

Landeshauptstadt Dresden  
Umweltamt



Dresden.  
Dresdner

Richtlinie Dresden baut grün

# Inhalt

<b>Beschluss des Oberbürgermeisters</b>	<b>3</b>
<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>Maßnahme Dachbegrünung</b>	<b>6</b>
<b>Maßnahme Fassadenbegrünung</b>	<b>10</b>
<b>Maßnahme Freiflächengestaltung</b>	<b>13</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>16</b>
<b>Impressum</b>	<b>16</b>

# LANDESHAUPTSTADT DRESDEN

## INTERNER BESCHLUSS

aus der

Dienstberatung des Oberbürgermeisters (DB OB/200/2019)

Sitzung am: 10.12.2019

Beschluss zu: V3196/19

### Gegenstand:

Berücksichtigung des Klimawandels bei der Planung und Umsetzung kommunaler Hochbaumaßnahmen und Freiflächengestaltung

### Interner Beschluss:

Der Oberbürgermeister legt fest:

- 1) Bei allen kommunalen Hochbauvorhaben – Neubau, Umbau und Erweiterung – sind Maßnahmen zur Begrünung auf und am Gebäude sowie auf den Freiflächen unter Berücksichtigung einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung zur Verbesserung der Hitzeresilienz und des Umgangs mit Starkregen nach Maßgaben der „Richtlinie Dresden baut grün“ (Anlage 1) vorzusehen.
- 2) Für die städtischen Eigenbetriebe und Beteiligungsgesellschaften ist innerhalb von zwei Jahren eine Bestandsaufnahme zu bereits bestehenden Gebäudebegrünungen sowie der vorgesehenen zukünftigen Maßnahmen durchzuführen. In Abhängigkeit von den Ergebnissen ist eine Anwendung von Beschlusspunkt 1 auch für die städtischen Eigenbetriebe und Beteiligungsgesellschaften vorzusehen.
- 3) Die unter Punkt 1) umzusetzenden Maßnahmen sind hinsichtlich der Investitions- und Unterhaltungskosten bei der Projektbearbeitung im Rahmen des zur Verfügung stehenden Budgets von Anfang an einzuplanen und bis zum Ende der Evaluationsphase auszuweisen.
- 4) Dem Oberbürgermeister ist im Turnus von zwei Jahren über die erfolgte Umsetzung zu berichten.

Dresden, 17. DEZ. 2019



Dirk Hilbert  
Oberbürgermeister

# Vorwort

Der Klimawandel stellt Deutschland heute schon vor große Herausforderungen. Steigende Temperaturen, Hitze, Trockenheit und veränderte Niederschlagsmuster sind seit Jahren zu beobachten. Besonders Städte sind aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte und Konzentration von Gütern und Infrastruktur vulnerabel (verletzlich) gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2018). Nach aktuellen globalen bzw. regionalen Klimamodellierungen setzt sich der Trend steigender Temperaturen mit länger anhaltenden und häufiger auftretenden Trocken- und Hitzeperioden sowie der Intensivierung von Starkregenereignissen weiter fort. Infolge dessen wird sich der urbane Wärmeineffekt verstärken. Die daraus resultierenden gesundheitlichen Belastungen und Risiken für Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen, die öffentliche Infrastruktur sowie die Natur und Umwelt werden insbesondere in dichter besiedelten Städten und Regionen zu spüren sein (Deutscher Städtetag, März 2019). Dies erfordert verstärkte Bemühungen des Klimaschutzes, aber vor allem auch eine integrierte Klimawandelvorsorge. So müssen bei der Entwicklung von Innenstädten und Quartieren Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel umgesetzt werden, die der Aufenthaltsqualität, des Hitze- und Gesundheitsschutzes, des Arbeitsschutzes sowie der Vorsorge vor Überflutungen und Sturzfluten dienen, um das Leben in der Stadt auch zukünftig attraktiv und lebenswert zu halten. Für die Region Dresden im ohnehin schon thermisch begünstigten Elbtal ist nach den regionalen Klimamodellierungen des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie mit einem Temperaturanstieg von zwei bis drei Grad bis zum Jahr 2100 zu rechnen (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2015). Die Hochwasserereignisse 2002 und 2013 sowie die Hitze-Trocken-Sommer 2003 und 2018 zählen zu den Extremereignissen der jüngsten Vergangenheit. Zukünftig können solche Extreme zur Normalität werden.

Neben den klimatischen Veränderungen führt die zunehmende städtische Verdichtung zu einer Intensivierung und Ausbreitung des urbanen Wärmeineffektes. Die Stadt Dresden zählt zu den Wachstumsregionen in Deutschland. Die steigenden Bevölkerungszahlen fordern eine Entwicklung der baulichen Infrastruktur im Wohn- und Gewerbebereich sowie in allen Versorgungsstrukturen. Die kontinuierlich zunehmende Bodenversiegelung, einhergehend mit einer Zunahme an wärmespeichernder Masse, bedeutet einen voranschreitenden Eingriff in den natürlichen Wasser- und Strahlungshaushalt. Gleichzeitig werden klimaökologisch ausgleichend wirkende Grün- und Freiflächen (Regenwasserversickerung und -speicherung, Schattenspende,

Verdunstungskühle, Kaltluftproduktion) reduziert oder nicht in gleichem Maße entwickelt. In Folge steigt die Hitzebelastung in der Stadt und die Lebensqualität sinkt.

Neben den Herausforderungen des Klimawandels und des Städtewachstums verstärkt der anhaltende demografische Wandel die Problematik. Zum einen steigt der Bevölkerungsanteil älterer Bürgerinnen und Bürger stetig – vom Jahr 2000 bis 2017 nahm der Anteil der über 64-Jährigen um 8,3 Prozent zu. Zum anderen zählt Dresden seit mehreren Jahren zu den geburtenreichsten Städten Deutschlands, so dass auch der Anteil kleiner Kinder kontinuierlich gewachsen ist – der Anteil der Null- bis Fünf-Jährigen stieg von 2000 bis 2017 um 2,1 Prozent (Auskunft Kommunale Statistikstelle der Landeshauptstadt Dresden, 2018). Beide Bevölkerungsgruppen gelten als besonders empfindlich gegenüber Hitzebelastung.

Die Wohn- und Lebensqualität soll langfristig in Dresden gesichert werden. Dafür bedarf es einer vorausschauenden Stadtentwicklung, bei der zukünftige Klimabedingungen Berücksichtigung finden. Das strategische Leitbild des Landschaftsplanes der Landeshauptstadt Dresden, „Die kompakte Stadt im ökologischen Netz“, bildet hierfür eine wesentliche Grundlage der Klimaanpassung in der Stadt. So müssen einerseits wichtige Klimafunktionsräume, wie Kaltluftabfluss- und Frischluftbahnen, gesichert werden. Andererseits muss die gewünschte Innenverdichtung maßvoll und in klimaangepasster Weise erfolgen, um Quartiere robust (resilient) gegenüber den negativen Auswirkungen des Klimawandels zu machen. Der Freiflächen- und Gebäudegestaltung kommt dabei eine hohe Bedeutung zu, da sie direkt vor Ort ihre Wirkung entfalten. Eine Schlüsselrolle spielt eine naturnahe wasserspeichernde und verdunstungsdominierte Gestaltung der Stadtstrukturen. „Weltweit gibt es vermehrt Ansätze einer sogenannten Schwammstadt, die einen nachhaltigen Umgang mit Niederschlagswasser in der Stadt aufzeigen. So kann vermehrt Wasser in der Fläche zurückgehalten werden, um es etwa für die Grünflächenbewirtschaftung zu nutzen. Eine erhöhte Verdunstung trägt dabei nachhaltig zu einer Verbesserung des Mikroklimas bei“ (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2018).

