

# Gebäudebegrünung zur Vorbeugung und Minderung von Klimafolgen

Themenkurzprofil Nr. 59 | Sonja Kind • Tobias Jetzke | Februar 2023

Die zunehmende Häufung extremer Wetterereignisse wie Hitzeperioden, Dürren oder Starkregen stellt Städte vor Herausforderungen. Trotz zahlreicher, bereits umgesetzter Klimaschutz- und -anpassungsmaßnahmen besteht die Notwendigkeit, sich noch stärker auf die bereits eingetretenen und insbesondere auf die zukünftig projizierten Folgen einzustellen.

Neben einer klimaangepassten Stadtplanung und einem Ausbau der sogenannten grünen Infrastruktur durch Grünflächen und Parks bildet die Bepflanzung von Dächern und Fassaden eine wichtige Option. Technisch wird danach differenziert, ob das Wurzelwerk im Boden oder an der Fassade selbst verankert ist, ob die Bepflanzung eine Kletterhilfe benötigt oder ob sie modular als Flächenkonstruktion angebracht wird. Die Gebäudebegrünung bietet sich in verdichteten Stadtgebieten besonders an, da sie keinen oder nur wenig zusätzlichen Platz verbraucht.

Die mit einer Bauwerksbegrünung verbundenen Erwartungen richten sich auf eine Minderung von Hitzeinseleffekten, eine bessere Rückhaltung von Regenwasser nach Starkregenereignissen, eine Erhöhung der Luftqualität und überdies auf einen Beitrag zur Erhöhung der städtischen Biodiversität. Während der mögliche Nutzen mit Blick auf die Energieeffizienz auf Gebäudeebene schon intensiv untersucht ist, liegen Erkenntnisse zu Kosten-Nutzen-Berechnungen und Effekten für das Stadtklima wegen der bislang geringen Verbreitung großflächiger Gebäudebegrünungen bisher nur auf Basis von Pilotansätzen und Simulationen vor. Zudem sind schwierig zu bewertende Nutzenaspekte, wie die Förderung der Biodiversität und die Reduktion des Hitzeinseleffektes in Städten, noch wenig erfasst.

Herausforderungen und gleichzeitig Potenziale ergeben sich aus der kombinierten Nutzung der für Begrünung

nutzbaren Flächen mit Solaranlagen, da einerseits Flächenkonkurrenz besteht, andererseits Synergien aufgrund einer gesteigerten Energieeffizienz der Solaranlagen genutzt werden können.

Neben weiteren Forschungsbedarfen liegt die größte Herausforderung für die Gebäudebegrünung vor allem in ihrer tatsächlichen Umsetzung. Eine deutliche Steigerung der Begrünungsmaßnahmen könnte durch geeignete Anreizstrukturen und Erleichterungen bei der Nutzung bestehender Fördermöglichkeiten erreicht werden.

## Hintergrund und Entwicklung

Städte und Gebäude spielen bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels eine bedeutende Rolle. Auf der einen Seite sind urbane Räume Verursacher des Klimawandels aufgrund ihres Ressourcenverbrauchs, auf der anderen Seite geraten die Städte als Folge des Klimawandels selbst immer stärker unter Anpassungsdruck. In einer Studie des Climate Service Center Germany (GERICS 2015) in Kooperation mit der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) wurde 2015 errechnet, dass Städte für ca. 80% des weltweiten Energieverbrauchs und über 70% der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind. Es ist zu erwarten, dass Ressourcenverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter ansteigen, da auch die Zahl der in urbanen Räumen lebenden Menschen steigt. Schätzungen zufolge werden – ausgehend von 55% im Jahr 2018 – im Jahr 2050 68% der Weltbevölkerung in Städten leben (UN 2019, S.5).

Die wachsende Stadtbevölkerung führt zu einer weiteren Flächenversiegelung. Diese befördert die Zunahme städtischer Hitzeinseln und verringert das Potenzial für die Rückhaltung von Niederschlägen. In Kombination mit weiterem Temperaturanstieg und erhöhten **Niederschlagsmengen** müssen vermehrt **Hitzewellen** und **Hochwassereignisse**

mit entsprechenden gesellschaftlichen (sozioökonomischen und gesundheitsbezogenen) und umweltrelevanten Folgen erwartet werden (Brune et al. 2017).

Zwar sind von diesen Entwicklungen besonders die schnell wachsenden Städte in Entwicklungs- und Schwellenländern betroffen, doch auch in Europa entsteht ein Anpassungsbedarf. So wird das Klima in Madrid laut Prognosen im Jahr 2050 ähnlich wie dasjenige in Marrakesch sein, Londons Klima wie das in Barcelona und Stockholm vergleichbar mit Budapest (Bastin et al. 2019).

Neben anderen städtebaulichen Maßnahmen, wie Entsiegelung von Flächen, Erhöhung des Vegetationsanteils, Vergrößerung der Wasserflächen, Aufhellen von Oberflächen, Verbesserung der Luftzirkulation und Verschattung von öffentlichen Flächen und Gebäuden, spielen Dachbegrünungen oder begrünte Fassaden sowohl bei Neubauten als auch im Gebäudebestand eine wichtige Rolle bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Begrünte Gebäude weisen Eigenschaften auf, die sich insgesamt positiv auf die Temperaturregulierung, die Biodiversität sowie die Luft- und Lebensqualität im Umfeld einzelner Gebäude sowie auf Quartiers- und Stadtebene auswirken. Zusätzlich können sie das optische Erscheinungsbild verbessern und zu einer Erhöhung der Aufenthaltsqualität beitragen (Brune et al. 2017, S.11; BuGG 2022b; Fraunhofer IBP o.J.).<sup>1</sup>

### Formen von Dach- und Fassadenbegrünung

Bei der Gebäudebegrünung wird zwischen Dach- und Fassadenbegrünung unterschieden. Die Dachbegrünung erfolgt in verschiedenen Schichten (Tab. 1). Unterschieden wird eine extensive von einer intensiven Dachbegrünung. **Extensive Gründächer** werden mit niedrig wachsenden und anspruchslosen Pflanzen bedeckt, die extremer Hitze, Kälte und Trockenheit standhalten, sodass üblicherweise

keine künstliche Bewässerung erforderlich ist. Eine solche Begrünung hat eine geringe Aufbauhöhe (ca. 8 bis 15 cm) und kann selbst auf Steildächern (Neigungswinkel max. 45°) installiert werden. Demgegenüber kann eine **intensive Begrünung** aufgrund der hohen Bautiefe (ab ca. 25 cm) lediglich auf Flachdächern oder leicht geneigten Dächern angebracht werden. Hierauf können höhere, anspruchsvollere Pflanzen, wie Stauden und Gehölze, gepflanzt werden. Der Pflegeaufwand und der Anspruch an die Statik sind hier deutlich höher, zumal teilweise Bewässerungssysteme installiert werden müssen (Brune et al. 2017).

