiekompetenz und Wettbewerbsfähigkeit in der Region Dresden geht es einerseits darum, die für eine Marktreife erforderlichen F&E-Ziele zu erreichen und andererseits marktfähige Geschäftsmodelle zu entwickeln.

Die organisatorische Umsetzung des Technologieschwerpunktes „Energiespeicher/-wandler“ am Wissenschaftsstandort Dresden-Ost wird durch die Erschließung eines Technologieparks erfolgen. Ein solcher Technologiepark bietet hier mit dem Fraunhofer Institutszentrum und der nahe gelegenen Technischen Universität Dresden ein besonders hohes Potenzial für die Gründung technologieorientierter Unternehmen. Der Technologiepark soll ein Ort für den systematischen Austausch und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in diesem Bereich sein. Ziel ist der Aufbau zusätzlich benötigter F&E-Infrastrukturen sowie die Förderung von forschungs- und technologieaffinen Existenzgründungen und Neuansiedlungen von Unternehmen. Damit einher geht die Schaffung hochwertiger Produktionsstätten und Arbeitsplätze in der Region Dresden.

www.dresden.de/wirtschaft

Impressum

Herausgeberin:
Landeshauptstadt Dresden
Die Oberbürgermeisterin

Amt für Wirtschaftsförderung
Telefon (03 51) 4 88 87 00
Telefax (03 51) 4 88 87 03
E-Mail wirtschaftsfoerderung@dresden.de

Büro der Oberbürgermeisterin
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit
Telefon (03 51) 4 88 23 90
Telefax (03 51) 4 88 22 38
E-Mail presse@dresden.de

Postfach 12 00 20
01001 Dresden
www.dresden.de

Zentraler Behördenruf 115 – Wir lieben Fragen

Fotos:
Fraunhofer IKTS Dresden, Fraunhofer IWS Dresden, Fraunhofer IVI Dresden, F&E
Projekt LESSY, Solarwatt GmbH, eZelleron GmbH, FCES GmbH, sunfire GmbH,
Landeshauptstadt Dresden
Titel: sunfire GmbH

Druck:
Stoba-Druck GmbH

Redaktionsschluss:
Dezember 2013

Kein Zugang für elektronisch signierte und verschlüsselte Dokumente, Verfahrensanträge oder Schriftsätze können elektronisch, insbesondere per E-Mail, nicht rechtswirksam eingereicht werden. Dieses Informationsmaterial ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden. Es darf nicht zur Wahlwerbung benutzt werden. Parteien können es jedoch zur Unterrichtung ihrer Mitglieder verwenden.