

**W
BI**

Gebäudebegrünung in Bielefeld

A photograph of a modern building with a green facade and roof. The building has multiple floors with large windows and a dark grey facade. The roof is covered in green plants. The building is surrounded by trees and a gravel area in the foreground. The sky is blue.

Förderprogramm
zur Dach- und
Fassadenbegrünung

Impressum

Die vorliegende Broschüre wurde im Auftrag des
Umweltamtes der Stadt Bielefeld erstellt:



Bundesverband GebäudeGrün e.V.
Albrechtstraße 13
10117 Berlin

Verfasst von:

Dr. Gunter Mann
Felix Mollenhauer
Rebecca Gohlke

Konzeption:

Rebecca Gohlke

Bielefeld, der 09.07.2021

Impressum

Herausgegeben von



Verantwortlich:

Tanja Möller

Redaktion:

Lisa Rüdiger

Inhaltsverzeichnis

1	Basiswissen zur Dachbegrünung	4
1.1	Positive Effekte von Dachbegrünungen	4
1.2	Dachbegrünungsformen	6
1.3	Übersichtstabelle: Dachbegrünungsformen, deren Kostenrichtwerte und Einsatzbereiche	17
1.4	Planungsgrundlagen Bau- und Vegetationstechnik	24
1.5	Instandhaltung (Pflege und Wartung)	29
2	Basiswissen zur Fassadenbegrünung	31
2.1	Positive Effekte von Fassadenbegrünungen	31
2.2	Fassadenbegrünungsformen	33
2.3	Übersichtstabelle: Fassadenbegrünungsformen, deren Kostenrichtwerte und Einsatzbereiche	38
2.4	Planungsgrundlagen Bau- und Vegetationstechnik	41
2.5	Instandhaltung (Pflege und Wartung)	47
3	Nachhaltigkeit bei Dach- und Fassadenbegrünungen	48
4	Hemmnisse und Vorurteile bei der Umsetzung von Dach- und Fassadenbegrünungen	55
5	Anwendungsfälle der Dach- und Fassadenbegrünung	59

1 Basiswissen zur Dachbegrünung

1.1 Positive Effekte von Dachbegrünungen

Dachbegrünungen vereinen eine Vielzahl an positiven Effekten. Die wichtigsten Wirkungen werden nachfolgend kurz erläutert. Es gilt zu beachten, dass die bisherigen Untersuchungen noch nicht vermitteln können, welche Mindestgrößen für die Begrünung notwendig sind, damit ein gesamtstädtischer positiver Effekt entsteht. Ab einer Dachgröße von 18 – 20 m² ist es jedoch sinnvoll, Flachdächer zu begrünen, denn jedes begrünte Dach leistet einen Beitrag für ein angenehmeres Stadtklima.

Verbesserung des Stadtklimas

Die Verdunstungskühlung der Dachbegrünung bewirkt eine Abkühlung innerhalb der städtischen Wärmeinseln. Mithilfe von Gründachern kann die Lufttemperatur in der Umgebung um bis zu 1,5° heruntergekühlt werden (Heusinger 2013). Zudem sorgen sie durch Ihre CO₂-Bindung (800 g/m²) und Schadstoffbindung (10 g/m²/Jahr) für eine saubere Luft im Dachumfeld (Herfort et al 2012; Gorbachevs-kaya & Herfort 2013).

Förderung der Biodiversität und Artenschutz

Gründächer können je nach Lage, Höhe und Ausführung und Instandhaltung die Biodiversität in der Stadt deutlich erhöhen. Auf Dachbegrünungen sind je nach Ausdehnung eine große Vielfalt an Pflanzenarten möglich. Mit diesen können vor allem Insekten, wie beispielsweise verschiedene Bienen- und Schmetterlingsarten, angelockt werden. Mit der zielgerichteten, besonderen Lösung „Biodiversitäts Gründach“ wird dieser Effekt durch die Integration verschiedener Biodiversitätsbausteine noch gesteigert (vgl. Kapitel 1.2).

Nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung

Die Dachbegrünung kann je nach Ausführung sehr viel Regenwasser zurückhalten, das dann zur Verdunstung zur Verfügung steht oder zeitverzögert wieder abgeleitet wird. Extensivbegrünungen sind in der Lage zwischen 60 und 90 % des Gesamtniederschlags im Jahr aufzunehmen (Köhler et al 2018; Kolb 1987). Intensivbegrünungen speichern bis zu 99 % des Niederschlagswassers (Appl & Mann 2012). So können sie besonders bei Starkregenereignissen wirksam sein und vor einer Überlastung der Kanalisation schützen. Die Maßnahmen, die zur nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung beitragen, können innerhalb der Abwassersatzung für eine Gebührenreduktion der Niederschlagswasserbeseitigung genutzt werden. Für Bielefeld wird die Gebühr um 30 % durch Dachbegrünungsflächen reduziert. Bei einer aktuellen Niederschlagsabwassergebühr in Bielefeld von 1,06 €/m² (Stand 08.02.2021) können so 0,32 €/m² eingespart werden.

Zusätzliche Nutz- und Freizeitflächen

Insbesondere die Intensivbegrünung (Dachgarten) bildet mit Blick auf die Nachverdichtung der Städte und dem steigenden Verlust an innerstädtischen Frei- und Grünflächen ein großes Potenzial als Erholungs- und Freizeitfläche. Sie kommt dem ebenerdigen Garten sehr nahe und kann auch als Spiel- und Sportplatzfläche oder zur gärtnerischen Betätigung genutzt werden.

Lärminderung

Die Lärminderung ist ein weiteres Argument für die Dachbegrünung. Je größer dabei der Schichtaufbau der Begrünung ist, umso höher ist auch die Reduzierung des Lärms. Bei 750 Hertz kann für ein extensives Gründach mit nur 7 cm eine Reduktion von etwa 20 Dezibel im Innenraum angenommen werden (Connelly & Hodgson 2008).