Die Kosten variieren nach Schichtaufbau und Flächengröße: Eine Extensivbegrünung kostet ca. 25 bis 45 Euro/m<sup>2</sup>, begehbare Dachgärten weisen Kosten von 80 bis 100 Euro/m<sup>2</sup> auf (BuGG 2022a, S.10). Betriebswirtschaftlich relevant sind auch die Kosten bezogen auf die Gesamtbaukosten. In einer Studie zum Anteil der Gründachkosten an den Bauwerkskosten für verschiedene Gebäude in Hamburg machten die Kosten für ein extensives Gründach ca. 1,5% bei ein- bis zweigeschossigen Bauwerken aus. Bei einem sechsgeschossigen Wohngebäude betragen die Kosten anteilig nur noch 0,4% (BUE 2017).

### Fassadenbegrünung

Begrünte Fassaden haben in den letzten 20 Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Unterschieden werden die Varianten der begrünten Wände nach dem Wurzelort der Pflanzen (boden- oder fassadengebunden) sowie dem technischen Aufbau der Systeme (einfache Aufbauten überwiegend für Kletterpflanzen oder komplexere Modulsysteme; Tab. 2). Begrünte Wände mit komplexeren Modulsystemen oder einer durchgehenden Flächenkonstruktion enthalten Substratsysteme und erlauben eine größere Pflanzenvielfalt. Die Versorgung mit Wasser und Nährstoffen muss hier über eigene Anlagen erfolgen. Die Kosten für bodengebundene Fassadenbegrünungen mit Kletterhilfen liegen schätzungsweise bei 100 bis 300 Euro/m<sup>2</sup>, für wandgebundene Begrünungen liegen sie mit 400 bis 1.000 Euro/m<sup>2</sup> deutlich höher (BuGG 2022a, S.11).

### Gründächer und -fassaden mit erweiterten Nutzungskonzepten

In der Dach- und Fassadenbegrünung wird auch Potenzial für eine städtische Ernährung gesehen. Ziel ist es, den urbanen Raum zum Anbau von Lebensmitteln zu nutzen und dies mit Wasser-, Abfall- und Nährstoffkreisläufen zu kombinieren. Dabei kann zusätzlich zur Dachbegrünung auch die Fassade im Sinne vertikaler Gärten genutzt werden. Die Grenzen zum Urban Gardening sind hier fließend. Auf Dächern und Fassaden werden hierzu beispielsweise Anbausysteme für die Nahrungsmittelproduktion, wie Erdbeeren, Tomaten, Chili, Paprika oder Auberginen, aufgestellt (LWG 2019). Inzwischen gibt es zudem international verschiedene Pilotvorhaben, in denen mit dem Anbau von Gemüse auf Dächern und an Fassaden experimentiert wird (Nagle et al. 2017). Inwieweit diese Vorhaben zusätzlich zu



1 Beispiele für Dach- und Fassadenbegrünung in Deutschland werden u. a. in DIFU (2020 u. 2021) aufgeführt.

Tab. 1 Charakteristika extensiver versus intensiver Dachbegrünung

	extensive Dachbegrünung	intensive Dachbegrünung
① Vegetationsschicht ② Substrat ③ Filtervlies ④ Speicher und Drainageschicht ⑤ Dachabdichtung (wurzelfest nach FLL*) ⑥ Dachkonstruktion		
<b>Vegetation</b>	Moose, Gräser, Sedum, Sukkulenten, Kräuter	verschiedene Pflanzenformen bis zu mehrjährigen Sträuchern und Bäumen, häufig Rasenflächen
<b>Pflegeaufwand</b>	gering	hoch
<b>Bewässerung</b>	nur zu Beginn, um das Anwachsen zu unterstützen	notwendig
<b>technischer Anspruch</b>	gering: einfacher Schichtaufbau	hoch: Statik und Schichtaufbau
<b>Nutzung</b>	kein Betreten vorgesehen	Dachgarten, städtische Grünfläche, Erholungsraum
<b>Kosten/m<sup>2</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15–40 Euro/m<sup>2</sup></li> <li>• 20–30 Euro/m<sup>2</sup></li> <li>• 15–35 Euro/m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ab 60 Euro/m<sup>2</sup></li> <li>• ca. 5 Euro/m<sup>2</sup> je cm Substratstärke (Substratschüttung &gt; 15 cm)</li> </ul>
<b>Gewicht/m<sup>2</sup> (wassergesättigt)</b>	50–170 kg/m <sup>2</sup>	150–1.300 kg/m <sup>2</sup>
<b>mikroklimatische Wirkung</b>	mittel	hoch
<b>Regenwasserrückhaltung</b>	mittel	hoch

\* Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

Quelle: nach Brune et al. 2017, S.8

einem verbesserten Lebensumfeld und ggf. auch zur Erweiterung der Ernährungssicherheit beitragen und ob das städtische Gärtnern auf Dächern und an Fassaden somit auch relevante Marktoptionen bietet, ist noch offen.