Bei natürlichen Böden bleibt die Verdunstung nach einem Regenereignis entsprechend des Wasserspeichervermögens über einen längeren Zeitraum erhalten (Kuttler, 2011). Ein Großteil der Sonnenenergie wird für die Verdunstung und Transpiration benötigt und steht somit nicht für die Erwärmung des Untergrundes zur Verfügung. Folglich heizen sich natürliche Böden tagsüber langsamer auf. In der

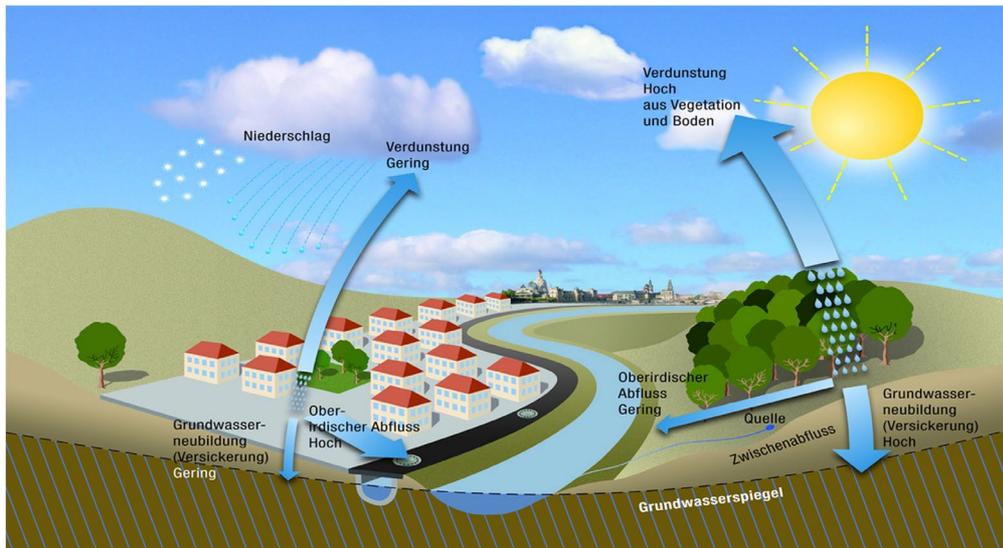


Abbildung 1 - Schematische Darstellung des Wasserkreislaufs über natürlichem und versiegeltem Boden, Umweltamt Landeshauptstadt Dresden.

Nacht kühlen sie aufgrund geringerer Wärmespeicherkapazitäten rascher ab. Im Vergleich zu naturnahen Flächen in der freien Landschaft sind in verdichteten Siedlungsgebieten viele Flächen versiegelt, wodurch der natürliche Wasserkreislauf gestört ist. Die versiegelte Stadtoberfläche bewirkt in Verbindung mit der Kanalisation ein rasches Abführen des anfallenden Niederschlagswassers. Der Feuchtegrad des Bodens in der Tiefe sinkt, die Grundwasserneubildung ist stark eingeschränkt und die Verdunstung an der Oberfläche ist erheblich reduziert. Der Verdunstungsprozess bleibt auf die Zeit unmittelbar nach den Niederschlägen beschränkt. Der Wassermangel über versiegeltem Gebiet ist Hauptursache für den hohen Temperaturüberschuss in einer Stadt, da keine Wärme über den Verdunstungsvorgang abgeführt werden kann (Malberg, 1997). Der rasche Oberflächenabfluss bei Starkregenereignissen kann zu lokalen Überschwemmungen oder auch zu Sturzfluten führen. Außerdem besteht im kanalisiertem Stadtgebiet die Gefahr der Überlastung des Abwassersystems.

Die Richtlinie zielt darauf ab, den natürlichen Wasserkreislauf auf einer Fläche auch bei Bebauung möglichst wenig zu verändern und das Niederschlagswasser vor Ort zu halten. Beginnend mit Maßnahmen am Gebäude, wo bspw. durch die Dachflächengestaltung mittels Begrünung ein hohes Potential für den Regenwasserrückhalt gegeben ist, bis hin zur Freiflächengestaltung, wo Begrünungsmaßnahmen sowie bspw. die Materialwahl selbiges bewirken kann. Aufgrund der hohen ökologischen aber auch sozialen Wohlfahrtswirkung kommt dem Erhalt und der Neupflanzung großkroniger Bäume eine besondere Bedeutung zu. Der Erhalt bzw. das Neupflanzen von Bäumen sollte immer prioritär umgesetzt werden.

Durch Umsetzung der in der Richtlinie benannten Maßnahmen kann die Gefahr urbaner Überflutungen durch Starkregenereignisse gemindert werden. Außerdem ermöglicht der

Erhalt der Verdunstungsleistung von Böden und Vegetation, überwärmte urbane Bereiche abzukühlen und Hitzeextreme abzumildern (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2015). Es handelt sich um Maßnahmen, die aufgrund der Vielzahl positiver ökologischer Synergieeffekte bevorzugt umgesetzt sind und einen ganzheitlichen Beitrag zu Umwelt- und Naturschutz aufweisen. Es werden Eckdaten und Hinweise angegeben, die bei der Umsetzung einzuhalten sind, um eine effektive Wirkung der Maßnahmen erzielen zu können.

Zur erfolgreichen Umsetzung der Maßnahmen müssen bereits bei der Planung eines Bauvorhabens Voraussetzungen geschaffen werden, wie bspw. die Anordnung des Gebäudes unter Freihaltung von Abstandsflächen – insbesondere auch zum Straßenraum – für die Pflanzung großkroniger Bäume oder zur Pflanzung einer Fassadenbegrünung, die Integration eines naturnahen Regenwassermanagements für die Fläche sowie die Berücksichtigung von Zugänglichkeiten für spätere Pflegearbeiten. Die möglichen Mehrkosten für Investition und Pflege sind bei einem Bauvorhaben einzuplanen. Sie können sich rechnen z. B. durch Einsparung der Niederschlagswassergebühr, längere Lebensdauer eines begrünten Daches, insbesondere aber aufgrund der vielfältigen ökologischen Wirkungen, die so wichtig sind für einen zukunftsfähigen Stadtraum. Die Umsetzung der Richtlinie *Dresden baut grün* gilt für das gesamte Stadtgebiet, insbesondere aber für die Sanierungszone des Fachleitbilds Stadtklima-Planungshinweiskarte ([stadtplan.dresden.de](http://stadtplan.dresden.de)).

Weitere Maßnahmen zum Hitzeschutz, wie Anpassung der Lüftungstechnik oder Gebäudeorientierung, werden hier nicht behandelt. Dies betrifft ebenfalls Maßnahmen gegen das Einwirken von Starkregen, Sturm oder Hagel über bspw. Bemessung der Regenrinnen, Rückstausicherungen. Hier wird auf die Maßnahmenblätter 1.5.1 a-d des Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms (IRKAP) (REGKLAM-Konsortium, 2013) verwiesen.

# Maßnahme Dachbegrünung

Die aktuelle Bauweise von Gebäuden erfolgt vielfach in Flachdachbauweise. Flachdächer sind in hohem Maße der Witterung ausgesetzt. UV-Strahlung, hohe Temperaturschwankungen oder Hagel können die Dachhaut schnell altern lassen oder beschädigen. Die Wärmespeicherung der Dächer begünstigt die Ausprägung stabiler Hitzeinseln und schränkt die Nachtauskühlung ein. Abbildung 3 zeigt die bis zu 40 Kelvin höheren Oberflächentemperaturen eines konventionellen Daches gegenüber einem begrüntem Dach (Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz, 2017). Entsprechend stärker erwärmt sich die über dem Dach befindliche Luftschicht. Die Abbildung 3 zeigt auch, dass die Oberflächentemperaturen der begrünten Dächer stark variieren kann in Abhängigkeit des Bewuchses und des Bedeckungsgrads.