Energieeinsparung

Untersuchungen ergaben, dass ein extensives Gründach mit einer Substratschicht von 10 cm eine typische Dämmung (WLG 040) von etwa 1 cm Stärke ersetzen kann (Köhler & Malorny 2009). Bei einer durchgehend gleichhohen Dachbegrünung ist die Größe der Dachfläche unerheblich. Diese zusätzliche Dämmwirkung der Dachbegrünung kann im Winter dazu führen, dass Heizenergie gespart wird. Im Sommer können aufgrund des kühlenden Effektes seltener die Klimaanlage genutzt werden. Pfoser et al. errechneten 2013 eine Einsparung von 0,04 €/m²/a für Heizkosten und 0,06 €/m²/a für Klimatisierungskosten durch ein extensives Gründach mit 10 cm Substrat. Werden Dachbegrünungen mit Solaranlagen kombiniert sorgt die Verdunstungskühlung der Vegetation dafür, dass die Solarmodule gewissermaßen gekühlt werden. Dadurch können sie mehr Leistung erzielen. Untersuchungen konnten belegen, dass ein zusätzlicher Gewinn von etwa 1 – 4 % bei einem Solar-Gründach erreicht wird (Mann & Mollenhauer 2020).

Schutz der Gebäudehülle

Die Dachbegrünung schützt die Dachabdichtung vor extremen Witterungseinflüssen, wie Hagel, Starkniederschlägen und Stürmen, sowie thermischer Belastung und einer starken UV-Strahlung. Gegenüber konventionellen, unbegrüntem Dächern, welche nach etwa 20 bis 30 Jahren einer Sanierung bedürfen, gibt es noch keinen festgelegten Zeitpunkt, wann die Dachabdichtung auch unter einer Dachbegrünung erneuert werden muss. Fakt ist, dass die Haltbarkeit der Abdichtung durch die Dachbegrünung deutlich verlängert wird. Und eine fachgerechte Pflege des Gründaches kann die Sanierung der Dachabdichtung noch weiter nach hinten verschieben.

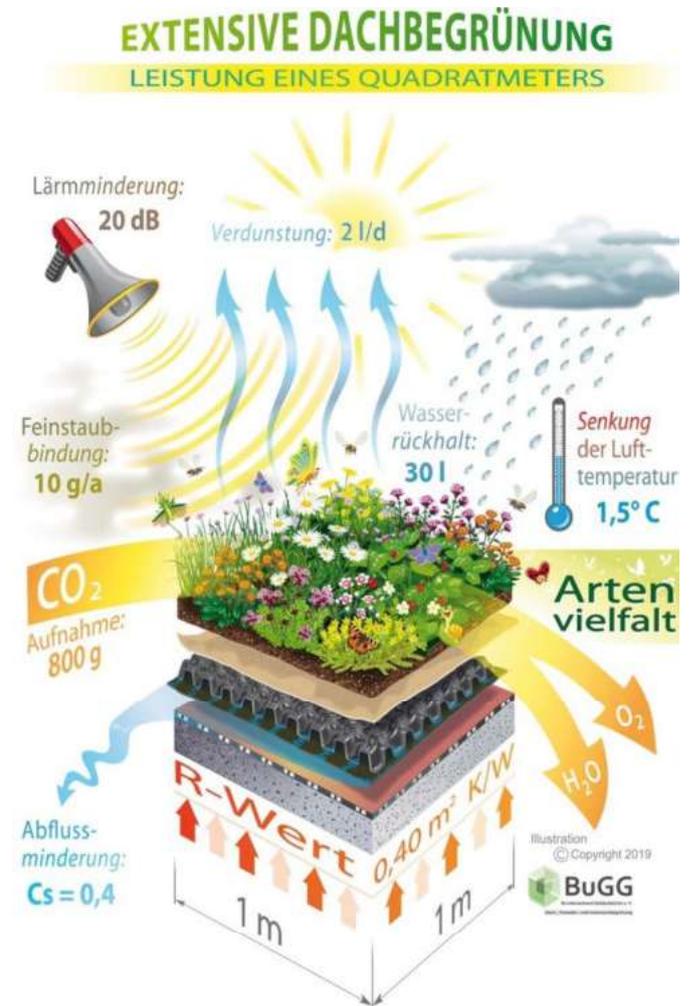


Abb. 1 Extensive Dachbegrünung – Leistung eines Quadratmeters (BuGG)

Gestaltungselement und Wohnumfeldaufwertung

Gebäudebegrünungen werten das Wohnumfeld auf, sorgen für Gemeinschaftsbildung und Mieterzufriedenheit, sie steigern nicht zuletzt die Lebensbedingungen in immer dichter besiedelten Städten. Sie können auch als Gestaltungselement dienen, wenn das Gründach beispielsweise von umliegenden Orten einsichtig ist. Dies steigert wiederum die Aufenthaltsqualität auf dem Dach und auch in der Umgebung. Die gestalterischen Möglichkeiten auf einem Gründach sind, solange die statischen Voraussetzungen vorliegen, der mit ebener Erde gleichzusetzen.



1.2 Dachbegrünungsformen

Nachfolgend wird der Gründachschichtenaufbau kurz erläutert und anschließend die verschiedenen Lösungen von Dachbegrünungsformen mit ihren Besonderheiten beschrieben. Die Tabellen 2 – 10 in Kapitel 1.3 vermitteln darüber hinaus deren Wirkungen, Einsatzbereiche und Kostenrichtwerte und stellen damit einen Vergleich zwischen den Dachbegrünungsformen her.

Allgemeiner Gründachschichtenaufbau

Dachbegrünungen werden in einschichtiger oder mehrschichtiger Bauweise umgesetzt. Der etablierte Aufbau ist dabei Letzterer, der Mehrschichtenaufbau. Während alle Schichten innerhalb des einschichtigen Aufbaus zusammengefasst werden, bilden sich bei der mehrschichtigen Bauweise die Funktionen „Drainage“ und „Vegetationstragschicht“ als zwei durch ein Filtervlies getrennte Schichten aus. Somit sind effektivere Möglichkeiten bei der Wasserspeicherung und Ableitung gegeben. Die Dränageschicht

kann dann sowohl als Schüttgut oder Festkörperdrainage eingebaut werden. Mit dem mehrschichtigen Aufbau lassen sich extensive und intensive Dachbegrünungen bis zu einer Aufbauhöhe von etwa 35 cm realisieren. Für Substratstärken, die darüber hinausgehen (z.B. bei Tiefgaragendächern) ist ein weiteres Untersubstrat notwendig, welches keine organischen Anteile beinhaltet.

Klassische Lösungen

Dachbegrünungen lassen sich in zwei klassische Arten unterteilen, in die Extensivbegrünung und in die Intensivbegrünung. Das resultiert maßgebend daraus, dass extensive Begrünungen nicht direkt für den Menschen nutzbare Flächen sind und intensive Begrünungen wiederum einen begeh- und nutzbaren Raum auf dem Dach schaffen. Beide Begrünungsformen haben wiederum verschiedene Unterkategorien, die je nach Begrünungsziel angewendet werden.