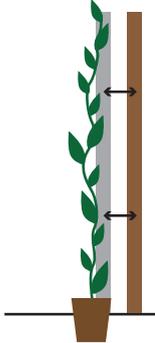
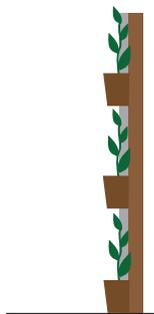
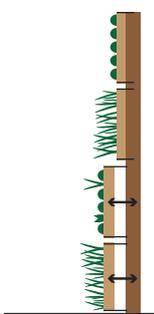
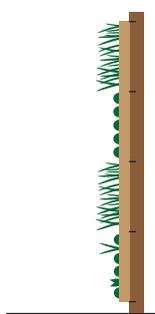
### Verbesserung des Mikroklimas, Wärme- und Kälteschutz sowie Reduzierung des Energieverbrauchs

Begrünungen können das Aufheizen von Beton, Asphalt und Glas mindern und sie schaffen durch den Kühlungseffekt eine Absenkung der Oberflächen- und Umgebungstemperaturen durch sogenannte Evaporation: Pflanzen verdampfen bei der Photosynthese Wasser, wodurch der Umgebung Energie entzogen wird. Bei vorgegebenen Ausgangsbedingungen (z.B. Art der Pflanzensammensetzung, Pflanzdichte, klimatische Situation, Dach- oder Fassadenbegrünung, Verfügbarkeit und Breite eines Luftzwischenraums zwischen Fassade und Begrünung, Ausrichtung der Fas-

sade) wurde eine Kühlwirkung in der unmittelbaren Umgebung (Brune et al. 2017, S.12 f.) zwischen 0,3 und 3,0 °C gemessen (Santamouris 2014). Relevant für die Bewertung von Kühlungseffekten ist neben der reinen Messung der Lufttemperatur das thermische Wohlbefinden, das durch weitere Faktoren wie relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung beeinflusst wird (Brune et al. 2017, S.16). Durch Bauwerksbegrünung kann eine Verringerung der gefühlten Temperatur um bis zu 13 °C erreicht werden (Brune et al. 2017, S.12; GRÜNSTATT-GRAU 2022) und sich Räume bis zu 4 °C kühler (bzw. auch wärmer) gegenüber der Außentemperatur halten lassen (Bakhshoodeh et al. 2022; Besir/Cuce 2018).

Die Begrünung wirkt zusätzlich zur Verdunstungskühlung auch als Beschattung gegenüber Sonneneinstrahlung und als Dämmung gegenüber Hitze und Kälte (BuGG 2021).

Tab. 2 Varianten von Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünung				
bodengebundene Begrünung		fassadengebundene Begrünung		
traditionell/ ohne Kletterhilfe	mit Kletterhilfe	Pflanzgefäß mit Kletterpflanze	Modulsystem	Flächenkonstruktion
				
Pflanzung direkt im Boden oder im Pflanzbehälter (ober- oder unterirdisch)	Kletterhilfen (Stangen, Gitter oder Seile), mit oder ohne Luftzwischenraum	Kletterhilfen (Stangen, Gitter oder Seile), mit oder ohne Luftzwischenraum	Module (z.B. Körbe, Rinnen) mit Substrat, mit oder ohne Luftzwischenraum	Textilsysteme oder Textilsubstratsystem
<b>Grünfassaden</b> Kletterpflanzen oder Hängepflanzen, mit oder ohne Kletterhilfe			<b>lebende Wände</b> größere Pflanzenvielfalt, durchgehend oder modular	
vertikale Begrünungssysteme				

Quelle: nach Brune et al. 2017, S.8

Durch die Begrünung können die Raumerwärmung bzw. -kühlung entsprechend angepasst und Energiebedarfe für Heizen bzw. Kühlen gesenkt werden. Nicht nur bei Neubauten, sondern ebenso bei Bestandsgebäuden mit schlechter Dämmleistung können Gebäudebegrünungen Energieeinsparungen bewirken (BuGG 2022b). Geschätzt werden Einsparungen beim Kühlenergiebedarf je nach Art der Begrünung zwischen 10 und 60% (Coma et al. 2017; UBA 2019b, S.44ff.). Zu unterscheiden ist hierbei die Wirkung von begrünten Dächern, die überwiegend nur für das Dachgeschoss thermische Vorteile bringt, gegenüber einer Fassadenbegrünung, die einer Aufheizung des gesamten Gebäudes entgegenwirkt.

### Beitrag zum Stadtklima

Die Begrünung führt zu einer verringerten Oberflächentemperatur der Gebäude, was wiederum die Wärmeabstrahlung reduziert. Dieser Effekt bewirkt zusammen mit der Verdunstung eine Abkühlung und kann die Bildung von Hitzeinseln<sup>2</sup> reduzieren. Der Temperatureffekt

hängt dabei wesentlich vom Verhältnis begrünter Gebäude zu nichtbegrünter Gebäuden ab sowie von der Höhe der Gebäude und Breite der Straßen (horizontale Flächen beeinflussen die Lufttemperatur stärker als vertikale Flächen) (Brune et al. 2017, S.16). In welchem Ausmaß die Gebäudebegrünung ihre kühlende Wirkung auch auf Stadtebene entfaltet, ist bislang noch wenig untersucht. Ursachen hierfür liegen u. a. darin, dass es nur wenige für eine Untersuchung geeignete Fallbeispiele gibt und kaum Monitoringmaßnahmen implementiert sind. Forschungsarbeiten beruhen bislang weitgehend auf Simulationen, in denen u.a. gezeigt werden konnte, dass eine flächendeckende, also stadtweite Begrünung von Dachflächen und Fassade, eine Absenkung der Lufttemperatur um bis zu 3 °C bewirken kann (ESMAP 2020, S.14). Da Fassaden im Vergleich zu Dächern eine insgesamt größere Fläche darstellen, ist die Begrünung von Fassaden mit Blick auf das Stadtklima effektiver als die Dachbegrünung (UBA 2019b, S.13).

### Umwelt, Luft, Lebensqualität

Begrünte Dächer und Fassaden können überdies die Luftqualität verbessern, indem die Pflanzen Luftschadstoffe wie Stickoxide zurückhalten. Je nach Pflanzenart können bis zu 60% des Feinstaubes in der Luft gebunden werden, insbesondere Moose haben hierfür eine hohe Kapazität

2 Als Wärme- oder Hitzeinsel ist der Effekt zu verstehen, dass städtische Umgebungen häufig wärmer sind als ihr Umland. Dies bewirken die Gebäudegeometrie, die thermischen Eigenschaften der Gebäude, Strahlungseigenschaften der unterschiedlichen Oberflächen und auch die von Menschen verursachte Wärmeentwicklung durch Verkehr, industrielle Prozesse etc. (UBA 2019a, S.152).

(Jayasooriya et al. 2017; Sempel et al. 2013). Zudem binden Pflanzen CO<sub>2</sub> (BuGG 2022b; Seyedabadi et al. 2021).