Die Begrünung eines Daches bietet ein großes Potential zur Klimaanpassung. Hervorzuheben ist die Möglichkeit eines hohen bis sehr hohen Rückhalts des Niederschlagswassers. Bei entsprechendem Aufbau kann der Abfluss um bis zu 99 Prozent reduziert werden (Appl & Mann, 2012). Das Wasser wird verzögert abgegeben und entlastet damit bei Belastungsspitzen Oberflächengewässer und Kanalnetze. Das Regenwasser steht der Begrünung länger zur Verfügung. So ist eine stabilere Pflanzung möglich, die weniger Ausfälle zeigt. Der Verdunstungsprozess bleibt auch während trockenerer Witterungsabschnitte erhalten, was sich aufgrund der entstehenden Verdunstungskühle positiv auf das Mikroklima auswirkt.

Die mikroklimatischen Effekte sind vor allem während der Sommermonate von Bedeutung, während der Regenwas-



Abbildung 2 – Dachgarten, Optigrün international AG

serrückhalt ganzjährig eine Rolle spielt. Darüber hinaus bietet eine Dachbegrünung das ganze Jahr über Fläche für Flora und Fauna, was im städtischen Raum von großer Bedeutung ist. Durch Veränderungen des Wärmedurchgangs und CO<sub>2</sub>-Bindung des Grüns kann ein begrüntes Dach zum Klimaschutz beitragen. Die Bindung von Staub und Luftschadstoffen wirkt sich positiv auf die Luftqualität aus. Darüber hinaus können Dachflächen nutzbar gemacht werden und werten das visuelle Stadtbild auf. Begrünte Dächer können die Wohn- und Lebensqualität deutlich erhöhen. Dem Eigentümer kann die Dachbegrünung Vorteile durch Materialschutz, Einsparungen bei den Niederschlagswassergebühren sowie den Energiekosten und einer Wertsteigerung der Immobilie bieten.

Die Vorteile einer Dachbegrünung sind in Anlehnung an den Hamburger Leitfaden zur Planung von Dachbegrünung (Freie und Hansestadt Hamburg) in Tabelle 1 zusammengetragen.

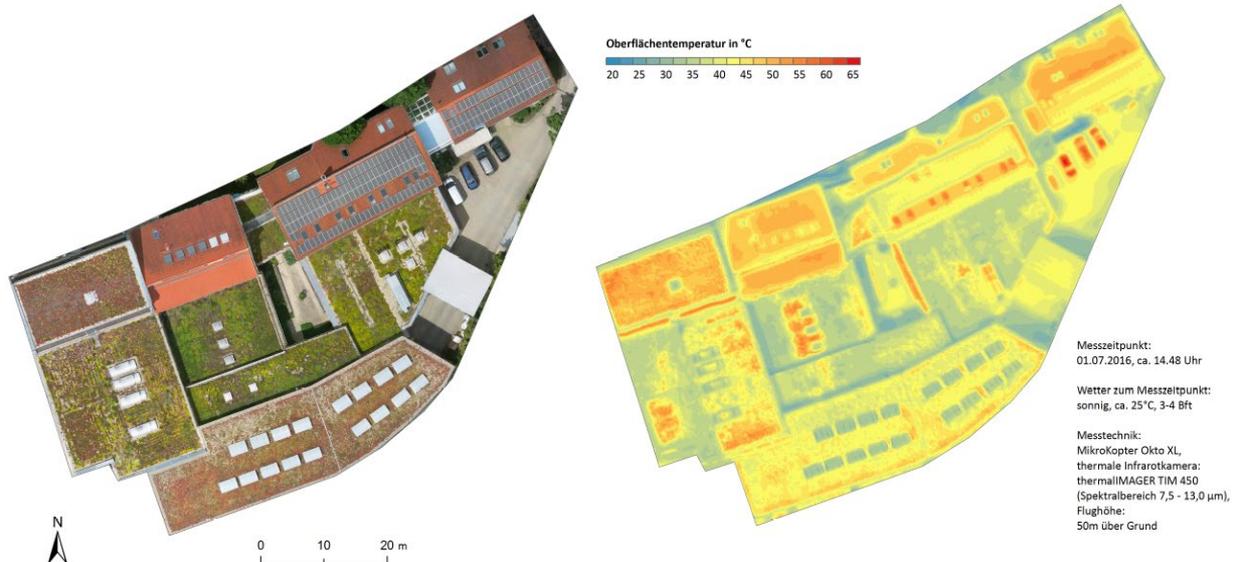


Abbildung 3 - Gemessene Oberflächentemperaturen an unterschiedlich gestalteten Dachflächen (Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz, 2017).

<b>Mögliche Leistungsfaktoren der Umfeldverbesserung durch Dachbegrünung</b>	
Regenwasserrückhalt	Wasserrückhaltekapazität bis zu 99 Prozent in Abhängigkeit des Gründachaufbaus; Minderung von Abflussspitzen, Entlastung des Abwasserkanalnetzes (Appl & Mann, 2012), (Kolb, 1987) (Liesecke, 1988), (Mann & Klinger, 2015).
Mikroklima	Reduzierung der Ausdehnung von Hitzeinseln über Kühlleistung durch Verdunstung und Evapotranspiration (Harlaß, 2008), (Pfoser, Jenner, Henrich, & Heusinger, 2013).
Biotopverbund	Verknüpfung des städtischen Nahrungs- und Lebensraumangebotes für Tiere bzw. Bereitstellung eines Ersatzhabitats.
Artenvielfalt	Je nach Abwechslungsreichtum der Bepflanzung, Größe und Lage der Dachfläche ist eine hohe Artenvielfalt möglich (Köhler & Ksiazek, 2014).
Luftqualität	Sauerstoffproduktion, Staubbindung, Verstoffwechslung von Luftschadstoffen (Gorbachevskaya, 2013).
Aufenthaltsqualität	Verbesserung des Wohn-/Aufenthaltsumfeldes durch die positive psychologische Wirkung von Grün bei Einsehbarkeit oder Nutzbarkeit des Gründaches (Ulrich, Quan, Zimring, Joseph, & Choudhary, 2004).
Gestaltungsvielfalt	Je nach Bepflanzungsform hohe visuelle Aufwertung des Gebäudes; Erlebbarkeit der Jahreszeiten; raumbildende Möglichkeiten.
<b>Mögliche Leistungsfaktoren der Gebäudeoptimierung durch Dachbegrünung</b>	
Materialschutz	Schutz der Dachabdichtung vor Umwelteinflüssen wie UV-Strahlung, Hagel, Temperaturextremen; Verlängerung der Materiallebensdauer um 10-20 Jahre (Hämmerle, 2002).
Klimaschutz	Dämmende Wirkung bzw. Verringerung des Wärmedurchgangs ins Gebäude durch Gründach. Bei Kombination von Gründach mit Photovoltaik-Anlagen: Leistungssteigerung der PV-Module durch geringeres Aufheizen der Module aufgrund der kühleren Temperaturen auf einem Gründach (Scharf, Pitha, & Trimmel, 2012), (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2010), (Köhler & Malorny, 2009).
Lärm	Lärminderung in der nahen Umgebung durch veränderte Schallreflexion, -absorption und -diffusion in Abhängigkeit des Begrünungsaufbaus, der Schichtenhöhe, der Substratfeuchte, der Dachneigung und Lage (Lagström, 2004), (Connelly & Hodgson, 2008).
Flächennutzung	Bei entsprechender Gestaltung zusätzliche Aufenthaltsfläche für private, gemeinschaftliche oder öffentliche Nutzung.
Wertsteigerung	Erhöhte Umgebungsqualität und Zugewinn an mietaktiver Fläche z. B. bei Nutzung als Aufenthaltsfläche/Dachgarten; Alleinstellungsmerkmal, Aufwertung der Immobilie, Fernwirkung.