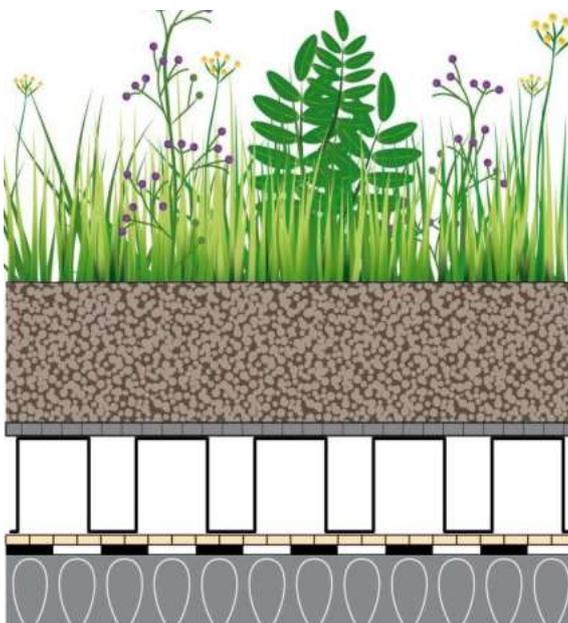


Abb. 2
Mehrschichtiger
Gründachaufbau (BuGG)

- ➊ Vegetation
- ➋ Vegetationstragschicht zur Verwurzelung der Pflanzen (Mehrschichtsubstrat)
- ➌ Filterschicht zur Verhinderung des Einschlämmens von Feinanteilen
- ➍ Dränageschicht zur Speicherung und Ableitung des Niederschlagswassers
- ➎ Lage zum Schutz der Dachabdichtung vor mechan. Beschädigung
- ➏ Wurzelfeste Dachabdichtung/Wurzelschutzbahn
- ➐ Geeignete Dachunterkonstruktion mit ausreichender Tragfähigkeit



Abb. 3
Einschichtiger
Gründachaufbau (BuGG)

- ❶ Vegetation
- ❷ Vegetationstragschicht zur Verwurzelung der Pflanzen (Einschichtsubstrat)
- ❸ Lage zum Schutz der Dachabdichtung vor mechan. Beschädigung
- ❹ Wurzelfeste Dachabdichtung/Wurzelschutzbahn
- ❺ Geeignete Dachunterkonstruktion mit ausreichender Tragfähigkeit

Extensivbegrünung

Die einfachste und bekannteste Form der Dachbegrünung ist die Extensivbegrünung. Sie ähnelt von ihrem Erscheinungsbild natürlichen, ungenutzten Freiflächen. Diese Dachbegrünungsvariante zielt darauf ab, verlorene Fläche am gewachsenen Boden auf dem Dach zum Teil zu kompensieren.

Extensivbegrünungen können einschichtig oder mehrschichtig ausgeführt werden und lassen sich sowohl auf flachen Dächern ab 0° bis zu Steildächern mit 45° Neigung umsetzen. Letztere benötigen jedoch zusätzliche Sicherungssysteme gegen Abrutschen.

Die Schichtstärken sind vergleichsweise niedrig gehalten und liegen je nach Begrünungsziel und vorhandenen statischen Bedingungen zwischen 6 bis 18 cm. Je höher die Vegetationstragschicht ausgebildet wird,

desto größer ist zwar das Gewicht des Gründachaufbaus, allerdings wird damit auch ein höheres Retentionsvolumen und eine größere Pflanzenvielfalt geboten.

Zumeist werden bei Extensivbegrünungen niedrigwüchsige, trockenresistente Pflanzen verwendet, die sich auch ohne intensivere Pflege sehr gut selbst erhalten können. Man unterscheidet dabei folgende Vegetationsformen, die je nach Anwendungsfall verschiedene Kriterien mit sich bringen (vgl. Tabellen 1 und 2):

- Sedum-Moos-Vegetation
- Sedum-Moos-Kräuter-Vegetation
- Sedum-Kräuter-Vegetation
- Kräuter-Gräser-Sedum-Vegetation
- Gräser-Kräuter-Vegetation

(Fotos siehe S. 8)

Tab. 1 Vegetationsformen der Extensivbegrünung (BuGG)

Höhe Gründachaufbau ¹	Vegetationsform ²	Wuchshöhe ³	Pflegeaufwand	Gewicht (max.) ⁴	Gewicht (trocken) ⁵
5 – 6	Sedum-Moos	5 – 10 cm	Gering bis mittel	30 – 60 kg/m ²	18 – 36 kg/m ²
7 – 9 cm	Sedum-Moos-Kräuter	5 – 20 cm	Gering	80 – 100 kg/m ²	48 – 60 kg/m ²
9 – 11 cm	Sedum-Kräuter	5 – 25 cm	Gering bis mittel	100 – 120 kg/m ²	60 – 72 kg/m ²
11 – 15 cm	Kräuter-Gräser-Sedum	5 – 35 cm	Mittel bis hoch	120 – 180 kg/m ²	72 – 108 kg/m ²
15 – 18 cm	Gräser-Kräuter	10 – 50 cm	hoch	180 – 220 kg/m ²	108 – 132 kg/m ²

Die Tabelle dient als Orientierungshilfe und muss objektbezogen überprüft werden.

- 1 Gesamtaufbau ein- oder mehrschichtig
- 2 Abhängig von Aufbauhöhe und Niederschlagsregion

3 Maximale Wuchshöhe der verschiedenen Arten, abhängig von der Pflanzenauswahl

4 Gesamtaufbau mit Vegetation im wassergesättigten Zustand. Abhängig vom Substrat.

5 Gesamtaufbau im trockenen Zustand (ca. 60 % vom Maximalgewicht). Abhängig vom Substrat.

Intensivbegrünung

Anders als bei extensiven Begrünungen ist die Absicht bei Intensivbegrünungen (Dachgärten) eine Nutzung der Dachfläche für den Menschen zu schaffen. Je nach Nutzungsziel werden dafür verschiedene Begrünungsvarianten eingesetzt.

Typische Intensivbegrünung (Dachgarten)

Unter einer intensiven Dachbegrünung versteht sich immer eine Form der Nutzung. Treffend ist der Begriff „Dachgarten“. Entsprechend der Ausbildungsform, d.h. der Höhe der Vegetationstragschicht, können mehrjährigen Stauden, Gehölze oder Bäumen gepflanzt werden. Die Schichtstärke beginnt bei etwa 25 cm und kann bis zu 100 cm betragen. Demnach sind intensive Dachbegrünungen in der Regel auf Flachdächern und Tiefgaragen (bei Dachneigungen von 0 - 3°) möglich.

