

## BuGG-Fachinformation

# „Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung)“

Zusammenstellung von Zahlen,  
Daten, Fakten aus verschiedenen  
Untersuchungen

# Impressum

**BuGG-Fachinformation**  
**Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen**  
**(Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung)“**

**Herausgeber**



**Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG)**

Albrechtstraße 13  
10117 Berlin  
Telefon: +49 30 40054102  
Telefax: +49 681 9880572  
info@bugg.de  
www.gebaeudegruen.info

**Autoren**

M.Sc. Felix Mollenhauer, Dr. Gunter Mann,  
Prof. Dipl.-Ing. Daniel Westerholt

**Redaktion**

Dr. Gunter Mann, Bundesverband GebäudeGrün e.V.  
(BuGG)

**Gestaltung/Bearbeitung**

Andrea Lorenz, Bundesverband GebäudeGrün e.V.  
(BuGG)

**Copyright**

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Ohne ausdrückliche Genehmigung der Herausgeber ist jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtes hinausgeht, unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. © 01/2023, Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG), Berlin

Es wurde grundsätzlich versucht zu gendern bzw. eine geschlechterneutrale Darstellung zu wählen. Wenn die männliche Form verwendet wurde, so ist dies nicht geschlechtsspezifisch gemeint, sondern geschah ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit. Hierbei sind ausdrücklich auch Frauen gemeint.

**Fotos und Abbildungen**

Alle Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG)  
(sofern nicht anders angegeben)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Vorwort</b> .....	4
<b>2 Zusammenstellung der positiven Wirkungen von Dachbegrünungen</b> .....	5
2.1 Oberflächentemperatur .....	5
2.2 Latente Wärme .....	6
2.3 Reduzierung Wärmeinseleffekt .....	7
2.4 Verdunstung .....	7
2.5 Erhöhung Luftfeuchte .....	8
2.6 Speicherung von Niederschlagswasser / Regenwasserrückhalt .....	8
2.7 Biodiversität .....	10
2.8 Luftreinigung / Feinstaub-Bindung / CO <sub>2</sub> -Bindung .....	12
2.9 Lärmreduktion / Schallschutz .....	13
2.10 Dämmwirkung .....	13
2.11 Biomasse .....	14
2.12 Schutz der Dachhaut .....	14
2.13 Wirtschaftlichkeit .....	15
2.14 Solargründach .....	15
2.15 Verwendung von Grauwasser .....	15
<b>3 Zusammenstellung der positiven Wirkungen von Fassadenbegrünungen</b> .....	16
3.1 Oberflächentemperatur .....	16
3.2 Verdunstung .....	17
3.3 Luftfeuchte .....	17
3.4 Wärmeinseleffekt .....	17
3.5 Biomasse .....	18
3.6 Luftreinigung /Schadstoffbindung .....	18
3.7 Dämmung .....	19
3.8 Lärmschutz .....	20
3.9 Sonnenschutz / Verschattung / Wirtschaftlichkeit .....	20
3.10 Biodiversität .....	21
3.11 Akzeptanz .....	21
<b>4 Zusammenstellung der positiven Wirkungen von Innenraumbegrünungen</b> .....	22
4.1 Verbesserung der Gesundheit .....	22
4.2 Stressreduzierung .....	23
4.3 Erhöhung des Wohlbefindens .....	23
4.4 Lärmreduktion .....	23
4.5 Produktivitätssteigerung .....	23
4.6 Konzentrationssteigerung .....	24
4.7 Verringerte Keimbelastung .....	24
4.8 Verdunstung .....	24
<b>5 Quellenhinweise</b> .....	25
<b>6 Überblick zu Forschung und Lehre in Deutschland</b> .....	33

# 1 Vorwort

Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünungen) vereinen eine Vielzahl an positiven Wirkungen, zu denen es seit vielen Jahren wissenschaftliche Untersuchungen mit Zahlen, Daten, Fakten gibt.

Gebäudegrün kann vielfältig eingesetzt werden, u. a. als Klimaanpassungsmaßnahme, zur Erhaltung und Förderung der Artenvielfalt, als Baustein der Regenwasserbewirtschaftung, als Lärm- und Feinstaubschutz ... das Schöne ist dabei, dass mit jedem eingebauten Quadratmeter Gebäudegrün gleich eine ganze Palette an positive Wirkungen „eingekauft“ und umgesetzt wird! Einfach unbezahlbar! Und immer im Sinne des Menschen, damit wir eine lebenswertes Umfeld jetzt und in Zukunft haben.

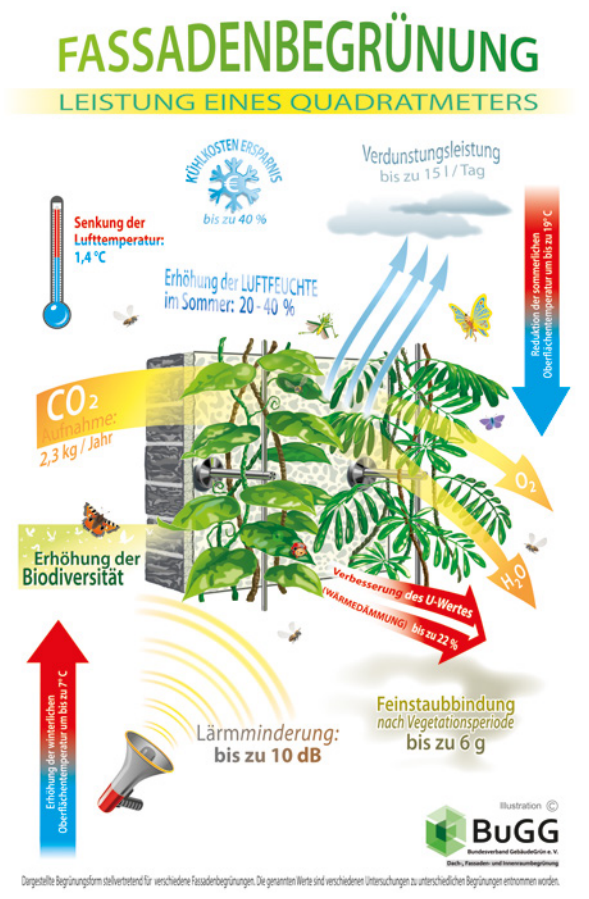
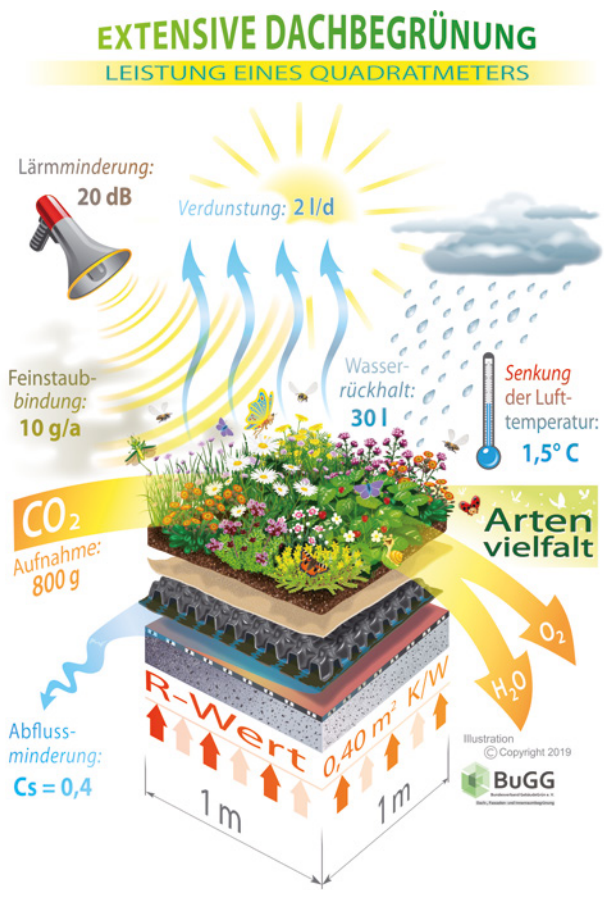
In der vorliegenden BuGG-Fachinformation „Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen“ haben wir eine Zusammenstellung der wichtigsten Argumente „Pro Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung“ vorgenommen und mit ausgewählten Untersuchungsergebnissen und Quellenangaben hinterlegt – ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Das heißt auch, dass diese Liste gerne ergänzt und modifiziert werden kann. Sie soll ein erster Schritt für ein einfaches Nachschlagewerk für

Bauende, Planende, Gutachtern und Gebäudegrün-Aktivisten sein, um „Zweifler“ (die es leider immer noch gibt ...) zu überzeugen.

Gleich zu Beginn haben wir dargestellt, was je ein Quadratmeter Gründach und Fassadenbegrünung zu leisten vermag (wir stellen die Grafiken gerne als Datei zur Nutzung mit Quellenangabe zur Verfügung), um dann zu den Wirkungen und Untersuchungsergebnissen überzugehen. Die Letztgenannten sind mit Quellenverweisen ausgestattet, die am Ende der Fachinformation gesammelt aufgelistet sind. Eine Übersicht der zum Thema Gebäudebegrünung forschenden Hochschulen und Forschungseinrichtungen schließt die Broschüre ab. Hierbei möchten wir auf den BuGG-Tag der Forschung und Lehre hinweisen, der jährlich die Aktiven zusammenbringt und zum Erfahrungsaustausch einlädt.

Wir wünschen uns allen viele umgesetzte Gebäudebegrünungen, die jedem von uns das Leben im wahrsten Sinne des Wortes verschönern!

Dr. Gunter Mann und M.Sc. Felix Mollenhauer  
Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG)



Dargestellte Begrünungsform selbstverstehend für verschiedene Fassadenbegrünungen. Die genannten Werte sind verschiedenen Untersuchungen zu unterschiedlichen Begrünungen entnommen worden.

## 2 Zusammenstellung der positiven Wirkungen von Dachbegrünungen



### 2.1 Oberflächentemperatur

- ▶ Deutlich reduzierter Wärmedurchgang durch Dachbegrünung im Vergleich zu Kies-, Bitumen-, und Blechdächern (1)
- ▶ Temperaturamplitude Tag-Nacht von 50°K eines Bitumendaches im Vergleich zu 10°K der Dachabdichtung einer Dachbegrünung (2)
- ▶ 30 - 60 %ige Verringerung des Wärmeeintrages an einem strahlungsreichen Sommertag unter einer extensiven Dachbegrünung (10-15 cm Substrataufbau) gegenüber einem Kiesdach (3)
- ▶ im Vergleich zu Bitumen- und Kiesdächern bis zu 25 °C geringere Oberflächentemperaturen von Dachbegrünungen (4) (2)
- ▶ In einem Projekt konnte die Temperaturspanne auf einem Feuchtdach von -5.°C im Winter bis +70 °C im Sommer auf die Werte 10 °C im Winter bis +30.°C im Sommer reduziert werden (5)
- ▶ Oberfläche des Gründaches im August 2012 am Tag bis zu 17 °C kühler als das Referenzdach (6)
- ▶ Die Oberflächentemperatur des Gründaches kann durch eine Bewässerung im Durchschnitt um 4 Grad Celsius gesenkt werden (7)
- ▶ Temperatur der Abdichtung kann durch eine Bewässerung des Gründaches um bis zu 5 Grad Celsius gesenkt werden (7)
- ▶ Weitere internationale Studien berichten mitunter von noch größeren Temperaturdifferenzen zwischen Grün und Referenzdächern mit bis zu 33 °C im Maximum (18) (19) (20)