Tabelle 1 – Leistungsfaktoren der Dachbegrünung

**Kosten für eine Dachbegrünung** (Investition und Unterhaltung) können zumindest teilweise kompensiert werden durch z. B.:

- Verringerung der Kosten beim Bau von Versickerungsflächen, teuren Rückhalteinlagen oder großen Rohrquerschnitten für die Regenentwässerung.
- Reduzierung der Niederschlagswassergebühr um 50 bis 100 Prozent (Landeshauptstadt Dresden, 2012).
- Anrechnung der Dachbegrünung bei der Eingriffs-Ausgleichsbilanzierung (Landeshauptstadt Dresden, 2018) und im Baugenehmigungsverfahren bei aus Platzmangel nicht pflanzbaren (Gehölz-)Ersatzpflanzungen.
- Darüber hinaus zählen die vielfältigen Leistungsfaktoren einer Dachbegrünung (vgl. Tab. 1).

Aufgrund der Vielzahl positiver Synergieeffekte ist Dachbegrünung eine Maßnahme, die unabhängig vom Klimawandel ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll ist. Auch unter veränderten Rahmenbedingungen wird Dachbegrünung keine negativen Auswirkungen haben.

## Grundsätze und Anforderungen an Dachbegrünung

- Dächer von Hochbauten - auch von Parkhäusern - sind grundsätzlich zu begrünen (siehe Hinweise).
- Die Dachbegrünung ist mit einem mindestens 12 cm dicken durchwurzelbaren Substrataufbau flächendeckend (mit Ausnahme technischer Dachaufbauten, wie z. B. Lüftungsaufbauten, Lichtkuppeln) auszuführen. Es ist ein Abflussbeiwert  $<0,4$  zu erzielen (entspricht einer Substratschichtdicke  $> 10 - 15$  cm). Geringere Substratschichtdicken sind möglich, wenn ein Abflussbeiwert  $<0,4$  eingehalten wird. Die Verwendung von Retentionsboxen oder Speichermatten wird empfohlen.
- Die Begrünung ist dauerhaft zu erhalten und fachgerecht zu pflegen.
- Bei Sanierung von Hochbauten ist die Möglichkeit der Begrünung zu prüfen.
- Dachflächen nicht überbauter Tiefgaragen sind mit Ausnahme notwendiger technischer Einrichtungen und Aufbauten (z. B. Lüftungsschächte) vollständig mit einem mindestens 60 cm dicken durchwurzelbaren Substrataufbau zu begrünen. Bei Baumpflanzungen auf Tiefgaragen muss die Schichtdicke des durchwurzelbaren Substrataufbaus mindestens 1,50 m betragen, so dass ein  $12 \text{ m}^3$  große Pflanzgrube ausgebildet werden kann. Die Begrünung ist dauerhaft zu erhalten und fachgerecht zu pflegen.
- Die Nutzung der Dachfläche zur Gewinnung von Sonnenenergie ist zusätzlich zur Dachbegrünung möglich und stellt keinen Hinderungsgrund dar. Die Kombination von aufgeständerten Photovoltaik-Anlagen mit einer flächigen Begrünung ist nach Möglichkeit umzusetzen.
- Eine Möglichkeit zur Bewässerung der Dachbegrünung ist vorzusehen (je nach Witterungsbedingungen wichtig während Anwuchsphase sowie während langer Trockenperiode).
- Bei der Planung ist die Zugänglichkeit sowie Anbringung entsprechender Sicherheitsvorkehrungen (Absturzsicherung) sowie Abseilvorrichtung für Geräte und Materialien für eine fachgerechte Pflege zu berücksichtigen.
- Die Pflanzauswahl ist in Abstimmung mit einer Fachfirma entsprechend des Standortes auszuwählen. Hierzu zählen witterungsbedingte Faktoren (bspw. Niederschlagsmenge, Hauptwindrichtung) sowie bauwerkspezifische Faktoren (bspw. Exposition und Neigung der Dachfläche, Besonnungsverhältnisse, Abluftemissionen). Eine Biodiversitätssteigerung durch Einbeziehung von Futterpflanzen für Insekten und Vögel, Einbringen von Totholz, Substratanhügelungen u. ä. sollte angestrebt werden.
- Bei der Planung sind die zu erwartenden Folgekosten (Pflege) zu ermitteln.

- Die Qualitätskriterien der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), 2018) sowie der Flachdachrichtlinie (DIN 18531) sind bei der Realisierung der Dachbegrünung einzuhalten.

### Hinweise:

- Denkmalschutzrechtliche, architektonische oder städtebauliche Belange sind zu berücksichtigen. Sollte eine Dachbegrünung aus diesen Gründen nicht möglich sein, ist dies darzulegen.
- Die Niederschlagsabwassergebühr reduziert sich bei einer begrünten Dachfläche um 50 Prozent. Die Gebühr entfällt, wenn kein Niederschlagswasser vom Grundstück eingeleitet werden muss (Landeshauptstadt Dresden, 2012). Das Gründach kann hierbei maßgeblich unterstützen.
- Eine Erhöhung der Aufbaudicke begünstigt eine stabilere Pflanzung. Dadurch entsteht schneller eine deckende Begrünung und der Pflegeaufwand kann sich verringern, da mit weniger Pflanzausfällen zu rechnen ist.
- Die Ausführung der Dachbegrünung muss durch eine zertifizierte Fachfirma erfolgen.
- Die zukünftige Pflegefirma sollte bei Abnahme der Dachbegrünung nach Fertigstellungspflege mit vor Ort sein. Dies ermöglicht die Übermittlung von Spezifika des jeweiligen Daches.
- Um nichtbegrünte Dächer/Dachteile dennoch vor hohen Temperaturen zu schützen, sollten möglichst helle Dachziegel bzw. helle Dachfarben verwendet werden aufgrund des höheren Reflexionsgrades (Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz, 2017).