Sie werden häufig als Nutzfläche und Wohnraum des Menschen eingesetzt und unterliegen damit hohen Anforderungen an die Bau- und Vegetationstechnik. Gibt es die Statik her, sind die Gestaltungs- und Nutzungsmöglichkeiten jedoch nahezu unbegrenzt. Auch Verkehrsflächen in Form von Wegen, Terrassen bis hin zu Fahrbelägen sind in Kombination mit Intensivbegrünungen umsetzbar.

Rasendach

Ziel eines Rasendaches ist die Generierung einer Fläche für Spiel- und Sportplatzmöglichkeiten. Aus diesem Grunde handelt es sich auch um eine Art der intensiven Dachbegrünung. Damit sich eine Rasenfläche ausbilden kann sind etwa 20-30 cm eines speziellen Dachsubstrates notwendig. Je nach vorgesehener Nutzung der Rasenflächen sind nun beispielsweise die Regel-Saatgut-Mischungen „Gebrauchsrassen-Trockenlagen“, „Gebrauchsrassen Spielrasen“ oder „Parkplatzrasen“ nach den den FLL-„Regel-Saatgut-Mischungen Rasen – RSM Rasen“ einzubringen.

Um die dauerhafte Wasserversorgung sicherzustellen, muss eine fest installierte Bewässerungseinrichtung eingebaut werden.

Tiefgaragenbegrünung

Tiefgaragendächer können oft mit ebenerdigen Gärten gleichgesetzt werden. Gewünscht sind meist stark nutzbare Flächen, die als Ausgleich der versiegelten Fläche dienen. Die Vegetationstragschicht wird daher meist sehr stark ausgebracht, womit eine hohe Pflanzenvielfalt möglich wird. Ab einer Substratstärke von 35 cm wird ein weiteres mineralisches Untersubstrat notwendig. Die Statik gibt es meistens her, dass Tiefgaragendächer auch als Verkehrsfläche für Fahrzeuge fundieren können. Für Große Sträucher und kleine Bäume sind Schichtstärken zwischen 60 und 100 cm notwendig. Hohe Bäume benötigen etwa eine Durchwurzelungsschicht von 150 - 200 cm. Um dies zu gewährleisten können für die Bäume Pflanzgruben oder Pflanzringe geschaffen werden.

(Fotos siehe S. 10)

Zielgerichtete, besondere Lösungen

Unter zielgerichteten, besonderen Lösungen werden Dachbegrünungen verstanden, die bestimmte Funktionen erfüllen sollen, die über eine standartmäßige Nutzung der Dachbegrünung hinausgehen.

Steildachbegrünung

Steildächer können durch erfahrene Fachbetriebe bis etwa 45° Dachneigung begrünt werden, sind jedoch eine besondere Herausforderung und kostenaufwändiger als Flachdach- und Schrägdachbegrünungen. Nach den FLL-Richtlinien sind bei einer Dachneigung von über 10 – 15° konstruktive Maßnahmen zur Schub-sicherung vorzunehmen, um zu verhindern, dass der Gründachaufbau ins Rutschen kommt. Wichtig dabei ist die Verwendung bewährter, verwitterungsbeständiger und statisch belastbarer Schubsicherungssysteme. Holzkonstruktionen sind ungeeignet, da sie früher oder später verwittern. Oftmals werden Kunststoffelemente verwendet, die unterseitig Hohlräume zur Wasserableitung und oberseitig Mulden haben, die das Substrat aufnehmen und eine gute Verzahnung und damit Schubsicherung darstellen.

Die komplette Schublast des Begrünungsaufbaus wird hierbei allerdings auf den Traufbalken abgeleitet, was bei dessen Dimensionierung im Vorfeld zu beachten ist. Die Vegetationsaufbringung erfolgt durch vorkonfektionierte Vegetationsmatten.

Bei Schrägdächern können sich an einem Objekt je nach Gebäudelage und Dachexposition unterschiedliche Vegetationsformen ausbilden. Ggf. kann in niederschlagsarmen Regionen bei dünn-schichtigen Steildachbegrünungen eine automatische Bewässerung notwendig sein.



Abb. 12 Schnitt Steildachbegrünung mit Rutschsicherung (BuGG)



Abb. 13 Steildachbegrünung (BuGG)

Solar-Gründach

Ein Solar-Gründach vereint die Photovoltaik oder Solarthermie mit der Dachbegrünung, sodass beide Systeme eine Fläche in Anspruch nehmen und nicht mehr separiert gebaut werden müssen. Zudem sorgt die Dachbegrünung durch die Verdunstungskühlung dafür, dass die darüberliegenden Solar-Module gewissermaßen abgekühlt werden können die Leistungsfähigkeit der Solaranlage gesteigert werden. Im Idealfall sollte auf Solar-Gründachsysteme zurückgegriffen werden, bei denen das Gewicht des Gründachaufbaus die Solaraufständerung standsicher hält. Damit können Dachdurchdringungen, d. h. potenzielle Schadfaktoren, umgangen werden. Lediglich die Abstände zwischen den Modulreihen müssen bei diesem System objektbezogen etwas auseinandergezogen werden, um vor allem eine fachgerechte Pflege zu gewährleisten. Zudem dürfen die Pflanzen nicht zur Verschattung der Solar-Module führen. Daher wird neben einer niedrigwüchsigen Vegetation ein Abstand zwischen der Substratoberfläche und den Modulen von etwa 20 – 30 cm benötigt. Der Standardaufbau wird gleichmäßig mit ca. 8 – 10 cm Substrat ausgeführt. Alternativ wird die Einbauhöhe wellenförmig mit 6 – 15 cm so modelliert, dass vor den Solar-Modulen weniger Substrat liegt, als unter den Modulen.

Zur Bemessung der Statik muss neben des gewählten Gründachaufbaus noch die Last der Solaranlage von 20 – 60 kg/m² mit einberechnet werden.