- Teemusk und Mander (2009) untersuchten die Temperaturen unter einem Gründach (10 cm Dicke) und unter einem Rasendach (15 cm Dicke) im Vergleich zu konventionellen Dächern mit Bitumen- und Metalabdeckung. Der Temperaturverlauf war ähnlich: Unerwünschte höhere Temperaturen auf den Oberflächen der Begrünungen führten nicht zu einem nennenswerten Anstieg der Temperaturen unter den Substratschichten. Der Unterschied zwischen der Temperaturamplitude unter den Substratschichten der begrünten Dächer und den Oberflächen der konventionellen Dächer betrug im Durchschnitt 20 °C. Im Herbst und im Frühjahr wies die Bodenschicht des Rasendachs höhere Temperaturen und eine geringere Amplitude auf als die Substratschicht des Gründachs, die sich stärker abkühlte. Im Winter waren die Temperaturen unter den Substratschichten der bepflanzten Dächer höher als die Oberflächen der konventionellen Dächer; die durchschnittliche Amplitude betrug 1 °C und 7-8 °C (91)
- Solcerova et al (2017) fanden heraus, dass gewässerte Dachbegrünungen im Vergleich zu weißen Kiesdächern in der Nacht kühler und tagsüber etwas wärmer waren. Daraus folgt, dass Gründächer dabei helfen, die Temperaturen nachts zu senken, wenn der Heat-Island-Effect am stärksten ist. (92)

Baryla et al. (2019) untersuchten Sedum-Gründächer und verglichen die Oberflächentemperatur mit konventionellen Dächern (Juni-Dezember 2016). Die größten Temperaturunterschiede wurden im Juni und Juli festgestellt, mit einer maximalen Differenz zwischen der temporären Oberflächentemperatur eines Gründachs und eines konventionellen Dachs von bis zu 24 °C. Im Sommer war die Oberflächentemperatur im Laufe eines Tages um 5 °C höher als die Lufttemperatur. Atmosphärische Niederschläge verringerten den Temperaturgradienten im Boden sowie die Temperaturschwankungen während des Tages aufgrund des Anstiegs der Luftfeuchtigkeit nach einem Niederschlag. Die tägliche Schwankungsbreite der Oberflächentemperaturen war größer als die der Lufttemperatur. (93)

## 2.2 Latente Wärme

- Ca. 62.% bis 67 % der eingestrahltten Energie werden in latente Wärme (steht nicht zur Erwärmung der Umgebungsluft zur Verfügung) umgesetzt (8)
- Pisello et al vereinten die Vorteile eines grünen und kühlen Daches dahingehend, dass durch die Optimierung der Pflanzenauswahl (möglichst helle oder weiße Belaubung; Laub auch im Winter) eine größtmögliche Reflektion der kurzwelligigen Strahlung erfolgt. Dadurch wurde die Anzahl der Überhitzungsstunden in den Innenräumen eines Mehrfamilienhauses in Zentral-Italien aus dem 16. Jahrhundert um 98,2 % reduziert. (95)



## 2.3 Reduzierung Wärmeinseleffekt

- ▶ Die mit der Kühlenergie der Pflanzen erreichte Temperaturdifferenz beträgt 2,5 - 10 °K je nach Dimensionierung (13)
- ▶ In einer einzelnen Studie wurden für die Stadt Chicago Temperaturreduzierungen von bis zu 3 °C simuliert (14)
- ▶ Modellergebnisse haben in Szenarien mit großflächiger Installation von Dachbegrünungen Lufttemperaturreduktionen von 0,2 °C und 0,9 °C gezeigt. (15) (16) (17)
- ▶ Weitere internationale Studien berichten mitunter von noch größeren Temperaturdifferenzen zwischen Grün und Referenzdächern mit bis zu 33 °C im Maximum (18) (19) (20)
- ▶ Test von Heusinger 2012 (6):
  - Erniedrigung der Lufttemperaturen von durchschnittlich 0,2 °C in 50 cm über Dachniveau
  - höchsten Lufttemperaturreduktionen wurden am Tag erreicht, mit durchschnittlich - 0,6 °C und maximal -1,5 °C um 14 Uhr.
- ▶ Beradi (2016) fand heraus, dass eine Erhöhung der Blattflächenmenge auf der Dachbegrünung tagsüber zu einer Erniedrigung der Temperatur von 0,4 °C auf dem Gehwegniveau führt, wobei eine höhere Reduzierung der Temperatur auf dem Dachlevel erfolgt. Dazu hat die Dachbegrünung kühlenden Einfluss auf das darunter liegende Stockwerk. (97)
- ▶ Dong et al. (2020) werteten für die Stadt Xiamen in China Landsat 8-Daten aus. In dieser Stadt wurden zwischen 2015 und 2019 ca. 540.000 m<sup>2</sup> Gründächer angelegt. Mit dem relativ groben Pixelraster konnte auf eine Genauigkeit von ca. 1.000 m<sup>2</sup> ausgewertet werden, dass sich eine Temperatursenkung zwischen 0,4 °C und 0,9 °C durch begrünte Dächer aus den Satellitenbildern ergab. (90)
- ▶ Richter (2022) untersuchte die Klimafolgenanpassungsleistungen von Dachbegrünungen anhand „eines systematischen Reviewverfahrens und der vertieften Untersuchung und statistischen Analyse von insgesamt 123 wiss. Studien. Durch Dachbegrünungen konnten bezüglich deren stadtklimatischen Potenzials deutliche Reduktionen der Temperaturen in der Umgebung von Gebäuden bzw. in gesamten Stadtteilen nachgewiesen werden. Durchschnittstemperaturen wurden im Mittel um 0,6 °C (max. 1,8 °C) herabgesenkt, die maximalen Abkühlungspotenziale erreichten bis zu 3,8 °C. Dafür waren insbesondere das verfügbare Wasserdargebot und großflächige Umsetzung von Dachbegrünungen entscheidende Parameter.“ (94)

## 2.4 Verdunstung

- ▶ Verdunstung von 1 m<sup>3</sup> Wasser entsteht Verdunstungskälte von 680 kWh (2)
- ▶ Verdunstung von 60 - 75 % des Jahresniederschlags möglich mit Extensivbegrünungen (2)
- ▶ Verdunstung von 41 – 48 % des Jahresniederschlags (8)
- ▶ Umwandlung der Strahlungsbilanz in Verdunstungskälte von 58 % bei einer extensive Dachbegrünung in den Sommermonaten (9)
- ▶ Verdunstungsmenge bei Pflanzgefäßen als Dachgartenbegrünung von 200 l/m<sup>2</sup> in einer Vegetationsperiode (10)
- ▶ Test von Christen und Vogt (11);
  - Bei Grünflächenanteil von 90-100 % können rund 80 % der durch Sonneneinstrahlung zur Verfügung stehenden Energie an der Erdoberfläche in Verdunstung umgesetzt werden
  - Bei Grünflächenanteilen von 0 % bis 30 % können weniger als 1/5 der Energie in Verdunstung umgesetzt werden
- ▶ Test von Heusinger 2017 (12);
  - Verdunstung eines Extensivgründaches von 3,3 mm/m<sup>2</sup>/Tag (6)
  - Verhältnis aus sensibler Wärme und latenter Wärme (Bowen-Verhältnis) nach Niederschlägen <1; Bedeutung: Gründach kühlt
  - (Wenn Volumen-Bodenfeuchte größer 0,1 ist, dann kühlt die Dachbegrünung)
- ▶ Untersuchung von Köhler und Kaiser 2018 (7)
  - Evapotranspiration im Sommer von 2 – 2,5 mm/Tag bei Gründächern mit 16 cm Substrat
  - Evaporation im Sommer von 1,5 – 2 l/m<sup>2</sup>/Tag eines Gründaches mit 10 cm Substrat
  - Evaporation im Sommer von 4,5 l/m<sup>2</sup>/Tag eines Gründaches mit 16 cm Substrat
- ▶ Gößner et al (2021) maßen die Evapotranspiration von vier verschiedenen Gründachaufbauten mit unterschiedlichen Dränplatten und Substratdicken von April bis September 2021:
  - Der Aufbau mit 6 cm Dränplatte, 15 cm Substrat und Rasenvegetation verdunstete 526 mm
  - Der Aufbau mit 2,5 cm Dränplatte, 6 cm Substrat und Sedumvegetation verdunstete 370 mm
  - Der Aufbau mit 8,5 cm Retentionsbox, 10 cm Substrat und gemischter Vegetation verdunstete 488 mm. (96)
- ▶ Gründächer verdunsten je nach Wasserverfügbarkeit jährlich über 400 l/m<sup>2</sup> (135). Diese Kühlleistung führt bei Gründächern zu einer durchschnittlichen Reduktion der Umgebungstemperatur von 1,34 °C. (89)

## 2.5 Erhöhung Luftfeuchte

- ▶ im Sommer bis zu 20 % (4) bzw. 40.% höhere Luftfeuchtigkeit (21) gegenüber unbegrüntem Flächen



## 2.6 Speicherung von Niederschlagswasser / Regenwasserrückhalt

- ▶ Bei extensiven Substraten können im Jahresmittel ca. 75 - 90 % des Gesamtniederschlags zurückgehalten werden (22) (23)
- ▶ 65 – 70 % des Jahresniederschlags werden von extensiven Gründächern mit 10 cm Substrat zurückgehalten, das Kiesdach 18 Prozent (7)
- ▶ In der Wachstumsphase werden 80 – 90 % des Niederschlags durch extensive Gründächer mit 10 cm Substrat zurückgehalten, bei einem Kiesdach nur 29 % (7)
- ▶ Zusätzliche temporäre Wasserspeicherung kommt bei einigen Systemen mit 53 l/m<sup>2</sup> hinzu (5)
- ▶ Bei intensiven Dachbegrünungen beträgt der Wasserrückhalt je nach Aufbau 60 - 99 % der Niederschlagsmenge bei einer Speicherfähigkeit von 30 - 160 l/m<sup>2</sup> (24)
- ▶ Untersuchung Abflussverhalten von Dachbegrünung mit mehrschichtigem Aufbau (25)
  - bei 8 cm Substrat etwa 2,5 - 4 l/m<sup>2</sup> Abfluss, abhängig von Länge des Regenereignisses
  - Substrathöhe beeinflusst Wasserrückhaltung des Gründaches
  - Je länger die Dauer des Regens, desto kleiner der Einfluss der Substrathöhe
  - Abflussbeiwert (FLL-Verfahren) nimmt bei längeren Regenereignissen zu
  - Nach Vollsättigung des Substrates wird kein Wasser mehr zurückgehalten
  - Zunahme der Neigung zwischen 2 und 6 % beeinflusst die Wasserrückhaltung unwesentlich
- ▶ Untersuchung Abflussverhalten gefälleloses Dach mit 8 cm Substrat-Aufbauten (26)
  - Bei Mehrschichtigen Bauweisen fließt das Wasser innerhalb von 3 Stunden fast vollständig ab (ca. 98-99 %)
  - Bei Einschichtbauweise nach 23 Stunden etwa 98 %
- ▶ Extensivgründächer bewirken im Schnitt eine Reduktion des Regenwasserabflusses um 58 %, Intensivgründächer sogar um 79 %. Auch der Spitzenabfluss wird durch Extensivgründächer um durchschnittlich 71 % gemindert (89)