Eine Begrünung wirkt ferner als Schallschutzmaßnahme und kann den Lärm auf Gebäudeebene um bis zu 20 dB reduzieren (BuGG 2022b). In Studien (Attal et al. 2021) wurde zudem gezeigt, dass die bepflanzten Umgebungen eine positive Wirkung für die in den Gebäuden lebenden Menschen mit Blick auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Stress und Schlafstörungen haben (Lee/Maheswaran 2011). Ein weiterer Aspekt ist die ästhetische Aufwertung der Gebäude durch die Begrünungsmaßnahmen, die in der Regel als positiv für die Lebensqualität empfunden werden (Brune et al. 2017, S.17).

Auch in ökologischer Hinsicht kann die Gebäudebegrünung einen bedeutsamen Beitrag leisten, da sie (Ersatz-) Lebensräume für verschiedene Tiere und Pflanzen bietet. Durch das Vorhandensein vieler Einzelbiotope können Netzwerke entstehen, welche die Biodiversität sowohl innerhalb als auch zwischen den Biotopen vergrößern (BuGG 2022b; Mayrand/Clergeau 2018). Insbesondere flugfähige Tierarten, wie Insekten und Vögel, profitieren von den Grünflächen und Begrünungen. Bauwerksbegrünungen werden beispielsweise von vielen Vögeln als Nistplatz genutzt und erhöhen das Nahrungsangebot. Auch das Vorkommen von Bienen kann durch die Begrünung positiv befördert werden (Kratschmer et al. 2021).

#### Wassermanagement: Regenwasserrückhalt und -abgabe

Begrünungen können über Versickerung Regenwasser aufnehmen und über die Pflanze bzw. Substrate speichern und verzögert wieder abgeben. Durch die entstehende Regenwasserrückhaltung und Abflussverzögerung muss weniger Regenwasser über die Kanalisation abgeführt werden. Dies entlastet besonders bei Starkregen die Kanalisation und schützt vor Überflutungen (Brune et al. 2017, S.17). 1 m<sup>2</sup> Dachbegrünung kann bei 25 cm Aufbauhöhe bereits eine Wassermenge von 30 bis 160 l/m<sup>2</sup> aufnehmen (Brune et al. 2017, S.20; BuGG 2021, S.8 f.). Allerdings können die Gründächer bei sehr heftigen Starkregenereignissen an die Grenzen ihrer Rückhaltewirkung geraten, weshalb sie lediglich eine Teilkomponente von urbanen Regenwassermanagementsystemen darstellen können (Anwar et al. 2012). Die Rückhaltewirkung hängt primär von folgenden Faktoren ab: Aufbauhöhe und Art der Substrat- und Drainageschicht, Bedeckungsgrad und Art der Bepflanzung (Transpirationsleistung, Höhe, Wurzeltiefe) sowie Neigungswinkel des Daches. Spezielle Retentionsdächer dienen gezielt der Wasserrückhaltung. Bei diesen Dächern ist die Drainageschicht besonders dick und das Wasser wird über Umwege geleitet, um den Abfluss zu verzögern. Für ein verbessertes und nachhaltiges Regenwassermanagement wird im Idealfall die Gebäudebegrünung mit sogenannten blauen Infrastrukturelementen, beispielsweise Seen, Teiche, Wasserläufe, kombiniert. Dies kann etwa dadurch gelingen, dass Wasser temporär

in Speicherschichten oder in kleinen Wasserbecken auf den Dächern gestaut wird.

---

## Gesellschaftliche und politische Relevanz

Neben den positiven Wirkungen sind auch Herausforderungen und mitunter negative Wirkungen mit der Gebäudebegrünung verbunden (Rakhshandehroo et al. 2015). Genauso wie andere städtische Begrünungsmaßnahmen kann eine Gebäudebegrünung Allergien auslösen oder verstärken und damit gesundheitliche Folgen generieren. Ferner erfordert die Gebäudebegrünung eine fachgerechte und regelmäßige Pflege, da ansonsten Schäden an den Gebäuden entstehen können, sei es durch Regenwasser oder durch die Pflanzen selbst. Das Wasserspeichervermögen von begrünten Dächern führt zudem zu einem hohen Gesamtgewicht des Daches bzw. Gebäudes, wodurch die Anforderungen an die Statik von Gebäuden steigen, die Konstruktion insgesamt mit höheren **Baukosten** einhergeht. Auch sind Kosten für die **Wartung der technischen Anlagen und Pflege der Pflanzen** (Bewässerung, Rückschnitt, Düngung) sowie für einen möglichen Rückbau und die Entsorgung mit einzuplanen. Durch zu erwartende Skaleneffekte bei einer weiteren Implementierung von Gebäudebegrünung, die erwartbar hoch bleibenden Energiekosten und die mit Begrünungen verbundenen möglichen Einsparmaßnahmen ist jedoch von einer zukünftigen Kostenreduktion und verbesserten Wirtschaftlichkeit auszugehen.

Bei der Planung von Dachbegrünung müssen zudem zahlreiche sicherheitsrelevante Aspekte bedacht werden: beispielsweise zusätzliche Flächenlast, Absturzsicherung, Windsoglast<sup>3</sup> und Verwehsicherheit, Begehbarkeit auf dem Dach. Ein weiterer Punkt ist das Brandverhalten begrünter Fassaden und Dächer, insbesondere bei Vorkommen von Trockenlaub und Totholz. Forschungen deuten jedoch darauf hin, dass brandschutztechnisch sichere Lösungen einer Gebäudebegrünung zu erreichen sind (Engel/Noder 2020); Feuer in Fassadenbereichen erlischt bei vitalem und gepflegtem Bewuchs zumeist von allein und trägt somit nicht zur Brandweiterleitung bei.

Eine größere Herausforderung besteht darin, dass zukünftig Dach- und Fassadenflächen immer häufiger durch Photovoltaikanlagen (PV) beansprucht werden, wodurch es zu Flächennutzungskonflikten kommen kann. Der Koalitionsvertrag von SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP sieht etwa verpflichtend eine Bebauung von Gewerbedächern mit Solaranlagen vor (SPD et al. 2021, S. 56). Forschungsarbeiten zeigen, dass die kombinierte Nutzung zu Synergien führen kann, weil die Dachbegrünung die Umgebungstemperatur kühlt und die PV-Module hierdurch einen höheren Wirkungsgrad erreichen können (Brune et al. 2017, S. 29; Köhler et al. 2002; Shafique et al. 2020) (bis zu 8,3 % nach Hui/Chan

---

3 Kraftwirkung einer Windströmung an der Oberfläche

2011). Umgekehrt kann die Verschattung durch die PV-Module Vorteile für das Pflanzenwachstum und den Artenreichtum haben und auch neuartige Lebensräume schaffen.