Die Erfolgsfaktoren für ein Solar-Gründach sind:

- die Vermeidung der Verschattung der Solar-Modul
- die Ausrichtung der Module und Modulreihen so, dass eine Instandhaltung gut möglich ist
- eine regelmäßige, fachgerechte Instandhaltung (Pflege und Wartung)
- eine frühzeitige Kommunikation und Abstimmung der beteiligten Gewerke und
- die bevorzugte Verwendung auflastgehaltener Systeme (0 – 5° Dachneigung), um Dachdurchdringungen zu vermeiden

Die Vermeidung von Verschattungen der Module durch Pflanzenaufwuchs wird erreicht durch:

- einen ausreichend großen Abstand zwischen Substratoberfläche und Modulunterkante von mindestens 20 – 30 cm
- die Verwendung geeigneter Pflanzen mit niedrigem Wuchs und dichtem Flächenschluss und
- wenn möglich einer geringen Substrathöhe (von etwa 5 – 8 cm) vor den Solar-Modulen, um höherwüchsige Arten auszuschließen

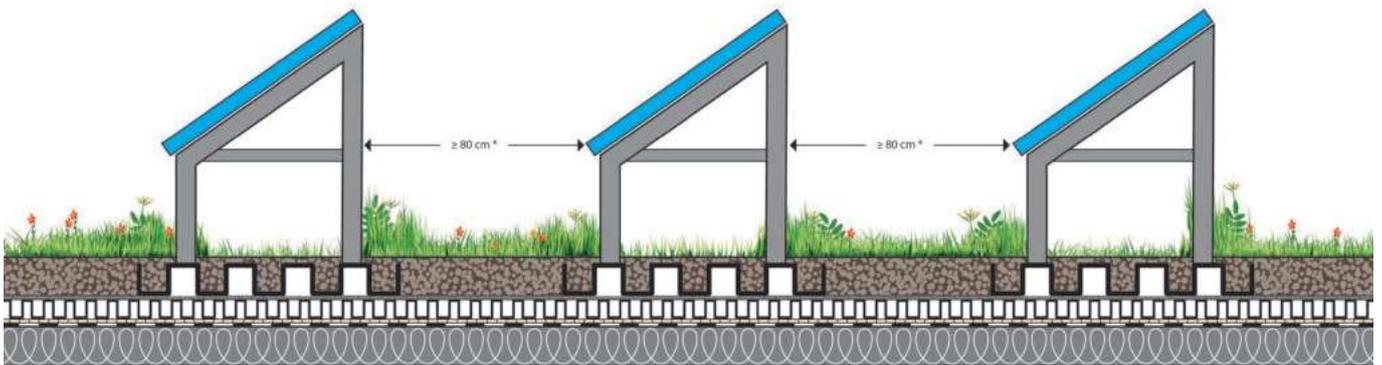


Abb. 14 Solar-Gründach mit Süd-Ausrichtung (BuGG)

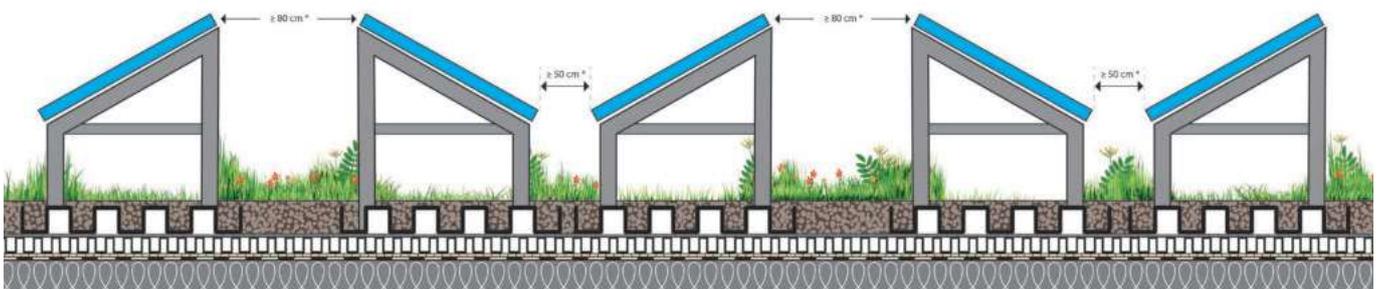
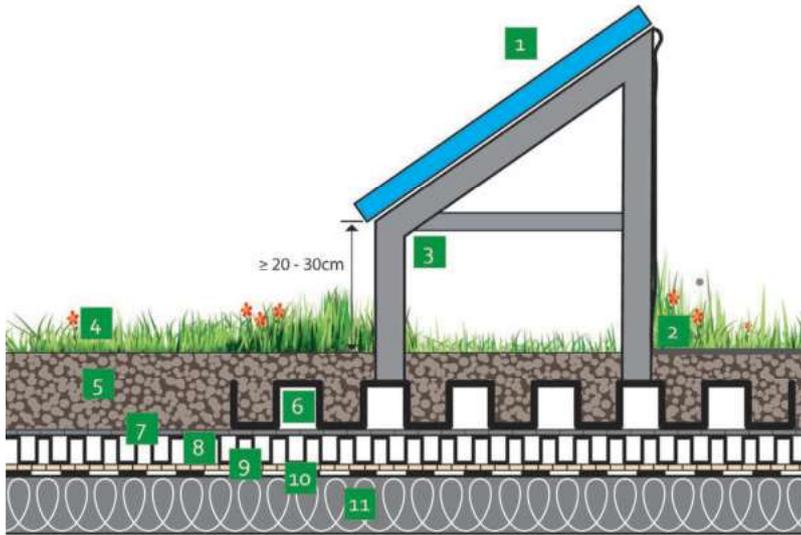


Abb. 15 Solar-Gründach mit Ost-West-Ausrichtung (BuGG)



- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Solarmodul | 7 | Filtervlies |
| 2 | Elektroleitung und Kabelkanal | 8 | Dränageelement
(optional, systemabhängig) |
| 3 | Modul-Montagesystem mit
Modultragschienen | 9 | Schutzvlies |
| 4 | Vegetation | 10 | Wurzelfeste Dachabdichtung |
| 5 | Substrat | 11 | Geeignete Unterkonstruktion |
| 6 | Basisplatte | | |

Abb. 16 Schnitt eines auflastgehaltenen Solar-Gründach-Aufbaus (BuGG)



Abb. 17 Solar-Gründach (BuGG)