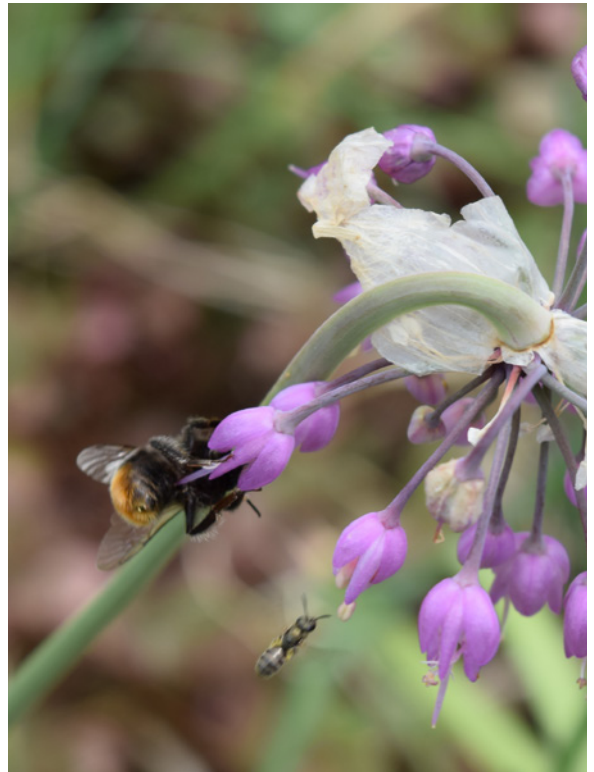


► Richter (2022) untersuchte die Klimafolgenanpassungsleistungen von Dachbegrünungen anhand „eines systematischen Reviewverfahrens und der vertieften Untersuchung und statistischen Analyse von insgesamt 123 wiss. Studien. Im Ergebnis zeigten alle Untersuchungen, dass Dachbegrünungen einen gewissen Regenwasserrückhalt und eine Verzögerung von Abflussbeginn und der Abflussspitzen. Im Mittel wurden langfristig von unterschiedlichen Dachbegrünungstypen etwa 40 % in den Wintermonaten bis 73 % in den Sommermonaten zurückgehalten. Für Einzelereignisse wurden Werte von 60 % Regenwasserrückhalt, Spitzenabflussbeiwerte von 0,37 und Verzögerungen von Abflussbeginn bzw. –maximum von 235 bzw. 250 Min. erreicht. Parameter wie die Sub-

stratdicke, Vorfeuchte, das Alter des Daches, das Gefälle, die Regenmenge und –intensität, die Jahreszeit bzw. der Breitengrad, Pflanzenarten sowie Substratzusammensetzung können die Wirksamkeit beeinflussen. Der Vergleich von Regelwerken zur hydrologischen Bemessung von Dachbegrünungen zeigte große Spannbreiten in der Wirkungsberechnung. Bei nahezu allen vergleichenden Berechnungen wurden mit den derzeit in der deutschen Planungspraxis relevanten Verfahren erhöhte Überflutungssicherheiten durch Unterschätzung des Rückhalts von Dachbegrünungen, andererseits mögliche systematische Überdimensionierung nachgelagerter Entwässerungsanlagen aufgezeigt.“ (94)

## 2.7 Biodiversität

- ▶ Extensivbegrünung: vorwiegend flugfähige Blütenbesucher (Bienen, Schmetterlinge, Schwebfliegen etc.), Käfer, Ameisen, Wanzen und Larven von Dipteren und Marienkäfern (5)
- ▶ Drei-Dächer-Vergleich 2 x extensive & 1 x Intensiv
  - Extensivbegrünung 1: Käfer 78 (unbekannt ob Arten oder Tiere); Wildbienen 10 Arten
  - Extensivbegrünung 2: Käfer 183; Wildbienen 13 Arten
  - Intensivbegrünung: Käfer 358; Wildbienen 18 Arten
  - Feststellung, dass erst bei einer Substrathöhe von 15 cm trockenheits- und frostempfindliche Arten überleben und sich Nährstofffreisläufe und Nahrungsbeziehungen bilden können. (28)
- ▶ Fund von 51 Wildbienenarten auf 5 untersuchten Dächern (29)
- ▶ Untersuchungen Schweiz: (30)
  - Wiesenartige Begrünung ca. 80 Käferarten
  - Sedumbegrünung ca. 5-10 Käferarten
  - Insgesamt wurde über 300 Käferarten gefunden, davon 30 Rote-Liste Arten
  - Fund von über 175 Pflanzen (u.a. 9 Orchideenarten) auf einem 100 Jahre alten Dach
- ▶ Untersuchung FH Bingen 2016 (31) an einfachen Extensivbegrünungen
  - Signifikant höheres Artenvorkommen als auf Kiesdächern
  - Ca. 8 Hummeln pro 100 m<sup>2</sup>
  - Ca. 2 Honigbienen pro 100 m<sup>2</sup>
  - Ca. 1 Wildbiene pro 100 m<sup>2</sup>
  - Ca. 20 Wespen pro 100 m<sup>2</sup>
  - Ca. 32 Schwebfliegen pro 100 m<sup>2</sup>
  - Ca. 10 Fliegen pro 100 m<sup>2</sup>
  - Sonstige Insekten ca. 38 pro 100 m<sup>2</sup>
- ▶ 236 Wildbienenarten konnten bisher auf Gründächern nachgewiesen werden; Nutzung als Nahrungsquelle und Nistmöglichkeit (32)
- ▶ 28 Wildbienenarten und 13 Wespenarten auf 10 extensiven Gründächern (33)
- ▶ 91 Bienenarten aus 20 Gattungen in der Vegetationsperiode (34)
- ▶ Catalano et al (2017) untersuchten mehrfach einfache Intensivbegrünungen. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass sich die Artenzahlen zunächst über die Jahre erhöhen, dann stabilisieren und längere Zeit in der Vielfalt stagnieren. (98)
- ▶ Köhler und Ksiazek-Mikenas (2018) fanden heraus, dass die angepasste zielgerichtete Pflege zum dauerhaften Erfolg und dem Erhalt der Artenvielfalt über längere Zeiträume führt. (99)



- ▶ Vanstockem et al. (2019) analysierten statistisch die Faktoren von 129 extensiv begrüneten Dächern in Belgien hinsichtlich der floristischen Biodiversität. Die Dächer waren zwischen 1 und 19 Jahren alt und hatten Substrattiefen zwischen 2-15 cm. Ergebnisse hieraus sind: die Vegetation ist ständig im Wandel und das Umfeld ist weniger wichtig für die Vielfalt als die Substrathöhe. (100)
- ▶ Filazzola et al. (2019) führten eine Metastudie zur faunistischen Biodiversität von Grüner Infrastruktur durch. Ein Schwerpunkt der Autoren lag auf Dach- und Fassadenbegrünungen. Aus ihrer Übersicht von über 1800 Veröffentlichungen hielten schließlich 33 Arbeiten ihren strengen Kriterien zur quantitativen Analyse stand. Mittels statistischer Analyse mit dem Ziel, die begrüneten Varianten mit typischen unbegrüneten zu vergleichen, kamen sie für die analysierten Tiergruppen Vögel, Arthropoden sowie Nematoden bei den ausgewerteten Forschungen zum Ergebnis, dass Dach und Fassadenbegrünung signifikant zur Biotopanreicherung beitragen. (101)

- ▶ Ksiazek-Mikenas (2017) verglich eine Anzahl begrünter Dächer in Deutschland (Neubrandenburg, Berlin) mit der Vielfalt von extensiv begrünten Dächern in Chicago/USA. Es bestätigte sich, dass für die Biodiversität die anfängliche Strukturvielfalt einer der wesentlichen Faktoren ist, die sich noch über Jahre nachweisen lässt. (102)
- ▶ Heller 2020: Untersuchung zu Heuschreckenerhebungen auf begrünten Dächern in Basel, Zürich und Aarau
  - Es wurden 20 verschiedene Dächer untersucht, u. a. den Einfluss von Solar-Gründächern auf die Artenausprägung zu beleuchten
  - Es wurden 21 Heuschreckenarten und die europäische Gottesanbeterin gefunden. (103)
- ▶ Gründächer können über 100 verschiedene Arten beherbergen. (104)
- ▶ Ein größeres Nahrungsangebot in Form von Blütenpflanzen führen zu einer höheren Artenzahl und Abundanz von Bienen (105)
- ▶ Die Artenvielfalt ist im Vergleich zu Extensivgründächern tendenziell höher auf Intensivgründächern (106).
- ▶ Unter Photovoltaikmodulen entstehen neue Lebensraum-Nischen für Tiere (107)



## 2.8 Luftreinigung / Feinstaub-Bindung / CO<sub>2</sub>-Bindung

- ▶ Nach drei Jahren eine CO<sub>2</sub>-Aufnahme von 0,8 - 0,9 kg/m<sup>2</sup> (800 kg bei 1000 m<sup>2</sup>-Dach) (35)
- ▶ Moose können in einem Jahr 2,2 kg/m<sup>2</sup> CO<sub>2</sub> aufnehmen (gleicher Wert wie Intensivgrünland) (36)
- ▶ Unbewässertes Extensivgründach CO<sub>2</sub>-Aufnahme von 0,313 kg/m<sup>2</sup>/Jahr (313 kg bei 1000 m<sup>2</sup> Gründach) (12)
- ▶ CO<sub>2</sub>-Aufnahme von 0,375 kg/m<sup>2</sup>/Jahr (35)
- ▶ 7,3 g pro m<sup>2</sup>/Jahr Stick- und Schwefeloxide (38)
- ▶ 10-20 Prozent höhere Filterwirkung als unbegrünte Dächer (39)
- ▶ Extensive Dachbegrünung Feinstaubbindung maximal 10g/m<sup>2</sup>/a (39)
- ▶ Bei vollständiger Belegung aller Dächer mit Dachbegrünung können pro Jahr bis zu 1,6 Tonnen Feinstaub pro Jahr in einem Stadtteil aufgenommen werden (27)
- ▶ Abbau von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoff (Butan) und Benzol aus Diesel- und Benzin-Abgasen betrug gegenüber dem Ausgangszustand bis zu 90 % bei Extensivbegrünung (40)
- ▶ Dettmar (2020) fand heraus, dass eine Dachbegrünung aus bis zu 100 m im Umfeld eine Feinstaubbindung bewirken kann, wenn sie richtig ausgeführt wird. (108)
- ▶ Brunnetti et al (2021) untersuchten die Fähigkeit von Gründächern, Stickstoffreiches Wasser umzusetzen. Im Ergebnis wurde bei einem nicht begrüneten Gründach (nur Substrat) 94 % des eingebrachten Stickstoffs und in einem Gründach mit Vegetation 67 % des eingebrachten Stickstoffs ausgewaschen. D. h. Bis zu 32 % des eingebrachten Stickstoffs konnten umgesetzt werden. Die Menge könnte durch geeignete Pflanzenauswahl und der Vermeidung von Wasserstressperioden gesteigert werden. (109)



- ▶ Kuronuma et al (2018) berechneten die Amortisationszeit von Gründächern anhand des Speichervermögens von CO<sub>2</sub>. Es wurden die durch die Herstellung entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt. Im Ergebnis lag die Amortisationszeit der extensiv begrüneten Dächer zwischen 5,8 und 15,9 Jahren. Sie tragen also während ihrer Lebensdauer zur Reduzierung von CO<sub>2</sub> bei. (110)
- ▶ Sedum-Pflanzen können etwa 10–30 % Feinstaub im Größenrahmen 0,3–5 µ aus der Luft filtern (111).
- ▶ Extensive Gründächer nehmen pro m<sup>2</sup> und Jahr ca. 0,5 kg CO<sub>2</sub> auf (112; 113)

## 2.9 Lärmreduktion / Schallschutz

- ▶ Lärm kommt von oben:
  - Wenn Substrat trocken, dann 8 dB; wenn Substrat feucht, dann 18 dB (5)
  - Extensivgründach (7 cm); Bei 1400 Hz = 5 dB; bei 750 Hz = 20 dB (41)
  - 15 cm Substrat Bei 50-2000 Hz 5-13 dB; bei mehr als 2000 Hz = 2-8 dB (43)
- ▶ Lärm kommt von der Straße/Seite:
  - Begrüntes Flachdach, Schallquelle Nachbarstraße maximale Lärminderung bei 1000 Hz = 6 dB (42)
- ▶ Vergleichsmessung Gründächer mit unterschiedlichen Eigenschaften zum Absorptionsgrad – Bandbreite von 0,2 – 0,63 (5)
- ▶ Connelly und Hodgson (2013) untersuchten Dachbegrünungen und deren Lärminderungseffekt. Je nach Frequenzbereich liegt die Reduktion zwischen 10 und 20 DB(A). (114)
- ▶ Bereits extensiv begrünte Dächer mit einer dünnen Substratschicht können eine Lärminderung in darunterliegenden Innenräumen bewirken. Dabei liegt die Reduktion des Schalls zwischen 5 und 20 dB (89).