### Weiterführende Informationen:

- Infoblatt „Informationen zur Begrünung von Dächern“ der Landeshauptstadt Dresden
- DIN 18531-1, Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen - Teil 1: Nicht genutzte und genutzte Dächer - Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, 2017
- Dachbegrünung - Leitfaden zur Planung, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (BUE), [www.hamburg.de/gruendach](http://www.hamburg.de/gruendach)
- Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung - Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin (2010)

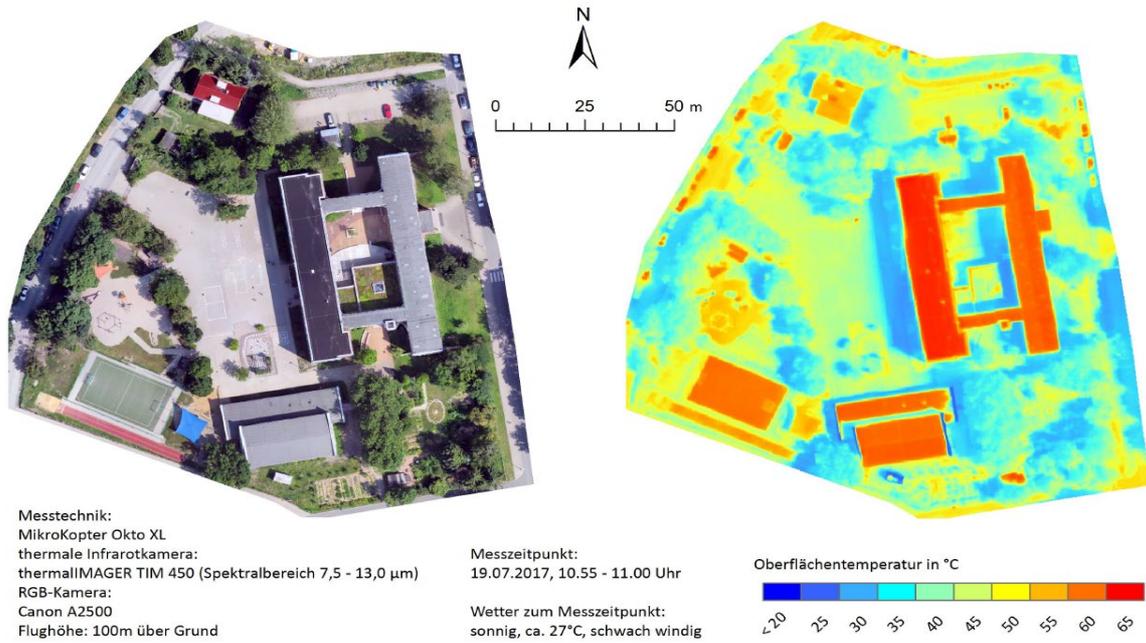


Abbildung 4 - Oberflächentemperaturen an einem Schulstandort (Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz, 2017)



Abbildung 5 – Parkpalais Striesen, Begrünung einer Tiefgarage, Foto: Landschaftsarchitekten Blaurock



Abbildung 6 – Dachbegrünung Schloss Wackerbarth, Zinco

# Maßnahme Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünung bezeichnet den planmäßigen und kontrollierten Bewuchs geeigneter oder speziell vorbereiteter (z. B. durch Installation von Kletterhilfen) Gebäudeflächen mit Pflanzen. Fassadenbegrünungen können maßgeblich das Arbeits- und Wohnumfeld verbessern und ästhetisch, gestalterisch das Stadtbild aufwerten. Vor allem in dicht bebauten Quartieren bietet die Begrünung von Fassaden auch auf engem Raum die Möglichkeit Grün für die Bewohnerinnen und Bewohner bereitzustellen. Über die Verdunstungsleistung wirkt Fassadenbegrünung im Nahbereich des Gebäudes positiv auf das Mikroklima. Gebäude werden durch die Verschattung des Grüns vor großen Temperaturschwankungen, UV-Strahlung, Hagel, aber auch Verschmutzungen durch bspw. Graffiti geschützt. Das Blattwerk verändert und mindert die Schallreflexion, Staub und Stickoxide können gebunden werden. Eine begrünte Fassade bietet darüber hinaus Lebensraum für Kleintiere und Vögel. Fassadenbegrünung wirkt raumbildend und verleiht dem Gebäude ein (in heutigen Zeiten immer stärker gefragtes) positives Image für eine nachhaltige, ökologische Bauweise. Je nach Pflanzenwahl entfaltet Fassadenbegrünung das ganze Jahr über seine Wirkung. In Tabelle 2 sind die möglichen Umfeldverbesserungen aufgeführt.

Unter Voraussetzung der korrekten Bauausführung einer Fassadenbegrünung sind Bedenken zu Bau- oder Nässe-schäden unbegründet.

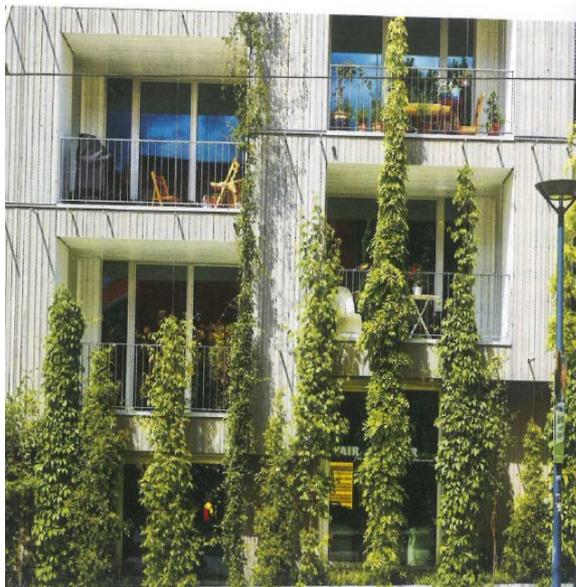


Abbildung 7 – Stadthaus „M1“ Freiburg in Fassadenbegrünung für eine nachhaltige Bauweise, Stadt und Raum 6 / 2014, S. 354.



Abbildung 8 - Begrünte Fassade in Freiburg-Vauban, BuGG Bundesverband GebäudeGrün e. V.



Abbildung 9 - Fassadenbegrünung mit Rankhilfen, Wohngebiet Hans-Oster-Straße, Fotos: Umweltamt.



Abbildung 10 - Wandgebundene Fassadenbegrünung, Bildquelle: Optigrün.

### Mögliche Leistungsfaktoren der Umfeldverbesserung bei Fassadenbegrünung

Mikroklima	Begrünte Fassaden heizen sich durch Verschattung deutlich weniger auf, wodurch sie die Umgebungsluft weniger stark erwärmen. Fassadengrün sorgt über den Verdunstungsprozess für Kühlung und höhere Luftfeuchte im Nahbereich (z. B. Pfoser, 2016; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, 2010).
Arten-/Biotop	Erweiterung der Lebensräume bzw. Ersatzhabitat für Pflanzen und Tiere, insbesondere Insekten und Vögel (z. B. Köhler, 2008).
Luftqualität	Verbesserung der Luftqualität durch Sauerstoffproduktion, Staubbindung (Staub und Feinstäube verklumpen auf den Blättern zu nicht-lungengängigen Partikeln) und Verstoffwechslung von Luftschadstoffen (z. B. Bartfelder & Köhler, 1987; Schröder, 2009).
Aufenthaltsqualität	Verbesserung des Wohn-/Aufenthaltsumfelds.
Gestaltungsvielfalt	Je nach Bepflanzungsform kann eine hohe visuelle Aufwertung des Gebäudes erfolgen. Erlebbarkeit der Jahreszeiten, raumbildende Möglichkeiten.
Lärm	Minderung der Schallreflexion abhängig von Frequenz, Begrünungsaufbau und Belaubungszustand sowie Minderung der Lautstärke durch Schallabsorption und Schalldiffusion (z. B. Pfoser, 2016; Köhler, 2008; Wong, 2010).
Regenwasserrückhalt	Lokaler Regenwasserrückhalt; Stärkung des Wasserkreislaufs.

### Mögliche Leistungsfaktoren der Gebäudeoptimierung bei Fassadenbegrünung

Materialschutz	Schutz der Fassade gegen Schadstoffe, Verschmutzung (z. B. Graffiti) und vor Umwelteinflüssen, wie UV-Strahlung, Hagel, thermischen Schwankungen.
Klimaschutz	Aufgrund Dämmwirkung durch zusätzliches Luftpolster und mögliche Reduktion des Wärmedurchgangs bis zu 20 % verringerter Energiebedarf bei vorhandener Gebäudeklimatisierung (z. B. Bartfelder & Köhler, 1987; Scharf, et al., 2012).
Wertsteigerung	Erhöhte Umgebungsqualität, Alleinstellungsmerkmal, Aufwertung der Immobilie, Fernwirkung.