### Markt für Gebäudebegrünung in Deutschland

Der Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG) vereint mit ca. 40 Mitgliedern den größten Teil deutscher Akteure in den Bereichen Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung. Laut BU GG (2022a) kann Deutschland auf eine lange Dachbegrünungs- und Forschungstradition (seit etwa Mitte der 1970er Jahre) zurückblicken und ist Weltmarktführer im Sektor Dachbegrünung. Eine wichtige Voraussetzung hierfür sind die beiden Richtlinien zur Dach- und Fassadenbegrünung<sup>4</sup> der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). Diese bilden ein Regelwerk der Gebäudebegrünung in Deutschland und sind auch international nachgefragt bzw. finden in zahlreichen Ländern Anwendung. Die Richtlinien unterstützen bei Planung, Ausführung und Pflege von Dach- und Fassadenbegrünungen (UBA 2019b, S.25).

Der Gründachmarkt wächst seit Jahren und ist zuletzt von 2020 zu 2021 um 11 % gestiegen. 2021 wurden ca. 8,7 Mio. m<sup>2</sup> Gebäudeflächen begrünt (davon 17,5 % intensiv). Dies entsprach einer Zunahme von 10 % zum Vorjahr (BuGG 2022a, S.21). In den vergangenen Jahren wuchs der Gründachmarkt durchschnittlich um 7,5 % pro Jahr. Dies bedeutet umgekehrt, dass ca. 90 % der neu gebauten Dachflächen nicht begrünt werden, woraus ein erhebliches Begrünungspotenzial abgeleitet werden kann. Die **begrünte Dachfläche** in Deutschland beträgt hochgerechnet bislang rund 120 bis 150 Mio. m<sup>2</sup>. Auf Ebene einzelner Städte gibt es bislang nur 20 Städte in Deutschland, die Bestandsaufnahmen der Dachbegrünung vornehmen. Insgesamt kommen diese 20 Städte auf eine begrünte Dachfläche von ca. 15,5 Mio. m<sup>2</sup> (BuGG 2022a, S.30). Allerdings stammen die erhobenen Werte zum Teil von 2014. Mit 3,1 Mio. m<sup>2</sup> ist München der Spitzenreiter, auf dem letzten Platz liegt die Stadt Mainz mit 9.228 m<sup>2</sup>.

Aussagen zu Flächen der **Fassadenbegrünung** sind ungleich schwerer als für Dächer zu treffen (BuGG 2022a S.34). Die Gründe liegen u.a. darin, dass die Flächen für bodengebundene Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen erst im Verlauf von einigen Jahren ergrünen. Zudem führen nicht nur Fachunternehmen, sondern auch Privatpersonen



diese Form der Fassadenbegrünung durch, sodass sich statistische Erhebungen nur ungenau durchführen lassen. Schätzungsweise sind 2021 86.000 m<sup>2</sup> begrünte Fassadenfläche hinzugekommen, davon sind lediglich ca. 15 % der wandgebundenen Fassadenbegrünung zuzurechnen. Dennoch ist zu konstatieren, dass sich die absolute Flächenzahl dieser Variante, ausgehend von 2019 (5.000 m<sup>2</sup>), bis 2021 mit 13.300 m<sup>2</sup> mehr als verdoppelt hat und hier ein deutlich positiver Trend zu verzeichnen ist.

### Förderung der Dach- und Fassadenbegrünung

Maßnahmen zur Anpassung von Städten an die Folgen des Klimawandels sind Teil verschiedener politischer Strategien. Dass dabei die Dach- und Fassadenbegrünungen bereits eine wichtige Rolle für die Gestaltung einer klimangepassten und wassersensiblen Gebäude- und Stadtentwicklung spielen, zeigt sich in der Vielzahl an Instrumenten für eine direkte oder indirekte Förderung auf kommunaler, Landes- und Bundesebene (BuGG 2022a, S.44 ff.).

Auf **kommunaler** Ebene umfassen die Maßnahmen etwa Festsetzungen in Bebauungsplänen, Gestaltungssatzungen, direkte finanzielle Zuschüsse, Ökopunkte<sup>5</sup> zur Bemessung von Kompensationsbedarfen (BuGG 2022a, S. 76) sowie eine Gebührenreduktion bei Abwassergebühren (BuGG 2022a, S.44). Der BuGG-Marktreport (2022) berichtet, dass 44 bzw. 37 % der Städte mit mehr als 50.000 Einwohner/innen Dach- bzw. Fassadenbegrünungen fördern und finanzielle Zuschüsse geben. Zudem fördern 83 % der Städte mit mehr als 50.000 Einwohner/innen indirekt Dachbegrünun-

4 Dachbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen  
Fassadenbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen  
Die Regelwerke fassen Grundsätze und Anforderungen für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von Begrünung zusammen. Behandelt werden u. a. Anforderungen an Baustoffe, Aufbauten und geeignete Pflanzen. Die Dachbegrünungsrichtlinie erschien erstmals 1982, die Fassadenbegrünungsrichtlinie 1995 (<https://shop.fll.de/de/fassadenbegrueunungsrichtlinien-richtlinien-fuer-die-planung-bau-und-instandhaltung-von-fassadenbegrueunungen-2018-broschuere.html>; 16.12.2022)

5 Als Ökopunkte werden Wertpunkte bezeichnet, die vergeben werden, um zu ermitteln, wie hoch der durch einen negativen Eingriff in Natur und Landschaft entstehende Kompensationsbedarf ist. Negative Effekte, etwa durch Versiegelung/Bebauung, können teilweise durch positive Maßnahmen bzw. Effekte ausgeglichen werden, sodass die Kompensationsmaßnahmen anhand der Gegenüberstellung der negativen und positiven Wertpunkte ermittelt werden können. Eine ausführliche Erläuterung findet sich bei (BuGG 2022a, S. 76).

gen, indem sie die Niederschlagswassergebühr beim Vorhandensein von Gründächern mindern.