## 2.10 Dämmwirkung

- ▶ Winterlichen Dämmeffekt des Dachaufbaus von 2-10 Prozent (2)
- ▶ Bei einem 10 cm starken Substrat erreicht ein extensiv begrüntes Dach, je nach Substratart, einen zusätzlichen R-Wert (Wärmedurchgangswiderstand) von 0,14 bis 0,40 m<sup>2</sup>K/W unter maximaler Wassersättigung. Dies entspricht ca. 6 mm bis 16 mm einer konventionellen Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) 040 (3)
- ▶ 3 -10 Prozent geringerer Wärmeverlust im Winter bei Gründach (Aufbauhöhe 10-15 cm) im Vergleich zu einem Kiesdach (1)
- ▶ Zhao et al (2015) untersuchten den Einfluss auf den Wärmestrom durch ein Gründach und ein konventionelles Dach im Winter. Dabei wurde der Wärmedurchgang auf dem Gründach um 23 % im Vergleich zum herkömmlichen Dach reduziert, bei einer aufliegenden Schneedecke um 5 %. (115)
- ▶ Penalvo-Lopez et al (2020) maßen die Kühlenergie, die ein Gründach im Vergleich zu einem herkömmlichen Dach an der mediterranen Küste Spaniens verbraucht. An einem Standard-Sommertag konnten 30 % der Kühlenergie, für einen Wintertag 15 % Heizenergie eingespart werden. (116)
- ▶ Im Winter führen extensive Gründächer zu Energieeinsparung von maximal 8 % auf bereits isolierten Dächern, intensive Gründächer von maximal 10 %. Im Sommer können Gründächer jedoch bis zu 84 % Energie einsparen. Je dicker die Substratschicht, desto größer ist die Dämmleistung (117).

## 2.11 Biomasse

- ◆ Bisher nur Vergleiche (44)
  - Intensivbegrünung mit Sträuchern (Vergleich mit Grünschnitt in Parkanlagen) haben je nach Biomasseaufkommen ein Brennwert von 4 bis 16 MWh/ha a (entspricht 0,4 bis 1,6 kWh/m<sup>2</sup>a)
  - Intensivbegrünung mit Rasen (Vergleich mit Grasschnitt in Parkanlagen) Brennwert ca. 23 MWh/ha a (entspricht 2,3 kWh/m<sup>2</sup>a)
  - Extensive Dachbegrünung (Vergleich mit trockenem Magerrasen) Brennwert ca. 13 MWh/ha a (entspricht 1,3 kWh/m<sup>2</sup>a)

## 2.12 Schutz der Dachhaut

- ◆ Abhängig von der Begrünung werden 40-80 % der Sonneneinstrahlung reflektiert und im Blattwerk absorbiert (50 % Absorption, 30 % Reflexion) (45)
- ◆ Verlängerung der Lebensdauer der Dachabdichtung von 10-20 Jahren (Lebensdauer gewöhnlich 20-30 Jahre); mit einer Lebensdauerverlängerung auf 40 Jahre wird die Lebensdauer einer extensiven Dachbegrünung erreicht, wodurch Austauschzyklen zusammenfallen (46)
- ◆ Der BuGG - Bundesverband GebäudeGrün (2021) fand bei einer Umfrage zusammen mit dem ZVDH – Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks unter Dachdeckern heraus, dass diese die Lebensdauer einer Dachabdichtung bis zur ersten größeren Reparatur sowohl unter einem Gründach als auch unter einem Solar-Gründach mehrheitlich mit über 20 Jahren angaben. Die Lebensdauer einer herkömmlichen Dachabdichtung bis zur ersten größeren Reparatur wurde mehrheitlich mit 16 – 20 Jahren angegeben, die Lebensdauer einer unbegrünten Dachabdichtung mit PV-Anlage nur mit 11-15 Jahren. (118)





## 2.13 Wirtschaftlichkeit

- ◆ Herstellungskosten eines (Grün-)Daches belaufen sich auf etwa 1,3 % der gesamten Baukosten von Gebäuden (47)
- ◆ In mehrgeschossigen Wohngebäuden kann der Kostenanteil des Gründaches sogar bei lediglich 0,4 % der Bauwerkskosten liegen. (4)
- ◆ 5.000 m<sup>2</sup>-Dach mit multifunktionaler Dachbegrünung kann mit Regenwassernutzung und dem Kühlungseffekt bis zu 6.000,- € Stromkosten im Jahr einsparen (13) (48)
- ◆ Teotonio et al. untersuchten die Zahlungsbereitschaft von Bürgern in Bezug auf Gründächer. Die Ergebnisse zeigen eine höhere Zahlungsbereitschaft für begehbare begrünte Dächer. Dazu haben das Wissen um die Vorteile und die Begehrbarkeit einen großen Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft. Der Erholungsnutzen steht für den Einzelnen an erster Stelle noch vor der Ästhetik. (119)

## 2.15 Verwendung von Grauwasser

- ◆ Rund 80 % der untersuchten Pflanzenarten erwiesen sich als tolerant bei der Verwendung von Grauwasser (50)
- ◆ Walker et al. fanden heraus, dass Grauwasser aus Bad und Waschmaschine zur Bewässerung extensiver Dachbegrünungen geeignet sind. Die Qualitätsanforderungen an Gießwasser wurden überwiegend eingehalten. Die Verdunstungsleistung lag bei Grauwassernutzung 10-20 % niedriger im Vergleich zu Leitungswassernutzung. Trotzdem kann der ökologisch weitaus sinnvollere Einsatz von Grauwasser empfohlen werden. (121)

## 2.14 Solargründach

- ◆ In Bezug auf einen Temperatur-Koeffizienten von 0,5 %/°K (Bsp. Kristallin) kann ein Solarmodul über einer Dachbegrünung eine 4 - 5 %-tig höhere Leistung ( $0,5 \text{ %/K} * 8 \text{ K} = 4 \text{ %}$ ) im Vergleich zu einem Bitumendach erzielen (49)
- ◆ Gupta et al. (2017) untersuchten in Singapur die Leistungsverbesserung von PV-Modulen auf Gründächern im Vergleich zu einem Betondach. Die experimentellen Ergebnisse zeigten, dass die Leistungsabgabe eines PV-Gründachsystems um etwa 8,60 % höher sein kann als die einer Referenz-PV-Anlage auf einem nackten Betondach, während die maximale Verbesserung des Wirkungsgrads bis zu 3 % betragen kann. Es wurde festgestellt, dass die Verdunstung eine wichtige Rolle bei der Senkung der Zelltemperatur und der Verbesserung der Leistung an Tagen mit klarem Himmel und relativ hoher und konstanter Sonneneinstrahlung spielt. Allerdings kann die Verdunstungsrate an Tagen mit geringer Einstrahlung schwanken, wodurch die Verbesserung des Wirkungsgrads und der Leistung von PV-Gründachanlagen im Vergleich zu PV-Anlagen auf nackten Betondächern minimal sein kann. (120)
- ◆ Die Verdunstungskühlung der Pflanzen kann das Aufheizen der PV-Module verringern und so eine Steigerung des Energieertrags um etwa 2,6 % bewirken (89)

### 3 Zusammenstellung der positiven Wirkungen von Fassadenbegrünungen



#### 3.1 Oberflächentemperatur

- ▶ Temperaturdifferenz zwischen 2 bis >10.K (51)
- ▶ Oberflächentemperatur Reduktion zwischen 8 und 19 °C (51)
- ▶ Niedrigere Oberflächentemperaturen von bis zu 11,6 °C im Vergleich zu unbegrünter Wand (52)
- ▶ Vergleichsmessung - geringste Temperaturdifferenzen an der Außenseite der Fassade (53)
- ▶ Mazzali et al. (2013) maßen Temperaturunterschiede auf der Fassade und verglichen begrünte und unbegrünte Fassaden. An sonnigen Tagen sind die Temperaturunterschiede zwischen der kahlen und begrünten Wand von einem Minimum von 12 °C bis zu einem Maximum von 20 °C. An bewölkten Tagen verringerten sich die Temperaturunterschiede auf 1 °C bis 2 °C. (124)
- ▶ Hoelscher et al (2016) untersuchten Transpirationsraten (Saftstrom) und Oberflächentemperaturen von begrünten und unbegrünten Wänden sowie von Pflanzenblättern (Temperatursonden) dreier Kletterpflanzen: *Parthenocissus tricuspidata*, *Hedera helix* und *Fallopia baldschuanica*. Darüber hinaus wurden die Lufttemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und die einfallende Wärmestrahlung gemessen, wobei für die Straßenschlucht kein kühlender Effekt festgestellt werden konnte. Die Oberflächentemperaturen der begrünten Außenwände waren bis zu 15,5°C niedriger als die der unbegrünten Wände, während sie bei der Innenwand bis zu 1,7°C betrug (gemessen während der Nacht). Die kühlende Wirkung hing hauptsächlich von der Beschattung ab, während ein geringerer Anteil auf die Transpiration zurückzuführen war. Die Isolierung der direkten Begrünung reduzierte die Strahlung während der Nacht. Sie kamen zu dem Schluss, dass die Begrünung eine wirksame Strategie zur Minderung des Hitzestresses in Innenräumen sein kann, solange die Pflanzen mit bis zu 2,5 l/m<sup>2</sup> pro Tag pro Wandfläche ausreichend bewässert werden. (126)





### 3.2 Verdunstung

- ◀ 10 bis 15 l/m<sup>2</sup>/Tag Verdunstung (Fassade 20 m hoch) mit Kletterpflanzen; Verdunstungskühlung von 280 kWh pro Fassade und Tag (2)
- ◀ Fassadenbegrünungen verdunsten in der Vegetationsperiode zwischen ca. 2–15 l/m<sup>2</sup> am Tag (122).
- ◀ Fassadenbegrünungen verdunsten in der Vegetationsperiode zwischen ca. 2–15 l/m<sup>2</sup> am Tag (122). Diese Kühlleistung führt bei Fassadenbegrünungen zu einer durchschnittlichen Reduktion der Umgebungstemperatur von von 1,37 °C (89)

### 3.3 Luftfeuchte

- ◀ 20-40 % höhere rel. Luftfeuchten im Sommer und 2-8 % im Winter (45)

### 3.4 Wärmeinseleffekt

- ◀ Wandgebundene Begrünung Temperatursenkung gegenüber der Umgebungstemperatur von 1,3 - 3,5 K (an warmen Augusttag) (54)
- ◀ Temperaturreduktion von 1,3 Grad Celsius zu einer unbegrünten Referenzwand bei 60 cm Abstand zum System (52)
- ◀ Bodengebundene Begrünung Senkung von 0,8 Grad Celsius (52)
- ◀ Kühlung um bis zu 5 Grad Celsius an extremen Hitzetagen möglich (55)
- ◀ Fassadenbegrünungen verdunsten in der Vegetationsperiode zwischen ca. 2–15 l/m<sup>2</sup> am Tag (122). Diese Kühlleistung führt bei Fassadenbegrünungen zu einer durchschnittlichen Reduktion der Umgebungstemperatur von von 1,37 °C (89)
- ◀ Simulationen zeigen, dass Fassadenbegrünungen die gefühlte Temperatur in ihrer Umgebung um bis zu 13 °C senken können (123)

## 3.5 Biomasse

- ▶ Bisher nur Vergleiche (44)
- ▶ Bodengebundene Pflanzen (Vergleich mit Erhaltungsschnitt Obstbäume) haben je nach Biomasseaufkommen ein Brennwert von 5 bis 9 MWh/ha a
- ▶ Fassadengebundene Systeme (Vergleich mit trockener Magerrasen) Brennwert ca. 13 MWh/ha a
- ▶ Laubfall Bodengebundene Pflanzen (Berechnungsbeispiel anhand einer Fassadenbegrünung) Brennwert ca. 23 MWh/ha (Magerrasen) Brennwert ca. 13 MWh/ha a