Tabelle 2 – Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung

**Kosten für Fassadenbegrünung** (Investition und Unterhaltung) können zumindest teilweise kompensiert werden durch z. B.:

- Anrechnung der Fassadenbegrünung bei der Eingriffsausgleichsbilanzierung (Landeshauptstadt Dresden, 2018) (Landeshauptstadt Dresden, 2018) und im Baugenehmigungsverfahren bei nicht pflanzbaren (Gehölz-)Ersatzpflanzungen.
- Darüber hinaus zählen die vielfältigen Leistungsfaktoren einer Fassadenbegrünung (vgl. Tab. 2).

Aufgrund der Vielzahl positiver Synergieeffekte ist die Begrünung von Fassaden eine Maßnahme, die unabhängig vom Klimawandel ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll ist. Auch unter veränderten Rahmenbedingungen wird Fassadenbegrünung keine negativen Auswirkungen haben.



Abbildung 11 - Arbeitsgericht Dresden, Foto: Umweltamt.

## Grundsätze und Anforderungen an die Fassadenbegrünung

- Fassaden sollten begrünt werden, insbesondere dann, wenn sie nicht durch Großgrün verschattet werden, nach Süd- und Westen ausgerichtet sind oder/und es sich um fensterlose Flächen >10 m<sup>2</sup> handelt.
- Fassadenbegrünung sollte bevorzugt an stark frequentierten Plätzen vorgesehen werden, insbesondere an Fassaden, die zu Straßen oder staubaufwirbelnden Plätzen, wie z. B. Schulhöfen, gerichtet sind.
- Zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität sollten Fassaden im unteren Geschossbereich bis in ca. 4 Meter Höhe begrünt werden. Dies stellt einen Kompromiss zwischen vereinfachter Pflege (kein Hubsteiger notwendig) und hoher Wirkung für die Aufenthaltsqualität im Freien dar.
- Je nach Standort, Kostenaufwendung und Gestaltungswunsch ist zwischen bodengebundener Fassadenbegrünung mit/ohne Rankhilfe oder einer wandgebundenen Begrünung zu wählen.
- Die Pflanzauswahl richtet nach den Standortbedingungen und Beschaffenheit der zu begrünenden Fläche (Himmelsrichtung, Lichtverhältnisse, Höhe) und den gestalterischen Zielen. Sie muss in Abstimmung mit einer Fachfirma erfolgen.
- Für bodengebundene Begrünung ist eine Fläche von mind. 1 m<sup>2</sup> als offene Pflanzscheibe pro Pflanze auszuführen und vor Verdichtung durch Überfahren zu schützen. Der durchwurzelbare Raum ist mit mindestens 2 m<sup>3</sup> und einer Mindestdtiefe von 0,50 m anzulegen.
- Schutzmaßnahmen vor Beschädigung durch Passanten/Verkehrsteilnehmer oder auch Streusalzeintrag bei Pflanzungen im Gehwegbereich sind entsprechende zu treffen.
- In der Anwuchsphase ist auf ausreichend Bewässerung zu achten. Bei dauerhaft nötiger Bewässerung sollte Regenwasser aus bspw. einer Zisterne genutzt werden.
- Die Zugänglichkeit der begrünten Fassade für Pflegemaßnahmen muss auf dem Grundstück gewährleistet sein. Pflege- und Wartungsarbeiten (z. B. der Bewässerungseinrichtung) müssen in den notwendigen Zeitabständen erfolgen.
- Die zur Begrünung vorgesehenen Fassaden müssen bautechnisch einwandfrei sein. Zur Vermeidung von Schäden muss das Anbringen von Kletterhilfen/Rankgerüsten bei Dämmmaßnahmen eingeplant werden.
- Im Rahmen der Regenwasserbewirtschaftung des Gebäudes bzw. des Grundstücks sollte darauf geachtet werden, das anfallende Niederschlagswasser u. a. zur Bewässerung der Fassadenbegrünung zu verwenden.
- Bei der Planung sind die zu erwartenden Folgekosten (Pflege) zu ermitteln.

- Bei Planung und Bau sind die Vorgaben und Hinweise der FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie zu berücksichtigen (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), 2018).

### Hinweise:

- Denkmalschutzrechtliche, architektonische oder städtebauliche Belange sind zu berücksichtigen. Sollte eine Fassadenbegrünung aus diesen Gründen nicht möglich sein, ist dies darzulegen.
- Nicht-begrünte Fassadenbereiche sollten als Wärmedämmverbundsystem mit einem hellen Anstrich (Hellbezugswert >20 bzw. mit einem TSR-Wert >25) gestaltet werden, um die Wärmespeicherung und die nächtliche Wärmeabgabe zu vermeiden.
- Fenster sollten über Außenliegende Verschattungseinrichtungen verfügen.
- Baumpflanzungen sollten unter Berücksichtigung der Belichtungsverhältnisse zur Verschattung der Fassaden genutzt werden.

### Weiterführende Informationen:

- Informationen zum Begrünen von Fassaden, Landeshauptstadt Dresden (2014).
- Gutachten Fassadenbegrünung - Gutachten über quartiersorientierte Unterstützungsansätze von Fassadenbegrünungen für das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKUNLV) NRW, Fachbereich Architektur, TU Darmstadt (2016).
- Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung - Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin (2010).

# Maßnahme Freiflächengestaltung

Die Gestaltung von Freiflächen beeinflusst maßgeblich den Wasser- und Strahlungshaushalt und kann damit die Gefahr vor lokalen Überschwemmungen bei Starkregenereignissen minimieren und der urbanen Überwärmung entgegenwirken. Ziel der Freiflächengestaltung sollte es daher sein, einen möglichst naturnahen Wasserkreislauf herzustellen. Dies bedeutet, anfallendes Niederschlagswasser weitgehend auf der Fläche zurück zu halten, vor Ort zu versickern und zu speichern. So bieten unversiegelte Flächen u. a. schadensarme Überflutungs- und Rückhalteflächen. Indem Wasser der Vegetation wieder zugänglich gemacht wird oder an der Oberfläche verbleibt, kann über den Verdunstungsprozess in hohem Maße Wärmeenergie verbraucht und die umgebende Luft abgekühlt werden. Dies wirkt sich positiv auf das Mikroklima aus, mildert Temperaturextreme und wirkt sich somit auf die Aufenthaltsqualität aus.

Insbesondere kommt der Rückhaltung und Speicherung des Niederschlagswassers in Hinblick auf häufiger auftretende Trockenperioden eine hohe Bedeutung zu.

Das auf eine Fläche treffende Regenwasser sollte dieser Fläche bzw. dem Boden und der darauf befindlichen Vegetation zu Gute kommen. Durch entsprechende Speichereinrichtungen (z. B. Zisternen) kann der Vegetation auch über längere niederschlagsfreie Perioden Wasser zugeführt werden und somit der Verdunstungsprozess aufrecht erhalten bleiben. Während die Leistung der Verdunstungskühle insbesondere in den Sommermonaten zum Tragen kommt, ist der Regenwasserrückhalt ganzjährig von Bedeutung. Die Funktionen als Aufenthaltsfläche sowie als Fläche für Flora und Fauna ist ebenfalls ganzjährig von Bedeutung.



Abbildung 12 - Grundschule Kaitzbach nach Entsiegelungsprogramm, Foto: Umweltamt.