Programme auf Landes- und Bundesebene bieten eine direkte Förderung der Gebäudebegrünung. Diese erfolgt entweder als Zuschuss oder als zinsgünstiges Darlehen. Unter den **Landesförderprogrammen** seien beispielhaft die Förderprogramme der Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen genannt, die sich an Privatpersonen, Unternehmen und Zivilorganisationen gleichermaßen richten. Berlin fördert hierbei ausschließlich die Nachrüstung von Dachbegrünung auf bestehenden Gebäuden, während Hamburg zusätzlich die Begrünung von Neubauten unterstützt. Ferner bieten die Landesförderbanken, wie NRW.Bank, Bremer Aufbau-Bank, zinsgünstige Darlehen. Außerdem sind im Rahmen der Städtebauförderung seit 2020 aufgrund der inhaltlichen Neuausrichtung auf Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen entsprechende Maßnahmen förderfähig.

Schließlich bieten **Bundesförderprogramme** ein breites Förderangebot zur Dach- und Fassadenbegrünung. Neben der Unterstützung von Investitionsvorhaben oder einer Förderung für die effiziente Sanierung von Gebäuden werden von unterschiedlichen Ressorts im Wesentlichen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben gefördert. Auch bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) können Unternehmen zinsgünstige Darlehen für Umweltschutzmaßnahmen beantragen, zu denen auch Dach- und Fassadenbegrünungen zählen. Nicht zuletzt ist das Programm „Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel“ des Bundesbauministeriums (BMWSB 2022) zu nennen, über das von 2022 bis 2025 176 Mio. Euro für Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung in Städten und Gemeinden zur Verfügung gestellt werden und welches das 2020 aufgelegte Programm fortsetzt. Antragsberechtigt sind Städte und Gemeinden.



Konkrete Anpassungsbedarfe in der Förderung gibt es mitunter noch in Bezug auf eine **Förderung von kombinierten Solargründächern**, um Zielkonflikte zwischen Begrünung einerseits und Nutzung der Flächen für Photovoltaik andererseits zu entschärfen und um die Verdrängung einer Begrünung zugunsten technischer Anlagen zu vermeiden. Hierzu bietet sich die Festsetzung von Kombinationen einer Dachbegrünung mit PV- oder Solarthermieanlagen in Bauleitplanungen<sup>6</sup> an. Es existiert schon eine Reihe von Bundesförderprogrammen, über die die Installation eines Solargründachs gefördert werden kann (BuGG 2022a, S.88f.).

### Interdisziplinäre Forschung und Lehre im Bereich der Baubegrünung

Laut BuGG (2022a, S.92) steigt die Zahl an Forschungsprojekten im Bereich der Gebäudebegrünung. Inzwischen sind 23 Hochschulen und 15 Forschungseinrichtungen mit Forschungsvorhaben und Lehre zu den verschiedenen erwarteten Effekten (klimatische Anpassung, Regenwassermanagement, Biodiversität, Energie- und Ressourceneffizienz) einer Dach- und Fassadenbegrünung betraut. Es beschäftigen sich in Deutschland ca. 65 Forschungsvorhaben mit der Gebäudebegrünung, wobei die Mehrzahl der Projekte einen Forschungsfokus auf die stadtklimatische Wirkung von Gebäudegrün und das urbane Wassermanagement hat (BuGG 2022a, S.94).

In Ergänzung zur deutschen Forschungsförderung werden entsprechende Vorhaben auch über EU Horizon 2020 gefördert. Ein Beispiel für ein innovatives europäisches Forschungsvorhaben ist „EdiCitNet – Edible Cities Network – Integrating Edible City Solutions“<sup>7</sup>, das in einem internationalen Forschungsteam mit 32 Projektpartnern unter Federführung der Humboldt-Universität zu Berlin zur Nutzung urbaner (Gebäude-)Flächen für die Nahrungsmittelproduktion forscht (z.B. essbare grüne Wände, Dachfarmen), die auf geschlossene Wasser-, Abfall- und Nährstoffkreisläufe ausgerichtet sind. Im noch bis April 2023 laufenden und von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt „BuGG – Städtedialog Gebäudegrün“<sup>8</sup> liegt der Schwerpunkt auf der Bestandserfassung und den Potenzialen von Gebäudegrün sowie der Erstellung von Arbeitshilfen für Städte und deren Vernetzung. Da die Gebäudebegrünung eine Querschnittsthematik ist, sind verschiedene Berufsfelder wie z.B. Architektur, Landschaftsarchitektur, Bauingenieurswesen sowie Stadt- und Raumplanung involviert. Entsprechend vielfältig sind die Hintergründe der an Forschungsvorhaben beteiligten Institutionen. Während sich das Maßnahmenfeld Gebäudebegrünung zunehmend in der akademischen Landschaft etabliert, zeigt sich noch Nachholbedarf im Bereich der Ausbildung. Bislang gibt es keinen Ausbildungsberuf für

6 Planungswerkzeug zur städtebaulichen Entwicklung

7 <https://www.edicitnet.com/de/> (16.12.2022)

8 <https://www.gebaeudegruen.info/service/staedtedialog> (16.12.2022)



die Berufs- und Tätigkeitsfelder Dach- oder Fassadenbegrünung. Daher müssten bestehende Ausbildungsberufe in den Bereichen Dachdeckung sowie Gärtnern an die Anforderungen einer Gebäudebegrünung angepasst bzw. weiterentwickelt werden.

### Offene Forschungsfragen

In Bezug auf Dach- und Fassadenbegrünung und deren Wirkungen bestehen noch zahlreiche Forschungsfragen:<sup>9</sup> So stellt sich insbesondere die Frage, inwieweit die mit einer Installation und der sich anschließenden Wartung verbundenen Kosten einem feststellbaren tatsächlichen Nutzen gegenüberstehen. Direkt messbare Nutzenaspekte auf Gebäudeebene bestehen in direkten Energieeinsparungen, ggf. verlängerter Lebensdauer von Materialien (z.B. durch geringere UV-Strahlung und Verschmutzung), ggf. verringerten Abwassergebühren und einem eventuell gesteigerten Immobilienwert. Bislang übersteigen die Kosten für die Installation einer Begrünung sowie deren Pflege und Wartung die von konventionellen Alternativen, also Dächern und Fassaden, die Verschattung und Dämmung nicht durch Begrünung, sondern durch andere bauliche Maßnahmen erzeugen. Für eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung müssen jedoch auch ökologische und soziale Nutzenaspekte berücksichtigt werden. Ein Review von 79 Forschungsartikeln (2021) zeigte im Ergebnis, dass die aktuelle Studienlage noch keine eindeutigen Belege und mitunter widersprüchliche Ergebnisse zum Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweist. Besonders indirekte Nutzen, wie

die Erhöhung von Biodiversität und Verbesserung von Luft- und Lebensqualität, die nur schwer monetär erfasst werden können, bleiben bislang unzureichend berücksichtigt (Teotónio et al. 2021).