## 3.6 Luftreinigung / Schadstoffbindung

- ▶ 1.000 m<sup>2</sup> große und 20 cm tiefe Wandbegrünung (*Hedera helix* 'Wörner' - Südseite) eine CO<sub>2</sub>-Bindung von ca. 2,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a benannt sowie eine O<sub>2</sub>-Produktion von 1,7 kg O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a (2 t CO<sub>2</sub> im Jahr) (56)
- ▶ NO<sub>2</sub>: Filterleistung 20-30 % (57)
- ▶ Erfassungen von Staubmengen nach einer Vegetationsperiode haben 4 g/m<sup>2</sup> (*Parthenocissus*) bzw. 6 g/m<sup>2</sup> (*Hedera*) ergeben (71.% lungengängige Stoffe und dadurch Entlastung der Zuluft) (58)
- ▶ Sternberg et al (2010) untersuchten mittels Rasterelektronenmikroskopie an Straßen gesammelte Efeublätter. Die Forschungsfrage war, ob Efeu (*Hedera helix* L) Staub und Schadstoffe absorbieren kann, die Zerfallsprozesse an Steinmauern auslösen und die menschliche Gesundheit in städtischen Umgebungen beeinträchtigen können. Die Ergebnisse zeigten, dass Efeu als „Partikelsenke“ insbesondere in stark befahrenen Bereichen fungiert und Feinstaub absorbiert. Er war in der Lage, feine (< 2,5 µm) und ultrafeine (<1 µm) Partikel mit einer Dichte von bis zu 2,9×10<sup>10</sup> pro m<sup>2</sup> zu absorbieren. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Efeu durch die Absorption von Schadstoffpartikeln biologische Zerstörungsprozesse an historischen Mauern verzögern und die durch Fahrzeugschadstoffe verursachten Atemproblemen bei Menschen verringern kann. (128)



- ▶ Feinstaub kleiner 10 µm wird von Fassadenbegrünungen um ca. 42–60 % reduziert (129; 130).
- ▶ Stickoxide werden durch Dachbegrünungen um 29 % und bei Fassadenbegrünungen um 11,7 – 40 % vermindert (89).

## 3.7 Dämmung

- ▶ In Bezug auf den winterlichen Wärmeschutz ergab die Messung einer Fassadenbegrünung mit Efeu einen Temperaturunterschied zwischen Außenblättern und Wandoberfläche von 3 °C (58)
- ▶ Bei einer wandgebundenen Fassadenbegrünung mit linearen Pflanzgefäßen des Magistratgebäudes in Wien konnte im Winter hinter dem System eine bis zu 7 °C höhere Temperatur gemessen werden (59)
- ▶ Bei einer ungedämmten Fassade des benannten MA48 konnte der Wärmefluss um die Hälfte (50 %) reduziert werden (1)
- ▶ Der U-Wert kann bei wandgebundenen Fassadenbegrünungssystemen um ca. 22 % verbessert werden (131).
- ▶ Cameron et al (2015) maßen den Energieverbrauch eines Quaderbauteils, welches mit Wasser gefüllt und dauerhaft auf 16 °C gehalten wurde. Die Bauteile waren mit einem Ziegelmauerwerk umgeben – einige kahl und einige mit Efeu bewachsen. Der Bewuchs mit Efeu führte im ersten Winter zu einer Senkung des Energieverbrauchs um 21 % im Vergleich zu den nackten Quadern. Im zweiten Winter, als die Bepflanzung umfangreicher ausgebildet war, wurde eine durchschnittliche Einsparung von 37 % erzielt. Der Efeubewuchs erhöhte im Winter die Ziegeltemperatur erheblich. Die größten Energieeinsparungen durch die Begrünung traten bei extremen Wetterbedingungen wie Kälte, starkem Wind oder Regen auf. (125)



- ▶ Perez et al (2022) untersuchten die Auswirkungen des Blattflächenindex LAI (auch Blattbedeckung) auf die Energiebilanz am Beispiel einer Doppelwandfassade mit Boston-Efeu-Bewuchs. Der LAI veränderte sich im Laufe von fünf Perioden saisonal, mit einer entsprechend differenzierten Energiebilanz: Frühsommer (LAI von 4,8; 54% Einsparungen bei der Kühlung), Spätsommer (LAI von 4,4; 30% Einsparungen bei der Kühlung), Herbst (LAI von 1,7; 5,4 % Anstieg bei der Heizung), Winter (LAI von 0,9; 5,4 % Anstieg bei der Heizung) und Frühjahr (LAI von 3,6; 11,9 % Anstieg für die Heizung). Der Anstieg des Energieverbrauchs in den kalten Monaten ist auf den Blattverlust der Begrünung zurückzuführen. Weiterhin wurden zwei Effekte identifiziert und charakterisiert: Einmal der Einfluss der Fassadenausrichtung und zweitens ein leichter Isolationseffekt in der Nacht, wobei der grüne Schirm als thermische Barriere gilt. (127)



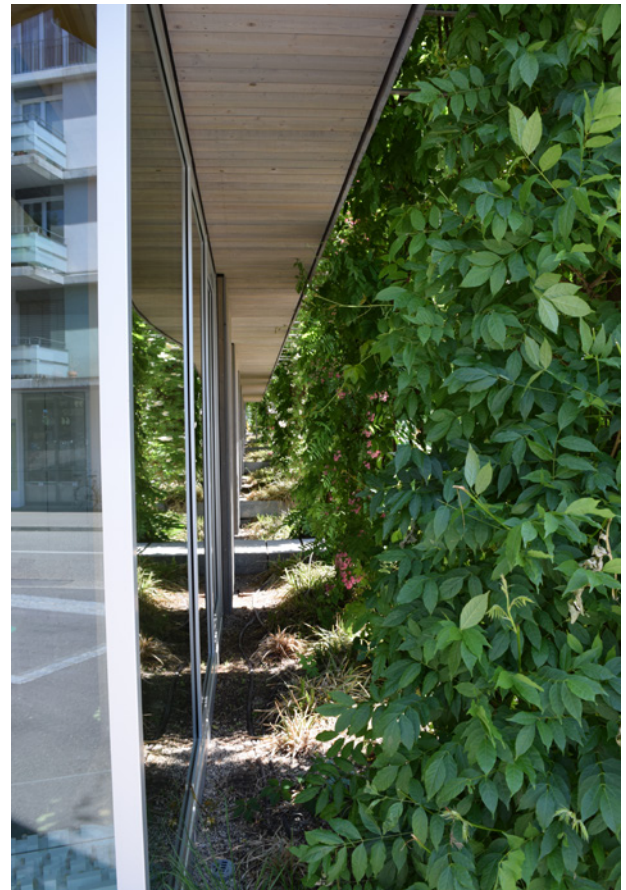
## 3.8 Lärmschutz

- ▶ Schallabsorption durch einen Efeubewuchs von 20 cm Dicke betrug 5 dB (60)
- ▶ Wilder Wein (bg) 1,7 dB wandgebunden 2,7 dB (bei 500-1000 Hz) (61)
- ▶ Wilder Wein (bg) 4 dB (bei 500-1000 Hz) (62)
- ▶ 5 dB bei über 5000 Hertz (61)
- ▶ Wandgebundene Begrünung, abhängig von Hz, Aufbau- und Substratstärke 4-9,9 dB (63)  
wandgebundene Begrünung 5 dB (51)
- ▶ Der Lärm im umgebenden urbanen Raum wird sowohl durch Dachbegrünungen als auch Fassadenbegrünungen um bis zu 10 dB reduziert (je nach Frequenz) (89).



## 3.9 Sonnenschutz / Verschattung / Wirtschaftlichkeit

- ▶ 40 - 80 % der Sonneneinstrahlung werden vom Laubwerk absorbiert bzw. reflektiert (Gerüstkletterpflanze) (45)
- ▶ Verschattungsrate 70 - 95 % durch laubabwerfende Begrünung (2)
- ▶ Bei pflanzlichen Sonnenschutzsystemen eine Kühlkostensparnis von ca. 43 % (64)
- ▶ Abminderungsfaktoren (Sonnenschutz) von Gerüstkletterpflanzen nach DIN 4108, Teil 2 von 0,62 bis 0,3 (65)
- ▶ Einsparung von 26 % an Primärenergie (Heizen & Kühlen) im Vergleich von konventionellem Sonnenschutz an Südfassaden (66)
- ▶ Einsparung von 49 % an Primärenergie (Heizen & Kühlen) im Vergleich zu keinem Sonnenschutz an Südfassaden (66)
- ▶ Fassadenbegrünungen reduzieren die solare Einstrahlung auf die Gebäudehülle um ca. 85 – 100 % (132) und wirken damit einer Aufheizung entgegen.



## 3.10 Biodiversität

- ◆ Fledermausarten; diverse Vogel- und Insektenarten (67)
- ◆ Efeu: (68)
  - 6 Spanner-Arten
  - 2 Tagfalter
  - Schwebfliegen
  - Bienenarten und Wespenarten, die sich Nektar nehmen
  - Pollen wird von Efeu-Seidenspinne, Honigbienen, Wildbienen und Wespenarten genutzt
  - Frucht des Efeus von Rotkehlchen, Garten- und Hausrotschwanz, Amseln, Drosseln und Stare
  - Nistplatz für Amsel, Gelbspötter, Girlitz, Grünfink, Grauschnäpper, Heckenbraunelle, Zaunkönig, Klappergrasmücke und Singdrossel

## 3.11 Akzeptanz

- ◆ Ergebnis 84 % der Bewohner von begrünten Häusern und 68 % der Bewohner von unbegrünten Häusern standen dem Fassadengrün positiv gegenüber (69)
- ◆ Positive Resonanz und große Zustimmung nach Umfrage (70)
- ◆ In dicht bebauten Stadtgebieten, wo natürliche Qualitäten weitgehend fehlen, erreicht Fassadengrün als ein „Stück Naturerinnerung“ besonders hohen Symbolwert (71)
- ◆ Begrünte Fassaden stellen eine Verbindung zur ansonsten in der Stadt eher ausgegrenzten Natur her. Sie fördern ein Naturbewusstsein durch das Sichtbarwerden der Jahreszeiten und die Beobachtung ökologischer Zusammenhänge (72)
- ◆ Begrünte Fassaden bieten durch eine visuell wohltuende Abwechslung eine Orientierungshilfe im häufig gleichförmigen Stadtbild. Das stärkt die Unverwechselbarkeit eines Wohngebietes, wodurch die „lokale Identität“ gestärkt wird (73)



## 4 Zusammenstellung der positiven Wirkungen von Innenraumbegrünungen



### 4.1 Verbesserung der Gesundheit

22

#### Verbesserung der Gesundheit – Komplett

- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung der Beschwerdesymptome um 23 % (Studie 1) (74)
- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung der Beschwerdesymptome um 25 % (Studie 2) (74)
- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung der Beschwerdesymptome um 21 % (Studie 3) (74)
- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich – Senkung der Beschwerdesymptome (75)

#### Verbesserung der Gesundheit – Husten

- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung von Beschwerden um 37 % (Studie 1) (74)
- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung von Beschwerden um 38 % (Studie 2) (74)

#### Verbesserung der Gesundheit – Müdigkeit

- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung von Beschwerden um 30 % (Studie 1) (74)
- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung von Beschwerden um 32 % (Studie 2) (74)

#### Verbesserung der Gesundheit – trockene Haut

- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung von Beschwerden von trockener, gereizter Haut um 23 % (Studie 1) (74)

#### Verbesserung der Gesundheit – Kopfschmerzen

- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - Senkung von Beschwerden von trockener, gereizter Haut um 23 % (Studie 1) (74)

#### Verbesserung der Gesundheit - Verkürzte Regenerationsphase

- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich - kürzere Regenerationsphase nach einem chirurgischen Eingriff (76)

## 4.2 Stressreduzierung

- ▶ Vergleichsmessung - 47 % fühlen sich mit Pflanzen im Raum entspannter (75)