Biodiversitäts Gründach

Ziel dieser Gründachsonderlösung ist die Steigerung der Biodiversität, zunächst auf dem Dach und bei großflächiger Anlage innerhalb der ganzen Stadt. Dies geschieht vor allem durch eine hohe Struktur- und Pflanzenartenvielfalt. Dadurch sollen auch mehr Lebensräume für Insekten und Bodentiere geboten werden. Typische Biodiversitätsdächer sind als erweiterte extensive Dachbegrünungen mit partieller Anordnung verschiedener Biodiversitätsbausteine zu verstehen. Das sind beispielsweise Substratanhügelungen auf bis zu 30 cm Höhe mit Sträuchern als Rückzugsbereiche, Totholz als Nisthilfen, Steine als Verstecke, Sandlinsen als Mikrohabitate oder Wasserflächen als Vogel- und Insektentränke. Die typische Schichtstärke eines Biodiversitätsdaches sind 10 – 15 cm. Um die dauerhafte Funktion der Begrünung zu gewährleisten ist eine fachgerechte Pflege unbedingt notwendig. In erster Linie soll die biologische Vielfalt erhalten und gefördert werden. Insbesondere invasive Arten sollten daher entfernt werden. Bei der Planung ist primär die Verwehssicherheit am Standort zu beachten. Sind die Windkräfte zu hoch, sollten nur Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität getroffen werden, die nicht verweht werden können.



Abb. 18 Schnitt Biodiversitäts Gründach (BuGG)



Abb. 19 Biodiversitäts Gründach (BuGG)

Retentionsgründach

Bei einem begrünten Retentionsdach wird innerhalb der Dränageschicht ein extra hoher temporärer oder dauerhafter Wasseranstau geschaffen. Dadurch wird das so schon enorme Rückhaltevolumen einer Dachbegrünung nochmals mit bis zu 140 l/m² gesteigert. Somit können bis zu 99 % des Niederschlagswasser zurückgehalten werden. Das Wasser wird dann einerseits in der Vegetationstragschicht und zusätzlich in der Retentionsschicht gespeichert und steht damit den Pflanzen zur Verdunstung zu Verfügung. Und das alles unabhängig davon, ob es sich um eine extensive oder intensive Dachbegrünungen handelt. Über ein Anstaelement, die sogenannte Drossel, lässt sich die maximale Abflusspende einstellen und das Wasser gedrosselt über mehrere Stunden und Tage ableiten. Eine der Herausforderungen stellt dabei die Berechnung des Abflussverhaltens des Begrünungsaufbaus und dessen Abflussbeiwerts unter Berücksichtigung der örtlichen Niederschläge dar. Weitere Planungskriterien die an diesen Gründachtyp gestellt werden sind ein gefälleloses Dach und die höheren statischen Erfordernisse.

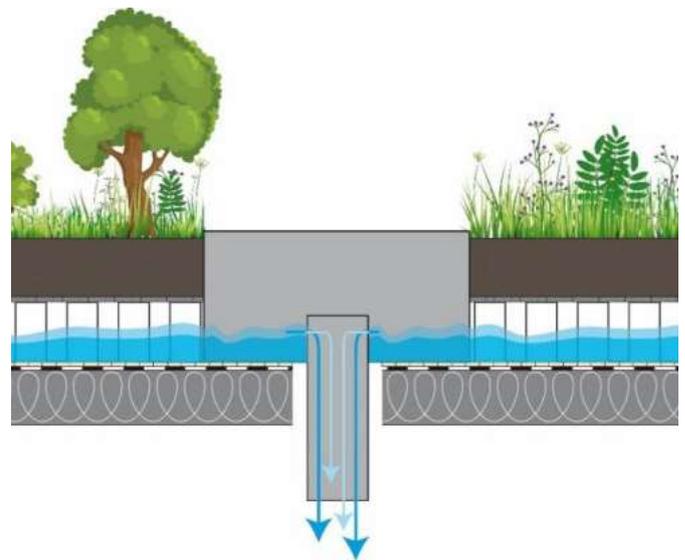


Abb. 20 Schnitt Retentionsgründach (BuGG)