Weitere Forschungsfragen adressieren Effekte auf städtischer Ebene und die Beiträge der Gebäudebegrünung auf das städtische Klima sowie konkrete Effekte mit Blick auf eine Reduktion von Hitzeinseln, die Wasserrückhaltung und das Wasserabflussverhalten bei Dauer- und Starkregen, die Bindung von Feinstaub, Lärm- und Schallminderung sowie damit verbundene Effekte auf die Gesundheit. Ferner bestehen Forschungsfragen hinsichtlich des Vorkommens von Tieren an den begrünten Häuserflächen (und den angrenzenden Innenräumen). Da sich viele der Vorteile auf Stadtebene erst bei einer ausreichend großen Begrünungsdimension einstellen, können die erhofften Wirkungen erst gemessen werden, wenn diese Begrünungsdimension erreicht ist.

Weitere offene Forschungsfragen betreffen die Potenziale kombinierter Gebäudebegrünung mit Photovoltaikmodulen und die Untersuchung der Wechselwirkungen sowie Kosten-Nutzen- und Wirkungsanalysen basierend auf lokalen Fallbeispielen.

---

### Mögliche vertiefte Bearbeitung des Themas

Das Themenkurzprofil gibt einen Überblick zum Status quo und zur Bedeutung der Gebäudebegrünung in Deutschland. Dach- und Fassadenbegrünungen werden bereits seit Jahr-

<sup>9</sup> <https://www.gebaeudegruen.info/gruen/forschung/aktuell-projekt/-/bedarf> (16.12.2022)

zehnten verfolgt und weiterentwickelt, besonders bei der Fassadenbegrünung wurden in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erzielt. Allerdings zeigt sich, dass nur ein Bruchteil (ca. 10 %) der neugebauten Dachflächen begrünt wird, der Anteil begrünter Fassaden von Neubauten ist mutmaßlich noch deutlich geringer. Die seit Jahrzehnten entwickelten Techniken für die Gebäudebegrünung sowie die geringe Umsetzungsquote können darauf hindeuten, dass die Herausforderungen weniger technischer Natur sind, sondern vor allem in einer tatsächlichen Umsetzung liegen.

Mit Blick auf die bislang begrenzt erfolgte Umsetzung von Maßnahmen zur Gebäudebegrünung und die eingeschränkte Datenlage zu den resultierenden Effekten könnte eine tiefergehende Analyse der Potenziale und Risiken gegenwärtig nur mit sehr großem Aufwand erfolgen. Es empfiehlt sich daher, dass Thema ggf. zu einem späteren Zeitpunkt erneut zu betrachten. Angesichts der erwarteten Ergebnisse aus laufenden Forschungsprojekten könnte dann geprüft werden, ob eine Untersuchung durch das TAB zielführend sein kann.

## Literatur

- ▶ Anwar, M.; Rasul, M.; Khan, M. (2012): Green roofs for storm water management: a review. In: Journal of Chongqing University 11(1), S.5–11
- ▶ Attal, E.; Dubus, B.; Leblouis, T.; Cretin, B. (2021): An optimal dimensioning method of a green wall structure for noise pollution reduction. In: Building and Environment 187(1), Art. 107362
- ▶ Bakhshoodeh, R.; Ocampo, C.; Oldham, C. (2022): Thermal performance of green façades: Review and analysis of published data. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 155, Art. 111744
- ▶ Bastin, J.-F.; Clark, E.; Elliott, T.; Hart, S.; van den Hoogen, J.; Hordijk, I.; Ma, H.; Majumder, S.; Manoli, G.; Maschler, J.; Mo, L. et al. (2019): Understanding climate change from a global analysis of city analogues. In: PloS one 14(7), Art. e0217592
- ▶ Besir, A.; Cuce, E. (2018): Green roofs and facades: A comprehensive review. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 82 (Part 1), S.915–939
- ▶ BMWSB (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen) (2022): BMWSB informiert: „Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel“. Bundesprogramm zwecks Anpassungen an den Klimawandel auf einen Blick. 19.7.2022, <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/kurzmeldungen/Webs/BMWSB/DE/2022/anpassung-an-klimawandel.html> (8.11.2022)
- ▶ Brune, M.; Bender, S.; Groth, M. (2017): Gebäudebegrünung und Klimawandel. Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch klimawandeltaugliche Begrünung. Report 30. Climate Service Center Germany, Hamburg
- ▶ BUE (Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie) (2017): Hamburgs Gründächer. Eine ökonomische Bewertung (Dickhaut, W.) HafenCity Universität Hamburg, Hamburg
- ▶ BuGG (Bundesverband GebäudeGrün e.V.) (2022a): BuGG-Marktreport Gebäudegrün 2022. Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung Deutschland. (Mann, G.; Gohlke, R.; Wolff, F.) Berlin
- ▶ BuGG (2022b): BuGG-Positionspapier „Gebäudebegrünung als Klimafolgenanpassungsmaßnahme“. (Bundschuh, J.; Gößner, D.; Küsters, P.; Lingen, K.; Mann, G.; Niebert, T.; Reim, M.; Richter, M.; Schenk, D.; Wolff, F.) Berlin
- ▶ BuGG; GRÜNSTATTGRAU (2021): Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung). (Mann, G.; Mollenhauer, F.) GRÜNSTATTGRAU-Fachinformation, Berlin/Wien <https://gruenstattgrau.at/document-downloader/336d5ebc5436534e61d16e63ddfc327++1668004336> (9.11.2022)
- ▶ Coma, J.; Pérez, G.; de Gracia, A.; Burés, S.; Urrestarazu, M.; Cabeza, L. (2017): Vertical greenery systems for energy savings in buildings: a comparative study between green walls and green facades. In: Building and Environment (111), S.228–237
- ▶ DIFU (Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH) (2020): Klimawandel in Kommunen. Jetzt vorsorgen und gestalten! Köln
- ▶ DIFU (2021): Ausgezeichnete Praxisbeispiele. Klimaaktive Kommune 2020 – Ein Wettbewerb des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und des Deutschen Instituts für Urbanistik. Köln
- ▶ Engel, T.; Noder, J. (2020): Begrünte Fassaden aus brand-schutztechnischer Sicht. In: Bautechnik 97(8), S.549–557
- ▶ ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program) (2020): Primer For Cool Cities. Reducing Excessive Urban Heat. With a Focus on Passive Measures. World Bank, Knowledge Series Nr. 031/20, Washington, D.C.
- ▶ Fraunhofer IBP (Fraunhofer-Institut für Bauphysik) (o.J.): Gebäudebegrünung – Städte nachhaltig an den Klimawandel anpassen. Stuttgart, <https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/de/dokumente/publikationen/ht/gebaeudebegruenung-infografik-komplett.pdf#:~:text=Geb%C3%A4udebegr%C3%BCnungen%20verbessern%20nicht%20nur%20das%20optische%20Erscheinungsbild%2C%20sie,Luft-%20und%20Lebensqualität%C3%A4t%20in%20dicht%20besiedelten%20Gebieten%20auswirken> (8.11.2022)
- ▶ GERICS (Climate Service Center Germany); KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) (2015): Cities and Climate Change. Climate-Focus-Paper. Hamburg/Frankfurt a.M.
- ▶ GRÜNSTATTGRAU (GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und Innovations GmbH) (o.J.): Leistungen von Begrünungen. <https://gruenstattgrau.at/urban-greening/leistungen-von-begruenung/> (11.11.2022)
- ▶ Hui, S.; Chan, S. (2011): Integration of green roof and solar photovoltaic systems. In: Proceedings of Joint Symposium 2011: Integrated Building Design in the New Era of Sustainability, Hong Kong, S.1.1–1.10