## 4.3 Erhöhung des Wohlbefindens

- ▶ Vergleichsmessung - 93 % (77)
- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich – als Behauptung, ohne genauen Werte (78) (79) (80)
- ▶ 29 % „behaglichere“ Luftfeuchtigkeit bei vertikaler Innenraumbegrünung im Gegensatz zu Raum ohne Begrünung (81)
- ▶ Vorher-Nachher-Vergleich – Senkung der Beschwerdesymptome (75)

## 4.4 Lärmreduktion

- ▶ Nachhallzeit 0,2 Sekunden geringer (77)
- ▶ Äquivalente Schallabsorptionsfläche zum Raumvolumen höher (0,53 im Vergleich zu 0,43 bzw. 0,33) (77)
- ▶ Fassadenbegrünungen erreichen ein Schalldämmmaß im Innenraum von 22 dB (133)



## 4.5 Produktivitätssteigerung

- ▶ 17 % wenn Pflanzen im Büroraum sind (78)
- ▶ 15 % wenn Pflanzen im Büroraum sind (82)
- ▶ Statistisch verlässlicher Wert, dass Pflanzen am Arbeitsplatz einen Einfluss auf die Produktivität haben (83)
- ▶ Steigerung der Motivation um 29 % (77)
- ▶ Raanaas et al (2015) fanden heraus, dass sich die Leistung von Angestellten steigern lässt, wenn sich Zimmerpflanzen im erweiterten Blickfeld befinden. (134)



## 4.6 Konzentrations- steigerung

- ▶ Vergleichsmessung - 35 % Steigerung (Studie 3) (74)
- ▶ Vergleichsmessung - Verbesserung der Reaktionszeit von 12 % (84)

## 4.7 Verringerte Keimbelastung

- ▶ Vergleichsmessung - bis zu 70 % (75)

## 4.8 Verdunstung

- ▶ Untersuchung im Rahmen eines Forschungsprojektes (85)
  - Verdunstung einer vertikalen Begrünung von 50 g/m<sup>2</sup>/h
  - 20 % höhere Luftfeuchte im geschlossenen, begrünten Büroraum gegenüber des unbegrünten Referenzraumes
  - Bei offener Tür etwa 8-14 % höhere Luftfeuchte
- ▶ Vergleichsmessung - Erhöhung der Luftfeuchte um ca. 15 – 20 % (77)





## 5 Quellenhinweise

1. **Scharf, Bernhard, Pitha, Ulrike und Trimmel, H.** Thermal performance of green roofs. Copenhagen : World Green Roof Congress, 2012.
2. **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.** Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Berlin : Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2010.
3. **Köhler, Manfred und Malorny, Winfried.** Wärmeschutz durch extensive Gründächer. Europäischer Sanierungskalender 2009. 2009, S. 195–212.
4. **Sukopp, H. und Wittig, R.** Stadtökologie. Ein Fachbuch für Studium und Praxis. 1993, S. 125 ff.
5. **Pfoser, Nicole, et al.** Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. s.l. : Technische Universität Darmstadt, 2013.
6. **Heusinger, J. und Weber, S.** Untersuchung mikroklimatischer Aspekte von Dachbegrünungen mittels Messung und Modellierung. TU Braunschweig : s.n., 2013.
7. **Köhler, Manfred, Kaiser, Daniel und Wolff, Fiona.** Regenwassermanagement mit bewässerten Gründächern zur Gebäudeklimatisierung sowie zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität. s.l. : Hochschule Neubrandenburg, 2018.
8. **Harlaß, R.** Verdunstung in bebauten Gebieten. s.l. : Universität Dresden, 2008.
9. **Schmidt, M.** Energy saving strategies through the greening of buildings. The example of the Institute of Physics of the Humboldt-University in Berlin- Adlershof, Germany. Rio de Janeiro, Brasil : World Energy and Climate Event, 2003.
10. **Bambach, G.** Feuchtigkeit in Grünen Wänden messen und steuern. Tagungsband 5. FBB-Symposium Fassadenbegrünung. 24. 10 2012.
11. **Christen, A. und Vogt, R.** Energy and radiation balance of a central European city. International Journal of Climatology 24(11). 2004, S. 1395–1421.
12. **Heusinger, Jannik und Weber, Stephan.** Mikrometeorologische Quantifizierung der Energiebilanz, der Verdunstung und des CO<sub>2</sub>-Austausches eines extensiven Gründaches. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2017. 2017, S. 59.
13. **Dörries, J. und Zens, U.** Multifunktionale Dachvegetation. Garten und Landschaft Jg. 113, Nr.10. 2003, S. 22 ff.
14. **Smith, K. und Roebber, P.J.** Green Roof Mitigation Potential for a Proxy Future Climate Scenario in Chicago, Illinois. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 50(3). 2011, S. 507–522.
15. **Ng, E.** A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong. Building and Environment, 47. 2012, S. 256–271.
16. **Rosenzweig, C.** Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces A report to the New York State Energy Research and Development Authority. 2006.
17. **Peng, L.L.H. und Jim, C.Y.** Green-Roof Effects on Neighborhood Microclimate and Human Thermal Sensation. Energies, 6(2). 2013, S. 598–618.
18. **DeNardo, J.C.** Stormwater mitigation and surface temperature reduction by green roofs. Transactions of the ASAE, 48(4). 2005, S. 1491–1496.
19. **Jim, C.Y.** Effect of vegetation biomass structure on thermal performance of tropical green roof. Landscape and Ecological Engineering 8(2). 2011, S. 173–187.

20. **Takebayashi, H. und Moriyama, M.** Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island. *Building and Environment*, 42(8). 2007, S. 2971–2979.
21. **Stifter, R.** Dachgärten - Grüne Insel in der Stadt. Stuttgart : s.n., 1988.
22. **Kolb, W.** Abflussverhältnisse extensiv begrünter Flachdächer. *Zeitschrift für Vegetationstechnik*. 1987, S. 111-115.
23. **Liesecke, H.-J.** Untersuchungen zur Wasserrückhaltung extensiv begrünter Flachdächer. *Zeitschrift für Vegetationstechnik*. 1988, S. 56-66.
24. **Appl, R. und Mann, G.** Gründächer und Dachgärten. [Buchverf.] Manfred Köhler. *Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung*. Köln : s.n., 2012.
25. **Palmaricciotti, Giovanni.** Abbildung von Extremniederschlägen zur Berechnung des Abflussverhaltens von Dachbegrünungen. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2015*. 2015, S. 10-15.
26. **Lösken, Gilbert und Westerholt, Daniel.** Abflussverhalten von Extensivbegrünungen bei 0-Grad-Dächern. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2015*. 2015, S. 16-26.
27. **Mersmann, Marco.** Quantifizierbarkeit der Abkühlungswirkung. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2011*. 2011, S. 46-50.
28. **Mann, Gunter.** Faunistische Untersuchungen von drei Dachbegrünungen in Linz. Dachbegrünungen als ökologische Ausgleichsflächen. *Öko-L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz* 18/3. 1996, S. 5 ff.
29. **Köhler, M. und Ksiazek, K.** Untersuchungen zur Biodiversität begrünte Dächer. 12. Internat. FBB-Gründachsymposium : s.n., 2014.
30. **Brenneisen, Stephan.** Biodiversitätsförderung mit Dachbegrünung - Wie kann die ökologische und naturschutzfachliche Ausgleichs- und Ersatzfunktion optimiert werden? *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2017*. 2017, S. 28.
31. **Hietel, Elke.** Biodiversität begrünter Dächer. Ergebnisse eines Forschungsprojektes der Forschungsinitiative RLP. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2016*. 2016, S. 8.
32. **Hofmann, Michaela.** Wildbienen auf Gründächern - Hoch hinaus. *GebäudeGrün*. 2017, 2, S. 25-29.
33. **Witt, R.** Wildbienen und Wespen auf Gründächern - Ergebnisse einer Studie aus dem Jahr 2015. *Stadt + Grün*. 3/2016, S. 35-40.
34. **Kratschmer, S.-A.** Summen auf den Dächern Wiens. Wildbienen (Apidae) auf begrünten Dachflächen und Möglichkeiten ihrer Förderung. Wien : Masterarbeit im Department Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung (DIB) / Institut für Integrative Naturschutzforschung an der Universität für Bodenkultur, 2015.
35. **Herfort, S., Tschukowa, S. und Ibanez, A.** CO<sub>2</sub>-Bindungsvermögen der für die Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen. Berlin : Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte Humboldt Universität, 2012.
36. **Frahm, J.-P.** Schadstofffilterung auf dem Dach mit Moosen. *Tagungsband 7. Internationales FBB-Gründachsymposium in Ditzingen 2009*. 2009, S. 28-31.
37. **Getter, K., et al.** Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roofs. s.l. : *Environmental Science Technology* 43, 2009. S. 7564-7570.
38. **Yang, J., Yu, Q. und Gong, P.** Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. s.l. : *Atmospheric Environment* 42, 2008. S. 7266-7273.
39. **Gorbachevskaya, Olga und Herfort, Susanne.** Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen. Berlin : Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte Humboldt-Universität, 2013.

- 40. Liesecke und Borgwardt.** Abbau von Luftschadstoffen durch extensive Dachbegrünung. Versuche mit vorkultivierten Vegetationsmatten und granulierten Aktivkohle. Stadt und Grün. 1997, 46.
- 41. Lagström, J.** Do Extensive Green Roofs Reduce Noise? Malmö : s.n., 2004.
- 42.** Numerical evaluation of sound propagating over green roofs. **Van Renterghem, T. und Botteldooren, D.** 2008, Journal of Sound and Vibration 317 (3-5), S. 781-799.
- 43. Connelly, M. und Hodgson, M.** Thermal and Acoustical Performance of Green Roofs. Sound Transmission Loss of Green Roofs. Baltimore : s.n., 2008.
- 44. Hegger, M.** UrbanReNet. Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum. Schlussbericht, Anlage II. 2012.
- 45. Rath, J., Kiessl, K. und Gertis, K.** Auswirkungen von Fassadenbegrünung auf den Wärme- und Feuchtehaushalt von Außenwänden und Schadensrisiko. Stuttgart : s.n., 1988.
- 46. Hämmerle, Fritz.** Kosten und Nutzen von Dachbegrünungen. 2002.
- 47.** Ökonomische Lebenszyklusbetrachtung. **Freie und Hansestadt Hamburg.** 2017, Hamburgs Gründächer - Eine ökonomische Bewertung, S. 16-17.
- 48. Kaiser, M.** Kühlen mit Regenwasser. s.l. : Erneuerbare Energie, Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft, 2008.
- 49. Wölfl, K.** Dachbegrünung erhöht Erträge der Photovoltaik. Versuchsanlage liefert den Beweis. s.l. : ZinCo GmbH, 2011.
- 50. Jauch, Martin.** Aus Grün wird Grau - Bewässerung extensiver Dachbegrünungen mit Grauwasser. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2014. 2014, S. 17-19.
- 51. Pfoser, Nicole.** Fassade und Pflanze - Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. s.l. : Dissertation, TU Darmstadt, 2016.
- 52. N.-H. Wong.** Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. Building and Environment, 45(3). 2010 b, S. 663-672.
- 53. Brandhorst, Jörg.** Grundlagen der Bauphysik begrünter und unbegrünter Wände. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2014. 2014, S. 92-96.
- 54. Pfoser, N.** Schadensvermeidung bei der Anbringung von Fassadenbegrünung. Biotope City – International Journal for City as Nature. 2012.
- 55. Matzinger, Andreas.** Integrierte Maßnahmenplanung unter Berücksichtigung der vielfältigen Potenziale der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2017. 2017, S. 82
- 56. Schröder, F.-G.** Automatisierte, biologische, senkrechte, städtische Fassadenbegrünung mit dekorativen funktionellen Parametern; Abschlussbericht zum Kooperationsprojekt im Rahmen von PRO INNO II. Dresden : Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2009.
- 57. KIT.** „Grüne Wände“ gegen Luftverschmutzung. Anpflanzungen an Straßen reduzieren die Belastungen deutlicher als bislang angenommen. s.l. : Presseinformation Nr. 130, 1e, 21.08.2012, 2012.
- 58. Bartfelder, F. und Köhler, M.** Experimentelle Untersuchungen zur Funktion von Fassadenbegrünungen. Berlin: PhD Technische Universität Berlin, 1987.
- 59. Scharf, B., Pitha, U. und Oberarzbacher, S.** Living Walls - more than scenic beauties. s.l. : IFLA - International Federation of Landscape Architects, Landscapes in Transition, 2012.
- 60. Köhler, M.** Historie und positive Wirkung von Fassadenbegrünungen. Tagungsmappe 1. FBB-Fassadenbegrünungssymposium 2008 in Remscheid. 2008, S. 14 f.