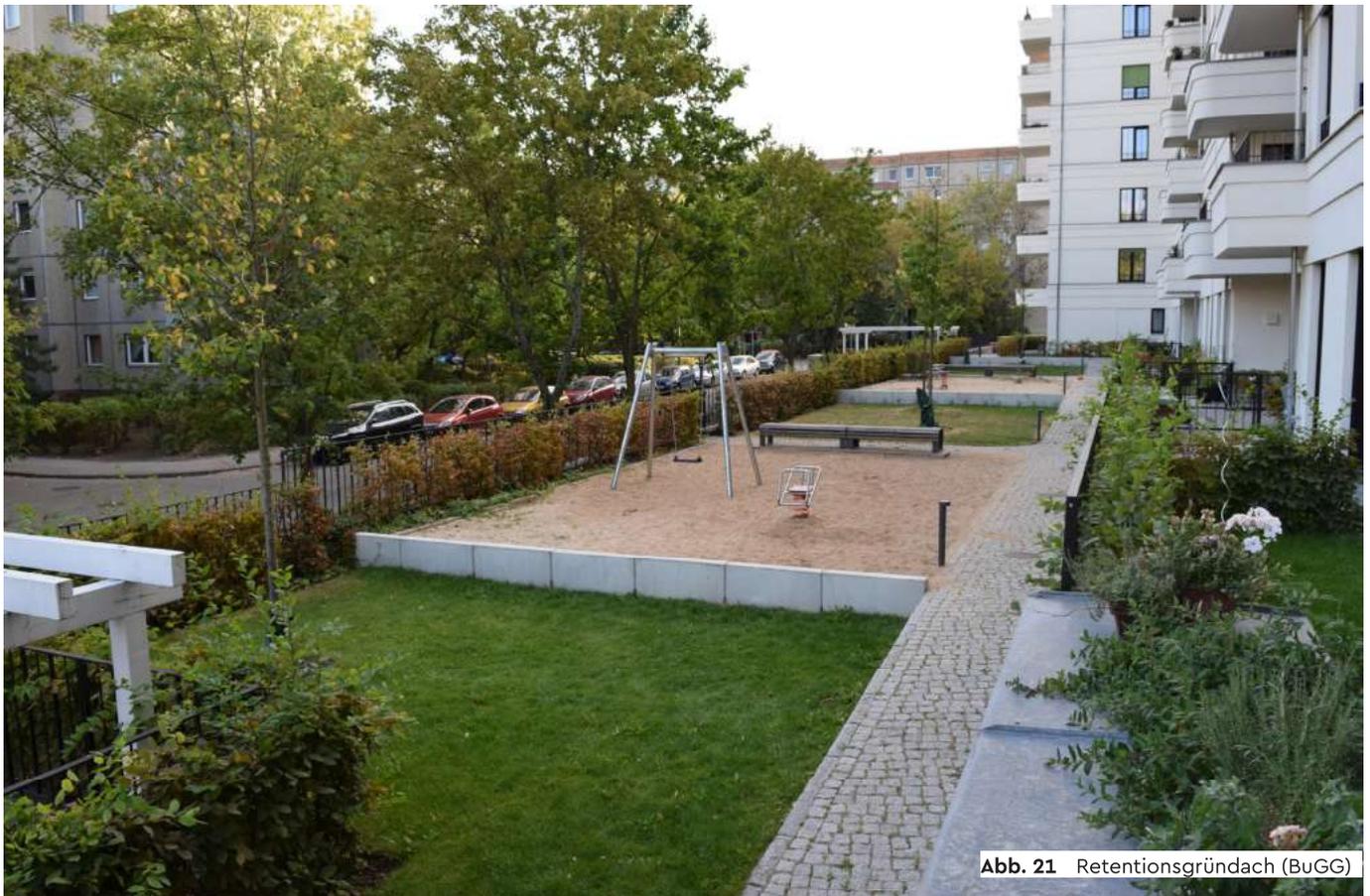


Abb. 21 Retentionsgründach (BuGG)

Urban-Farming-Dach

Urban-Farming auf dem Dach wird auf verschiedene Art und Weisen betrieben. Vom kleinen bewirtschafteten Dachgarten einer Privatperson bis hin zur erwerbsgartenbauähnlicher Dachnutzung ist fast alles vorstellbar. Durch die Verlagerung der Produktionsstätten in die Stadt werden nicht nur Transportwege gespart und die lokale Nahrungsversorgung gefördert somit einen Beitrag zu Resilienz gegenüber Klimawandel zu leisten, sondern Obst- und Gemüseanbau wird erlebbar und fördert neben der gesunden und bewussten Ernährung auch das Miteinander. Unter einem Urban-Farming-Dach versteht sich grundsätzlich eine intensive Dachnutzung, auf der Obst bzw. Gemüse angebaut wird. Obwohl der Begrünungsaufbau der klassischen Intensivbegrünung mit etwa 30 cm Aufbau ähnelt, wird für das Urban-Farming-Dach ein spezielles Substrat benötigt, welches das Wachstum der Nutzpflanzen unterstützt. Die verwendbaren Obst- und Gemüsesorten werden durch die örtlich bedingte Flächenlast und die Bewässerungsstrategie bestimmt. Viele verschiedene Nutzpflanzen wurden bereits erfolgreich auf Urban-Farming-Dächern angebaut und geerntet. Hierzu zählen u. a. Karotten, Kopfsalat, Tomaten, Zucchini, viele Kräutersorten, Beeresträucher und kleine Obstbäume.

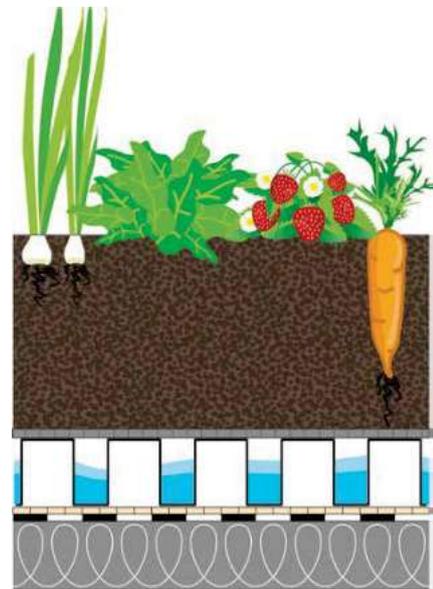


Abb. 22 Schnitt Urban-Farming-Dach (BuGG)



Abb. 23 Urban-Farming-Dach (BuGG)



1.3 Übersichtstabellen: Dachbegrünungsformen, deren Kostenrichtwerte und Einsatzbereiche in Abhängigkeit ihrer Wirkungen

Tabellen zur Extensivbegrünung

Tab. 2 Extensivbegrünung – Aufbau, Wirkungen, Einsatzbereiche, Eignung

	Sedum-Moos	Sedum-Moos-Kräuter	Sedum-Kräuter	Kräuter-Gräser-Sedum	Gräser-Kräuter
Höhe Gründachaufbau [cm]	5 – 6	7 – 8	9 – 11	12 – 15	16 – 18
Pflegeaufwand*	+ / ++	+	+ / ++	++ / +++	+++
Maximal-Gewicht [kg/m ²] (im wassergesättigten Zustand)	30 – 60	80 – 100	100 – 120	120 – 180	180 – 220
Wirkungen*					
Verbesserung des Stadtklimas	+	++	++ / +++	+++	+++
Regenwasserrückhalt	+	+ / ++	++	++ / +++	+++
Förderung der Biodiversität	+	+ / ++	++ / +++	+++	++ / +++
Lärmminderung	+	+ / ++	++	++ / +++	+++
Zusätzliche Nutz- und Freizeitflächen	+	+	+ / ++	++	++
Energieeinsparungen	+	+ / ++	++	++ / +++	+++
Schutz der Gebäudehülle	+++	++++	++++	++++	++++
Gestaltungselement	+	+	++	++	+++

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

* + = niedrig bis ++++ = hoch (Beruht auf eigener Einschätzung/Erfahrung)

Fortsetzung Tab. 2

	Sedum-Moos	Sedum-Moos-Kräuter	Sedum-Kräuter	Kräuter-Gräser-Sedum	Gräser-Kräuter
Einsatzbereiche**					
Mehrgeschossiger Wohnungsbau	+	+	+	+	+
Bürogebäude	+	+	+	+	+
Hallen	+	+	+	+	+
Ein- und Zweifamilienhäuser	+	+	+	+	+
Flachdach	+	+	+	+	+
Schrägdach (> 15°)	-	±	+	+	+
Geringe Lastreserve bei Bestandsbau	+	±	±	±	-
Hohe Lastreserve bei Bestandsbau	-	-	+	+	+
Eignung auf Dachkonstruktionen gem. FLL-Dachbegrünungsrichtlinien**					
Warmdach	+	+	+	+	+
Leichtkonstruktionen	+	+	±	±	-
Kaltdach	+	±	-	-	-
Umkehrdach	+	+	+	+	+
Dachdecke aus „WU-Beton“	+	+	+	+	+

* + = niedrig bis ++++ = hoch (Beruht auf eigener Einschätzung/Erfahrung)

** + = geeignet, ± = bedingt geeignet, - = nicht geeignet (Beruht auf eigener Einschätzung/Erfahrung)

Die verschiedenen Dachkonstruktionen werden in Kap 1.4 erläutert.