Abbildung 13 - 16. Grundschule Dresden vor Entsiegelungsmaßnahme 2002 (links) und nach Entsiegelungsprogramm 2004 (rechts), Foto: Umweltamt.

### Mögliche Leistungsfaktoren der Umfeldverbesserung bei Freiflächengestaltung mit hohem Grünanteil

Regenwasserrückhalt	Stärkung des natürlichen Wasserkreislaufs, Schutz vor Überflutung, Schutz vor Überlastungen des Kanalnetzes in Abhängigkeit des Wasserspeichervermögens. Auffüllung der Bodenwasservorräte und Grundwasserneubildung über Versickerung.
Mikroklima	Begrünte Flächen heizen sich aufgrund ihrer Stoffeigenschaften weniger auf. Verdunstungskühle senkt die Umgebungstemperatur. Je nach Größe der begrünten Fläche hohe Fernwirkung. Ausbildung kleinräumiger Turbulenzen aufgrund Temperaturunterschiede zwischen begrünten und versiegelten Flächen.
Arten/Biotope	Erweiterung der Lebensräume für Pflanzen und Tiere. Verbesserte Vitalität der Grünflächen.
Aufenthaltsqualität	Verbesserung des Wohn-/Aufenthaltsqualität. Bei Nutzung von Wasser als Gestaltungselement - bspw. Springbrunnen oder Kaskaden - oder idealerweise durch unmittelbare Nutzbarmachung zum Baden, Planschen oder Wasserspritzen enorme Steigerung der Aufenthaltsqualität.
Gestaltungsvielfalt	Hohe visuelle Aufwertung der Fläche; Erlebbarkeit der Jahreszeiten; raumbildende Möglichkeiten.
Luftqualität	Verbesserung der Luftqualität durch Sauerstoffproduktion, Staubbindung (Staub und Feinstäube verklumpen auf den Blättern zu nicht-lungengängigen Partikeln) und Verstoffwechslung von Luftschadstoffen.
Lärm	Lärminderung durch Schallabsorption und Schalldiffusion in Abhängigkeit der Begründungsdichte.

### Mögliche Leistungsfaktoren der Freiflächenoptimierung

Material- und Kostenersparnis	Im Regelfall kostengünstigerer Materialaufbau als Schwarz- und Betondecken, kein Erdaushub etc.
Wertsteigerung	Erhöhte Umgebungsqualität und Attraktivitätssteigerung des Grundstücks; Alleinstellungsmerkmal, Fernwirkung.

Tabelle 3 – Leistungsfaktoren der Freiflächengestaltung

**Kosteneinsparungen** ergeben sich bei der Freiflächengestaltung unter Einbeziehung einer dezentralen Regenwasserversickerung durch eine erhebliche Verringerung der Niederschlagswassergebühren (Landeshauptstadt Dresden, 2012) sowie bei der Ermittlung der Eingriffs-Ausgleichs-Bilanzierung (Landeshauptstadt Dresden, 2018).

Aufgrund der Vielzahl positiver Synergieeffekte ist die Freiflächengestaltung mit einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung unabhängig vom Klimawandel eine ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvolle Maßnahme. Auch unter veränderten Rahmenbedingungen wird eine solche Freiflächengestaltung keine negativen Auswirkungen haben.

# Grundsätze und Anforderungen an die Freiflächengestaltung

- Die Freiflächengestaltung hat grundsätzlich dem Anspruch zu folgen, eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung auf der Fläche herzustellen mit dem Fokus auf Rückhaltung, Versickerung und Wiedernutzbarkeit des Niederschlagswassers vor Ort. Die Art der Nutzung der Fläche ist zu berücksichtigen sowie mögliche Verschmutzungen des Regenwassers.
- Bäume verbessern durch Sauerstoffproduktion, CO<sub>2</sub>-Bindung, Staubfilterung, Schattenspende, Transpirationsleistung nachhaltig das Stadtklima. Bei der Freiflächengestaltung ist es daher oberstes Ziel, Baumstandorte zu sichern und Neupflanzungen großkroniger Bäume auf einem Grundstück in vollen Umfang auszunutzen.
- Zum Erhalt der Biodiversität im Stadtraum, der temperaturregulierenden Funktion sowie aufgrund der vielfältigen ökologischen Eigenschaften von Vegetation sind naturnahe Lösungen durch Bepflanzung der Flächen (Erhalt und Neupflanzung) technischen Lösungen vorzuziehen.
- Verschmutztes Regenwasser ist nach den Regeln der Technik zu reinigen, wobei natürliche (z. B. Oberbodenpassade) und künstliche Filteranlagen eingesetzt werden können.
- Bevorzugt sollten groß- und breitkronige Bäume gepflanzt werden, um das Verschattungs- und Verdunstungspotenzial auszunutzen.
- Die Gebäudeplanung soll insbesondere entlang des Straßenraumes so erfolgen, dass Platz für Straßenbaumpflanzung mit großkronigen Bäumen beziehungsweise die Bildung einer grünen Raumkante möglich wird.
- Verwendung heller Farbbeimischungen für zu asphaltierende Flächen unter Berücksichtigung von Blendeffekten.

Zur Umsetzung der o. g. Anforderung sollten bspw. folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Flächen sind nach Möglichkeit zu entsiegeln. Die Neuversiegelung ist auf ein Minimum zu beschränken.
- Plätze, Weg- und Stellplatzflächen, Zufahrten mit versickerungsfähigen Materialien befestigen.
- Regenwasserrückhalteinrichtungen wie bspw. Mulden, Mulden-Rigolen-Systeme, Zisternen u. ä. in die Freiflächengestaltung integrieren.
- Regenwasser nutzbar machen, insbesondere zur Bewässerung von Fassaden-, Dachbegrünung oder Vegetation auf den Freiflächen.
- Nutzung von Wasser als Gestaltungselement, z. B. durch Anlage von Brunnen, Teichen, Wasserläufen, Wasserspielplätze oder Uferzugängen an Bächen, die zum Verweilen und/oder Planschen einladen.

## Hinweise:

- Die Ausgestaltung der Freiflächen ist der überwiegenden Nutzergruppe anzupassen:
- Freiflächen im Bereich von Alten-/Pflegeeinrichtungen oder Krankenhäusern verlangen z. B. einen erhöhten Bedarf verschatteter Sitzbereiche.
- Freiflächen, die überwiegend von Kindern genutzt werden, sollten ausreichend große verschattete Spiel- und Sitzbereiche, Pausenhöfe aufweisen z. B. durch großkronige Bäume, begrünte Pergola, Installationen zur temporären Anbringung von Sonnensegeln. Auch Wasser sollte als Spielelement integriert werden.