- 61. Feldmann, J., Möser, M. und Volz, R.** Umweltbelastung durch Verkehrsgeräusche sowie Aspekte der Schallausbreitung und Schallabsorption in Straßenschluchten. o.J.
- 62. Buchta, E., Hirsch, K.-. und Buchta, C.** Lärmindernde Wirkung von Bewuchs in Straßenschluchten und Höfen. Bonn : s.n., 1984.
- 63. Wong.** Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. 2010, *Building and Environment*, 45(2), S. 411-420.
- 64. Ottelé, M.** The Green Building Envelope. s.l. : Dissertation Universität Delft, 2011.
- 65. Baumann, R.** Pflanzliche Verschattungselemente an der Gebäudeoberfläche als Maßnahme zur Reduzierung der Strahlungsbelastung unter sommerlichen Bedingungen. Kassel : s.n., 1980.
- 66. Schmidt, Marco.** Fassadenbegrünung zur Primärenergieeinsparung durch Gebäudeverschattung und -kühlung. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2014*. 2014, S. 89-91.
- 67. Köhler, M.** Fassaden- und Dachbegrünung. Stuttgart : s.n., 1993.
- 68. Stocker, Michael.** Zur Biodiversität begrünter Fassaden. Tiere in und an Gebäuden. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung 2016*. 2016, S. 85.
- 69. Schlößer, S.** Zur Akzeptanz von Fassadenbegrünung. Meinungsbild Kölner Bürger - eine Bevölkerungsbefragung. s.l. : PhD Universität Köln, 2003.
- 70. Gunkel, Susanne.** Positive Resonanz kommt von allen Seiten. *Dach+Grün*. 2013, 1, S. 36-40.
- 71. MBW.** Empfehlungen zur Fassadenbegrünung an öffentlichen Bauwerken. Düsseldorf : Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes, 1991.
- 72. Preuss, S., Riedel, U. und Szemeitzke, B.** Fassadenbegrünung als stadtökologische Bewohneraktivität. Bremen : s.n., 1993.
- 73. BfLR.** Lokale Identität und lokale Identifikation. *Information zur Raumentwicklung*. 1987, 3.
- 74. Fjeld, T., et al.** The effect of interior planting on health and discomfort among workers and school children. *Horttechnology* 10(1). 2000, S. 46-52.
- 75. Fjeld, T. und Bonnevie, C.** The effect of plants and artificial daylight in the wellbeing and health of office workers, school children and health care personnel. *Floriade: Plants for People Symposium*. 2002.
- 76. Park, S.H. und Mattson, R.H.** Therapeutic influences of plants. *Hortscience* 44. 2009, S. 102 - 105.
- 77. Kluge, B.M.** BMW-Pilotprojekt: Das grüne Büro. s.l. : Deutsche Gesellschaft für Hydrokultur, 2012.
- 78. Knight, C. und Haslam, S.** The relative merits of lean, enriched and empowered offices. *Journal of Experimental Psychology* Vol. 16. 2010, S. 158 –172.
- 79. Dravigne, A., et al.** The effect of live plants and window. *Hortscience* 43(1). 2008, S. 183-187.
- 80. Banse, B.** Luftreinigung durch Pflanzen - Innenraumbegrünung. Bonn : Zentralverband Gartenbau, 1995.
- 81. Zluwa, Irene, et al.** Vertikale Innenraumbegrünung in Klassenräumen - Ergebnisse zu Systemeignung und Raumklima. *GebäudeGrün*. 2018, Bd. 3, S. 34-38.
- 82. Nieuwenhuis, M., et al.** The relative benefits of green versus lean office space: Three field experiments. *Journal of Experimental Psychology*. 28. 07 2014, S. 199-214.

- 83. Bringslimark, T., Hartig, T. und G.Patil.** Psychological benefits of indoor plants in workspaces: putting experimental results into context. *Hortscience* 42(3). 2007, S. 581-587.
- 84. Lohr, V.I., Pearson-Mins, C.H. und Goodwin, G.K.** Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment. *Environmental Horticulture*. 06 1996, S. 97 - 100.
- 86. Chang, C.Y. und Chen, P.K.** Human respond to window views and indoor plants in the workplace. *Hortscience*. 08 2005, S. 1354-1359.
- 87. Oberzaucher, E. und Grammer, K.** Phytophilia - Plants increase efficiency of cognitive processes. *Homo* 51. 2000, S. 94.
- 85. Bucher, Anette, et al.** Unterstützung der Klimatisierung von energetisch hocheffizienten Gebäuden durch vertikale Innenraumbegrünung. *Jahrbuch Bauwerksbegrünung* 2017. 2017, S. 30.
- 89. Manso, M., Teotónio, I., Silva, C. M., & Cruz, C. O.** (2021). Green roof and green wall benefits and costs: A review of the quantitative evidence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110111. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110111>
- 90. Dong, J., Lin, M., Zuo, J., Lin, T., Liu, J., Sun, C., Luo, J.** (2020): Quantitative study on the cooling effect of green roofs in a high density urban Area - A case study of Xiamen, China. *Journal of Cleaner Production* 255 (2020) 120152. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120152>
- 91. Teemusk A., Mander, Ü.** (2008). Temperature regime of planted roofs compared with conventional roofing systems. *Ecological Engineering* 36, 91-95. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.09.009>
- 92. Solcerova, A., van den Ven, F., Wang, M., Rijdsdijk, m. van de Giesen, N.** (2017). Do green roofs cool the air? *Building and Environment* 111 (2017) 249-255. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.021>
- 93. Baryla, A., Gnatowski, T., Karczmarczyk, A., Szatyłowicz, J.** (2019). Changes in Temperature and Moisture Content of an Extensive-Type Green Roof. *Sustainability* 2019, 11, 2498. <https://doi.org/10.3390/su11092498>
- 94. Richter, M.** (2021). Klimafolgenanpassung durch Dachbegrünung - Quantifizierung des Potenzials durch Vergleich internationaler Studien und Messungen an Hamburger Beispielen. Dissertation. urn:nbn:de:gbv:1373-repos-8242
- 95. Pisello, A. L., Piselli, C., Cotana, F.** (2015). Thermal Physics and energy performance of an innovative green roof system: The Cool-Green Roof. *Solar Energy* 116 (2015) 337-356
- 96. Gößner, D., Mohri, M., Krespach, J. J.** (2021). Evapotranspiration Measurements and Assessment of Driving Factors: A Comparison of Different Green Roof Systems during Summer in Germany. *Land* 2021, 10 (12), 1334. <https://doi.org/10.3390/land10121334>
- 97. Beradi, U.** (2016). The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits. *Energy and Buildings* 121 (2016) 217-229. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.021>
- 98. Catalano, C., Laudicina, V.A., Badalucco, L., Guarino, R.** (2018). Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? *Ecological Engineering* 115 (2018) 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.01.006>
- 99. Köhler, M.; Ksiazek-Mikenas, K.** (2018): Green Roofs as Habitats for Biodiversity. In: Perez, G., u. K. Perini (Hrsg.). *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. 239-249. Elsevier Butterwoth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00022-7>
- 100. Vanstockem, J.; Bastiaens, A.; Helsen, K.; Somers, B.; Hermy, M.,** 2019: Community assembly on extensive green roofs: Effects of dispersal-, abiotic- and biotic filtering on the spontaneous species- and functional diversity. *Journal of Vegetation Science* 30: 1078-1088. <https://doi.org/10.1111/jvs.12789>
- 101. Filazzola, A., Shrestha, N., MacIvor, S.** (2019). The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta-analysis. *J Appl Ecol*. 2019: 1–13. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13475>

- 102. Ksiazek-Mikenas, K.** (2017): The Potential of Green Roofs to Provide Habitat for Native Plant Conservation Dissertation. Bot. Garten Chicago, Chicago.
- 103. Heller, P.** (2020). Heuschreckenerhebungen auf begrünten Dächern in Basel, Zürich und Aarau – Kurzbericht zuhanden der ZHAW Forschungsgruppe Stadtökologie. <https://www.zhaw.ch/storage/lsvm/institute-zentren/iunr/stadtoekologie/heuschrecken-auf-gruendaechern.pdf>
- 104. Maclvor, J. S., & Lundholm, J.** (2011). Insect species composition and diversity on intensive green roofs and adjacent level-ground habitats. *Urban ecosystems*, 14(2), 225-241. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-010-0149-0>
- 105. Kratschmer, S., Kriechbaum, M., & Pachinger, B.** (2018). Buzzing on top: Linking wild bee diversity, abundance and traits with green roof qualities. *Urban Ecosystems*, 1-18. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-017-0726-6>
- 106. Coffman, R. R., & Waite, T.** (2011). Vegetated roofs as reconciled habitats: rapid assays beyond mere species counts. *Urban Habitats*, 6(1).
- 107. Nash, C., Clough, J., Gedge, D., Lindsay, R., Newport, D., Ciupala, M. A., & Connop, S.** (2016). Initial insights on the biodiversity potential of biosolar roofs: a London Olympic Park green roof case study. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 62(1-2), 74- 87. <https://doi.org/10.1080/15659801.2015.1045791>
- 108. Dettmar, J., Drebes, C., Sieber, S.** (2020). Energetische Stadtraumtypen – Strukturelle und energetische Kennwerte von Stadträumen. Stuttgart.
- 109. Brunetti, G., Papagrighiu, I.-A., Simunek, J., Stumpp, C.** (2021). Green Roofs for domestic wastewater treatment: Experimental analysis of nitrogen turnover. *Journal of Hydrology* 603 (2021) 127132. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127132>
- 110. Kuronuma, T., Watanabe, H., Ishihara, T., Kou, D., Touda, K., Ando, M., Shindo, S.** (2018). CO<sub>2</sub> Payoff of Extensiv green Roofs with Different vegetation Species. *Sustainability* 2918, 10, 2256. doi:10.3390/su10072256
- 111. Gorbachevskaya, O., Herfort, S.** (2012): Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen. Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin. [www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/fbbuntersuchungen/F001\\_feinstaubbindung.pdf](http://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/fbbuntersuchungen/F001_feinstaubbindung.pdf), letzter Zugriff 4/2017
- 112. Heusinger, J., Weber, S.** (2017). Extensive green roof CO<sub>2</sub> exchange and its seasonal variation quantified by eddy covariance measurements. *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.052>
- 113. Getter, K. L., Rowe, D. B., Robertson, G. P., Cregg, B. M., Andresen, J. A.** (2009). Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roof. *Environmental Science Technology* 2009, 43, 7564-7570. <https://doi.org/10.1021/es901539x>
- 114. Connelly, M.; Hodgson, M.** (2008). Thermal and Acoustical Performance of Green Roofs. Sound Transmission Loss of Green Roofs. Baltimore, S. 8. [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)
- 115. Zhao, M., Srebric, J., Berghage, R. D., Dressler, K. A.** (2015). Accumulated snow layer influence on the heat transfer process through green roof assemblies. *Building and Environment* 87 (2015) 82-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.018>
- 116. Penalvo-Lopez, e., Carcel-Carrasco, J., Alfonso-Solar, D., Valencia-Salazar, I., Hurtado-Perez** (2020). Study of the Improvement on Energy Efficiency for a Building in the Mediterranean Area by the Installation of a Green Roof System. *Energies* 2020, 13, 1246. doi:10.3390/en13051246
- 117. Zirkelbach, D., & Schafaczek, B.** (2013). Ermittlung von Materialeigenschaften und effektiven Übergangsparametern von Dachbegrünungen zur zuverlässigen Simulation der hygrothermischen Verhältnisse in und unter Gründächern bei beliebigen Nutzungen und unterschiedlichen Standorten. IBP-Bericht HTB-13/2013.