- ▶ Jayasooriya, V.; Ng, A.; Muthukumaran, S.; Perera, B. (2017): Green infrastructure practices for improvement of urban air quality. In: *Urban Forestry & Urban Greening* 21(4), S.34–47
- ▶ Köhler, M.; Schmidt, M.; Laar, M.; Wachsmann, U.; Krauter, S. (2002): Photovoltaic panels on greened roofs: Positive interaction between two architectures. In: *Proceedings of RIO 02 – World Climate & Energy Event, Rio de Janeiro*, S. 151–158
- ▶ Kratschmer, S.; Pachinger, B.; Gaigher, R.; Pryke, J.; van Schalkwyk, J.; Samways, M.; Melin, A.; Kehinde, T.; Zaller, J.; Winter, S. (2021): Enhancing flowering plant functional richness improves wild bee diversity in vineyard inter-rows in different floral kingdoms. In: *Ecology and evolution* 11(12), S.7927–7945
- ▶ Lee, A.; Maheswaran, R. (2011): The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. In: *Journal of Public Health* 33(2), S.212–222
- ▶ LWG (Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau) (2019): „Urban Gardening“ mit Dach- und Fassadenbegrünungen. Veitshöchheim
- ▶ Mayrand, F.; Clergeau, P. (2018): Green Roofs and Green Walls for Biodiversity Conservation: A Contribution to Urban Connectivity? In: *Sustainability* 10(4), S. 985
- ▶ Nagle, L.; Echols, S.; Tamminga, K. (2017): Food production on a living wall: Pilot study. In: *Journal of Green Building* 12(3), S.23–38
- ▶ Rakhshandehroo, M.; Mohd Yusof, M.; Arabi, R. (2015): Living Wall (Vertical Greening): Benefits and Threats. In: *Applied Mechanics and Materials* 747, S.16–19
- ▶ Santamouris, M. (2014): Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. In: *Solar Energy* 103, S.682–703
- ▶ Sempel, F.; Gorbachevskaya, O.; Mewis, I.; Ulrichs, C. (2013): Modellversuch zur Feinstaubbindung: extensive Dachbegrünung vs. Schotterdach. In: *Gesunde Pflanzen* 65(3), S.113–118
- ▶ Seyedabadi, M.; Eicker, U.; Karimi, S. (2021): Plant selection for green roofs and their impact on carbon sequestration and the building carbon footprint. In: *Environmental Challenges* 4, Art. 100119
- ▶ Shafique, M.; Luo, X.; Zuo, J. (2020): Photovoltaic-green roofs: A review of benefits, limitations, and trends. In: *Solar Energy* 202, S.485–497
- ▶ SPD; Bündnis 90/Die Grünen; FDP (2021): Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Berlin
- ▶ Teotónio, I.; Silva, C.; Cruz, C. (2021): Economics of green roofs and green walls: A literature review. In: *Sustainable Cities and Society* 69, Art. 102781
- ▶ UBA (Umweltbundesamt) (2019a): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung, Dessau-Roßlau
- ▶ UBA (2019b): Untersuchung der Potentiale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in Städten. Texte Nr. 111/2019, Dessau-Roßlau
- ▶ UN (United Nations) (2019): *World Urbanization Prospects 2018. Highlights*. Nr. ST/ESA/SER.A/421, New York

Das Horizon-Scanning ist Teil des methodischen Spektrums der Technikfolgenabschätzung im TAB.

**Horizon**  
**SCANNING**

Mittels Horizon-Scanning werden neue technologische Entwicklungen beobachtet und diese systematisch auf ihre Chancen und Risiken bewertet. So werden technologische, ökonomische, ökologische, soziale und politische Veränderungspotenziale möglichst früh erfasst und beschrieben. Ziel des Horizon-Scannings ist es, einen Beitrag zur forschungs- und innovationspolitischen Orientierung und Meinungsbildung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung zu leisten.

In der praktischen Umsetzung werden im Horizon-Scanning softwaregestützte Such- und Analyseschritte mit expertenbasierten Validierungs- und Bewertungsprozessen kombiniert.

Herausgeber: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)

Gestaltung und Redaktion: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Bildnachweise: Federico Rostagno/iStock (S.1); baona/iStock (S.2); middelveld/iStock (S.6); gianliguori/iStock (S.7); fotografixx/iStock (S.8)

ISSN-Internet: 2629-2874