## Weiterführende Informationen:

- Mit Regenwasser wirtschaften, Landeshauptstadt Dresden (2004)
- Starkregeneinflüsse auf die bauliche Infrastruktur, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.), Bonn (2018), ISBN 978-3-87994-219-0
- Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung - Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin (2010)
- Bewässerungsrichtlinie in Vegetationsflächen. Richtlinie für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, FLL, (2015)
- Bildungsraum Garten - Naturnahe Außenräume in Kindertageseinrichtungen und Kindertagespflege, Sächsisches Staatsministerium für Kultus (Hrsg.), Dresden (2018), ISBN 978-3-00-060676-2

# Literaturverzeichnis

- Appl, R., & Mann, G. (2012). Gründächer und Dachgärten. in *M. Köhler Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung.*
- Bartfelder, F., & Köhler, M. (1987). *Experimentelle Untersuchungen zur Funktion von Fassadenbegrünungen*. PhD, Technische Universität Berlin., Berlin.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. (2018). Starkregeneinflüsse auf die bauliche Infrastruktur. (Bundesamt für Bauwesen und Raumforschung, Hrsg.) Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. (2015). Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. (Bundesamt für Bauwesen und Raumforschung, Hrsg.) Bonn.
- Connelly, M., & Hodgson, M. (2008). *Thermal and Acoustical Performance of Green Roofs. Sound Transmission Loss of Green Roofs.* Baltimore. Abgerufen am 5. 12 2018 von [https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/2008\\_grhc\\_connelly\\_hodgson.pdf](https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/2008_grhc_connelly_hodgson.pdf)
- Deutscher Städtetag. (März 2019). *Anpassung an den Klimawandel in den Städten - Forderungen, Hinweise und Anregungen.* Deutscher Städtetag Berlin und Köln.
- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). (2018). *Dachbegrünungsrichtlinien - Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen.*
- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). (2018). *Fassadenbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen.*
- Freie und Hansestadt Hamburg. (kein Datum). Dachbegrünung - Leitfaden zur Planung. (Behörde für Umwelt und Energie, Hrsg.) Von [www.hamburg.de/gruendach](http://www.hamburg.de/gruendach) abgerufen
- Freie und Hansestadt Hamburg. (kein Datum). *Dachbegrünung - Leitfaden zur Planung.* Behörde für Umwelt und Energie (BUE), Hamburg.
- Gorbachevskaya, O. (2013). *Feinstaubbindung in Abhängigkeit der Dachbegrünungsform.* 11. Internat. FBB Gründachsposium.
- Hämmerle, F. (2002). *Kosten und Nutzen von Dachbegrünungen.*
- Harlaß, R. (2008). *Verdunstung in bebauten Gebieten.* Technische Universität Dresden, Dresden.
- Köhler, M. (2008). Historie und positive Wirkung von Fassadenbegrünungen. *Tagungsmappe 1. FBB Fassadenbegrünungssymposium 2008,* (S. 14 f.). Remscheid.
- Köhler, M., & Ksiazek, K. (2014). Untersuchungen zur Biodiversität begrünter Dächer. *12. Internat. FBB-Gründachsposium.*
- Köhler, M., & Malorny, W. (2009). Wärmeschutz durch extensive Gründächer. *Europäischer Sanierungskalender*, S. 195–212.
- Kolb, W. (1987). Abflussverhältnisse extensiv begrünter Flachdächer. *Zeitschrift für Vegetationstechnik*, S. 111-115.
- Kuttler, W. (2011). Climate Change in urban areas, Part 1. *Effects, Environmental Sciences Europe*(23), S. 12. Von <http://www.enveurope.com/content/23/2/11> abgerufen
- Lagström, J. (2004). *Do Extensive Green Roofs Reduce Noise?* Abgerufen am 5. 12.2018 von <http://greenroof.se/wpgr/wp-content/uploads/2012/09/010-reduce-noice1.pdf>
- Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. (2015). *Klimawandel in Sachsen - Daten und Fakten.* Dresden. Von [www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg) abgerufen
- Landeshauptstadt Dresden. (2012). *Satzung der Landeshauptstadt Dresden über die Erhebung von Abwassergebühren (Abwassergebührensatzung).*
- Landeshauptstadt Dresden. (2018). *Numerisches Bewertungsschema für Natur und Landschaft.* (Landeshauptstadt Dresden, Hrsg.) Dresden. Von <http://www.dresden.de/de/rathaus/dienstleistungen/kostenerstattung-naturschutz.php> abgerufen
- Liesecke, H.-J. (1988). *Untersuchungen zur Wasserrückhaltung extensiv begrünter Flachdächer.* Zeitschrift für Vegetationstechnik, S. 56-66.
- Malberg, H. (1997). *Meteorologie und Klimatologie - Eine Einführung.* Berlin: Springer-Verlag.
- Mann, G., & Klinger, T. (6 2015). *Regenwasserbewirtschaftung mit Dachbegrünung - Rückhalt, Abflussverzögerung, Speicherung.* greenbuilding [www.greenbuilding-magazin.de](http://www.greenbuilding-magazin.de).
- Pfoser, N. (2016). *Fassade und Pflanze - Potenziale einer neuen Fassadengestaltung.* Dissertation, TU Darmstadt.
- Pfoser, N., Jenner, N., Henrich, J., & Heusinger, J. (2013). *Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen.* Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.
- REGKLAM-Konsortium. (2013). *Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden - Grundlagen, Ziele und Maßnahmen.* (REGKLAM-KONSORTIUM, Hrsg.) Berlin: Rhombos-Verlag.
- Scharf, B., Pitha, U., & Oberarzbacher, S. (2012). *Living Walls - more than scenic beauties.* IFLA - International Federation of Landscape Architects, Landscapes in Transition.
- Scharf, B., Pitha, U., & Trimmel, H. (2012). *Thermal performance of green roofs.* World Green Roof Congress. Copenhagen.
- Schröder, F.-G. (2009). *Automatisierte, biologische, senkrechte, städtische Fassadenbegrünung mit dekorativen funktionellen Parametern;* Abschlussbericht zum Kooperationsprojekt im Rahmen von PRO INNO II. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Dresden.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin. (2010). *Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung.* Abgerufen am 11.

12 2018 von  
[www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt\\_Regenwasser\\_dt\\_gross.pdf](http://www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt_gross.pdf)

Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz.  
(2017). UAV-gestützte Thermalbefliegung zur Ermittlung mikroklimatischer Effekte.

Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz.  
(2017). *Untersuchung der Wärmebelastung an kommunalen Kindertagesstätten und Grundschulen der Stadt Jena*, Projektbericht im Auftrag von Kommunale Immobilien Jena und des Dezernats für Stadtentwicklung und Umwelt, Stadtentwicklung/Stadtplanung.

Ulrich, R., Quan, X., Zimring, C., Joseph, A., & Choudhary.  
(2004). *The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21st Century*. (The Center For Health Design, Hrsg.)

Weber, M. (2011). *Positive Wirkungen begrünter Dächer - Zusammenstellung positiver Fakten aus aller Welt*. Diplomarbeit, FH Erfurt, Landschaftsarchitektur.

Wong, N. H. (2010). *Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls*. Abgerufen am 15. 12 2018 von Building and Environment:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132309001632>

## Impressum

Herausgeber:  
Landeshauptstadt Dresden

Umweltamt  
Telefon (03 51) 4 88 62 01  
Telefax (03 51) 4 88 996203  
E-Mail [umweltamt@dresden.de](mailto:umweltamt@dresden.de)

Amt für Presse-, Öffentlichkeitsarbeit und Protokoll  
Telefon (03 51) 4 88 23 90  
Telefax (03 51) 4 88 22 38  
E-Mail [presse@dresden.de](mailto:presse@dresden.de)

Postfach 12 00 20  
01001 Dresden  
[www.dresden.de](http://www.dresden.de)  
[facebook.com/stadt.dresden](https://facebook.com/stadt.dresden)

Zentraler Behördenruf 115 – Wir lieben Fragen

Redaktion: Franziska Reinfried

November 2019

Elektronische Dokumente mit qualifizierter elektronischer Signatur können über ein Formular eingereicht werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, E-Mails an die Landeshauptstadt Dresden mit einem S/MIME-Zertifikat zu verschlüsseln oder mit DE-Mail sichere E-Mails zu senden.

Weitere Informationen hierzu stehen unter [www.dresden.de/kontakt](http://www.dresden.de/kontakt). 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.

[www.dresden.de/umwelt](http://www.dresden.de/umwelt)