- 118. BuGG – Bundesverband GebäudeGrün** (2021). BuGG-Marktreport GebäudeGrün 2021 – Dach-, Fassaden und Innenraumbegrünung Deutschland. Eigenverlag. ISSN 2750-3763
- 119. Teotonio, I., Oliveira Cruz, C., Matos Silva, C., Morais, J.** (2020). Investing in Sustainable Built Environments: The Willingness to Pay for Green Roofs and Green Walls. *Sustainability* 2020, 12, 3210. doi:10.3390/su12083210
- 120. Gupta, S., Anand, P., Kakkar, S., Sagar, P., Dubey, A.** (2017). Effect of evapotranspiration on performance improvement of photovoltaic-green roof integrated system. *International Journal of Renewable Energy*. Vol. 12, No. 1, January-June 2017
- 121. Walker, R., Schenk, D., Jauch, M., Krummradt, I., Schmitz, H.-J., Iohr, D., Meinken, E.** (2016). Optimierung der Evapotranspirations- und Kühlleistung extensiver Dachbegrünungen durch gezielte Nutzung von Grauwasser. Abschlussbericht über das AZ 28577-23 von der Deutschen Endstiftung Umwelt geförderte Forschungsprojekt. [https://www.dbu.de/projekt\\_28577/\\_db\\_1036.html](https://www.dbu.de/projekt_28577/_db_1036.html)
- 122. Pitha, U. et al** (2012): Grüne Bauweisen für Städte der Zukunft. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt Grün Stadt Klima. Verband für Bauwerksbegrünung, Wien. / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.)
- 123. PROGRENCITY** (2014): Modellierung von Fassadenbegrünungen auf den Außenraum- Vergleich mit einem extremen Szenario. Zugriff am 15.11.2015 unter <http://www.green4cities.com/?p=810&lang=de> Pugh
- 124. Mazzali, U., Peron, F., Romagnoni, P., Pulselli, R. M.** (2013). Experimental investigation on the energy performance of Living Walls in a temperate climate. *Building and Environment* 64 (2013), 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.03.005>
- 125. Cameron, R. W. F., Taylor, J., Emmett, M.** (2015). A Hedera green façade e Energy performance and saving under different maritime-temperate, winter weather conditions. *Building and Environment* 92 (2015), 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.011>
- 126. Hoelscher, M.-T., Nehls, T., Jäniche, B., Wessolek, G.** (2016). Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation. *Energy and Buildings* 114 (2016) 283-290. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.047>
- 127. Perez, G., Goma, J., Chafer, M., Cabeza, L. F.** (2022). Seasonal influence of leaf area index (LAI) on the energy performance of a green façade. *Building and Environment* 207 (2022), 108497. <https://doi.org/10.3390/en13051246>
- 128. Sternberg, T., Viles, H., Cathersides, A., Edwards, M.** (2010). Dust particulate absorption by ivy (*Hedera helix* L) on historic walls in urban environments. *Science of the Total Environment* 409 (2010) 162-168 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.022>
- 129. Pugh, T., MacKenzie, A.R., Whyatt, J.D., Hewitt, C.N.** (2012). Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environ Sci Technol*, 46:7692-9. <https://doi.org/10.1021/es300826w>
- 130. Jayasooriya, V., Ng, A., Muthukumar, S. & Perera, B.** (2017). Green infrastructure practices for improvement of urban air quality. *Urban For Urban Green*, 21, 34-47. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.007>
- 131. ZAE Bayern (Hrsg.).** (2018) Messungen des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) an Vertikobegrünungselementen. 2018 – unveröffentlicht
- 132. Pfoser, N.** (2016). Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Dissertation Technische Universität Darmstadt
- 133. Kloster, N., Malla, F., Lorenz, L.** (2021). Akustische Eigenschaften von vertikalen Begrünungssystemen. *GebäudeGrün*, 3/2020, 32f.

**134. Raanaas, R., Evensen, K. H., Rich, D. Sjostrom, G., Patil, G.** (2011). Benefits of indoor plants on attention capacity in office setting. *Journal of Environmental Psychology* 31 (2011) 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.11.005>

**135. Cirkel, D., Voortman, B., van Veen, T., & Bartholomeus, R.** (2018). Evaporation from (Blue-) Green Roofs: Assessing the Benefits of a Storage and Capillary Irrigation System Based on Measurements and Modeling. *Water*, 10(9), 1253. <https://doi.org/10.3390/w10091253>



## 6 Überblick zur Forschung und Lehre in Deutschland

Die Gebäudebegrünung erhält im Rahmen von Klimaschutz und Klimaanpassung, einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung sowie zur Förderung der biologischen Vielfalt im urbanen Raum eine wachsende Aufmerksamkeit. Bund und Länder fördern vermehrt Forschungsprojekte zur Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung. Die Anzahl deutscher Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die sich an der Forschungsarbeit beteiligen, wächst. Während der Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG) rückblickend im Jahr 2019 Kenntnis über 12 zur Gebäudebegrünung aktive Hochschulen und 5 Forschungseinrichtungen hatte, können nach aktuellem Stand 23 Hochschulen und 15 Forschungseinrichtungen (darunter 15 BuGG-Mitglieder) genannt werden (siehe Abb. 64). In der Tab. 25 werden aktuelle Forschungsvorhaben zur Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung aufgeführt.

Als Querschnittsthematik tangiert Gebäudegrün unterschiedliche Berufsfelder, darunter vor allem Architektur, Landschaftsarchitektur, Bauingenieurwesen sowie Stadt- und Raumplanung. Dementsprechend weit gestreut ist die Hochschullandschaft, die sich mit Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung beschäftigt. Immer mehr Hochschulen und Forschungseinrichtungen integrieren die Gebäudebegrünung in die Lehre. Zahlreiche Anfragen von Studierenden zu Abschlussarbeiten aus verschiedenen Studiengängen erreichen den BuGG jedes Jahr.

Auf der folgenden Seiten werden die Rückmeldungen zur Lehre in den Bereichen Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung aus dem Jahr 2021 zusammengefasst.



Abb. 64: Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Deutschland, die Gebäudebegrünung thematisieren. Quelle BuGG

## BuGG-Tag der Forschung und Lehre Gebäudegrün 2022 in Stuttgart

Am 10.05.2022 fand im Stuttgarter Maritim Hotel der zweite BuGG-Tag der Forschung und Lehre Gebäudegrün statt. Ziel der Präsenz-Veranstaltung war die Vernetzung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, die Vorstellung aktueller Forschungsprojekte, der Erfahrungsaustausch zur Lehre und die Ermittlung von weiterem Forschungsbedarf. Während der erste BuGG-Tag der Forschung und Lehre 2019 in Würzburg als interne Veranstaltung nur für Forschende und Lehrende abgehalten wurde, war die diesjährige Veranstaltung offen für alle BuGG-Mitglieder und Interessierten rund um das Thema Gebäudebegrünung.

Das Programm war in zwei Teile aufgeteilt: Nach einer kurzen Einführung wurden am Vormittag 13 Kurzvorträge zu aktuellen Forschungs- und Förderprojekten von teilnehmenden Hochschulen und Forschungseinrichtungen gehalten. Am Nachmittag gab es die Möglichkeit, an verschiedenen Ständen zwanglos zu netzwerken, sich kennenzulernen und auszutauschen. Über 70 Personen aus Wirtschaft und Wissenschaft nahmen an der Veranstaltung teil. Ziel des BuGG ist es, das Veranstaltungsformat zu verstetigen und einen jährlichen Austausch zur Forschung und Lehre zu ermöglichen.



Abb. 65: Blick in den BuGG-Tag der Forschung und Lehre Gebäudegrün am 10.05.2022 in Stuttgart. Quelle: BuGG

# Bundesverband GebäudeGrün e.V.

## Wir über uns

Obwohl der Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG) erst im Mai 2018 gegründet wurde, blickt er auf eine lange Verbändetradition zurück.

Der Bundesverband GebäudeGrün e.V. ist am 17. Mai 2018 durch die Verschmelzung der etablierten und renommierten Verbände Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) und Deutscher Dachgärtner Verband e.V. (DDV) entstanden.

Durch die Zusammenführung der beiden namhaften Verbände zu einem großen Verband werden Doppelarbeit und Doppelinvestitionen vermieden, Kräfte gebündelt, Erfolgsbausteine und Kompetenzen zusammengeführt und damit die Schlagkraft erhöht. Beide Verbände bündeln im BuGG ihre Kräfte, bringen Stärken, Kontakte und jahrzehntelange Erfahrungen ein - was enorme Vorteile für alle Beteiligten und für die Bearbeitung der Märkte der Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung mit sich bringt.

### Verbandssteckbrief

#### Branchen

Städtebau, Stadtplanung, Stadtökologie, Architektur, Landschaftsarchitektur, Garten- und Landschaftsbau, Dachdeckung

#### Wirkungskreis

Gebäudebegrünung (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung) und deren angrenzenden Bereiche (u. a. Dachabdichtung, Wärmedämmung, Entwässerung, Leckortung, Absturzsicherung), vorrangig in Deutschland.

#### Tätigkeitsziele

- ◆ Öffentlichkeitsarbeit und Schaffung eines Positiv-Image für die Gebäudebegrünung
- ◆ Zentrale Informationsstelle zur Gebäudebegrünung: Fachinformationen, Veranstaltungen, News der Branche, Forschung, Kontakte
- ◆ Netzwerk und Erfahrungsaustausch

**Gründung:** 17.05.2018

**Beschäftigte:** 14

**Mitglieder:** 473

**Sitz:** Berlin

**Geschäftsstelle:** Saarbrücken (Administration)

Der Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG) ist Fachverband und Interessensvertretung gleichermaßen für Unternehmen, Städte, Hochschulen, Organisationen und alle Interessierten rund um die Gebäudebegrünung. Der BuGG ist einer der wenigen Verbände, die sich schwerpunktmäßig und übergreifend mit Gebäudebegrünung, also mit Dach-, Fassaden-, Innenraum- und sonstiger Bauwerksbegrünung beschäftigt.

Der Bundesverband GebäudeGrün e.V. verfolgt stets das übergeordnete Ziel, die Bauwerksbegrünung einem möglichst breiten Publikum nahe zu bringen. Im BuGG bestehen durch die Interessensgemeinschaft Möglichkeiten, die Einzelfirmen nicht zur Verfügung stehen, um auf firmenneutralen Wegen positive Rahmenbedingungen für das Begrünen von Gebäuden und Bauwerken zu schaffen.

Der Bundesverband GebäudeGrün e.V. bezieht seine Aktivitäten auf die folgenden drei Bereiche:

#### Informieren und fortbilden

- ◆ Broschüren, Fachinformationen, Seminare, ...
- ◆ [www.gebaeudegruen.info](http://www.gebaeudegruen.info)

#### Fördern und forschen

- ◆ Unterstützung von Forschungsprojekten (finanziell und aktiv)

#### Vermitteln und vernetzen

- ◆ „Netzwerkmanager“ für Städte und Hochschulen, Zusammenbringen von Industrie, Planenden und Städten
- ◆ Mitglieder: u. a. Industrie (rund um Dach, Fassade, Innenraum), Planende, Ausführende, Städte, Hochschulen



Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG)  
Albrechtstraße 13  
10117 Berlin  
Tel. +49 30 40054102  
Fax +49 681 9880572  
E-Mail: [info@bugg.de](mailto:info@bugg.de)  
[www.gebaeudegruen.info](http://www.gebaeudegruen.info)