Tab. 3 Extensivbegrünung – Abflussbeiwerte

	Sedum-Moos	Sedum-Moos-Kräuter	Sedum-Kräuter	Kräuter-Gräser-Sedum	Gräser-Kräuter
Höhe Gründachaufbau [cm]	5 – 6	7 – 8	9 – 11	12 – 15	16 – 18
Abflussbeiwerte					
Spitzenabflussbeiwert C_s	0,6	0,5	0,4 – 0,5	0,4	0,3
Jahresabflussbeiwert C_a	0,55	0,5	0,45	0,45	0,4
Mittlerer Abflussbeiwert C_m	0,3	0,3	0,2 – 0,3	0,2	0,2

Abflussbeiwerte gemäß FLL-Dachbegrünungsrichtlinien und DIN 1986-100
Nähere Informationen zur "Entwässerung" in Kap. 1.4

Tab. 4 Extensivbegrünung – Kostenrichtwerte

	Sedum-Moos	Sedum-Moos-Kräuter	Sedum-Kräuter	Kräuter-Gräser-Sedum	Gräser-Kräuter
Kostenrichtwerte in €/m² (brutto)					
Einbaukosten 18 m²					
einschichtig	53 – 66	57 – 84	60 – 90	64 – 100	67 – 107
mehrschichtig	77 – 103	69 – 100	72 – 159	76 – 119	79 – 129
Pflegekosten €/m ² /a	5 – 18	5 – 18	5 – 21	7 – 21	7 – 24
Einbaukosten 50 m²					
einschichtig	35 – 50	41 – 54	47 – 60	52 – 66	55 – 72
mehrschichtig	51 – 61	54 – 76	58 – 81	61 – 78	65 – 84
Pflegekosten €/m ² /a	4 – 10	4 – 10	4 – 12	5 – 12	6 – 15
Einbaukosten 100 m²					
einschichtig	35 – 40	39 – 45	42 – 51	45 – 57	48 – 63
mehrschichtig	45 – 52	48 – 60	52 – 64	55 – 72	60 – 79
Pflegekosten €/m ² /a	3 – 6	4 – 6	4 – 8	4 – 8	4 – 9
Einbaukosten 500 m²					
einschichtig	23 – 31	26 – 36	28 – 42	34 – 46	38 – 50
mehrschichtig	33 – 41	33 – 44	34 – 48	44 – 55	46 – 60
Pflegekosten €/m ² /a	2 – 4	2 – 4	2 – 5	2 – 5	2 – 6
Einbaukosten 1000 m²					
einschichtig	17 – 30	20 – 34	22 – 37	26 – 43	29 – 48
mehrschichtig	26 – 40	28 – 40	30 – 48	34 – 54	38 – 60
Pflegekosten €/m ² /a	2 – 3	2 – 3	2 – 4	2 – 4	2 – 5

Anmerkungen zu den Kostenrichtwerten:

Die angegebenen Werte sind unverbindliche Richtwerte zur ersten Orientierung! Die Herstellkosten hängen von vielen Faktoren ab, u. a. von Gründachaufbau, Flächengröße, Erreichbarkeit, Gebäudehöhe.

Tabellen zur Intensivbegrünung

Tab. 5 Intensivbegrünung – Aufbau, Wirkungen, Einsatzbereiche, Eignung

	Hohe Stauden-Gehölze (Dachgarten)	Rasen	Hohe Stauden-Rasen- Bäume (Tiefgarage)
Höhe Gründachaufbau [cm]	25 – 30	30	25 – 100
Pflegeaufwand*	+++	+++	++++
Maximal-Gewicht [kg/m ²] (im wassergesättig- ten Zustand)	ca. 300 – 350	ca. 350	ca. 300 – 1200
Wirkungen*			
Verbesserung des Stadtklimas	+++	++	++++
Regenwasserrückhalt	+++	+++ / ++++	++++ / +++++
Förderung der Biodiversität	++ / ++++	+	+++ / ++++
Lärminderung	+++	++++	++++
Zusätzliche Nutz- und Freizeitflächen	+++	+++	++++
Energieeinsparungen	++++ / +++++	++++	++++
Schutz der Gebäudehülle	++++	++++	++++
Gestaltungselement	+++	++	++++
Einsatzbereiche**			
Mehrgeschossiger Wohnungsbau	+	+	+
Bürogebäude	+	+	+
Hallen	±	±	±
Ein- und Zweifamilien- häuser	+	+	+
Flachdach	+	+	+
Schrägdach (> 15°)	-	-	-
Geringe Lastreserve bei Be- standbau	-	-	-
Hohe Lastreserve bei Bestandsbau	+	+	+
Eignung auf Dachkonstruktionen gem. FLL-Dachbegrünungsrichtlinien**			
Warmdach	+	+	+
Leichtkonstruktionen	-	-	-
Kaltdach	-	-	-
Umkehrdach	+	+	+
Dachdecke aus „WU- Beton“	+	+	+

* + = niedrig bis +++++ = hoch (Beruht auf eigener Einschätzung/Erfahrung)

** + = geeignet, ± = bedingt geeignet, - = nicht geeignet (Beruht auf eigener Einschätzung/Erfahrung)

Die verschiedenen Dachkonstruktionen werden in Kap 1.4 erläutert.

Tab. 6 Intensivbegrünung – Abflussbeiwerte

	Hohe Stauden-Gehölze (Dachgarten)	Rasen	Hohe Stauden-Rasen- Bäume (Tiefgarage)
Höhe Gründachaufbau [cm]	25 – 30	30	25 – 100
Abflussbeiwerte			
Spitzenabflussbeiwert C_s	0,2	0,2	0,1 – 0,2
Jahresabflussbeiwert C_a	0,3	0,3	≤ 0,1 – 0,3
Mittlerer Abflussbeiwert C_m	0,1 (ab 30 cm) – 0,2	0,1	0,1

Abflussbeiwerte gemäß FLL-Dachbegrünungsrichtlinien und DIN 1986-100
Nähere Informationen zur "Entwässerung" in Kap. 1.4

Tab. 7 Intensivbegrünung – Kostenrichtwerte

	Hohe Stauden-Gehölze (Dachgarten)	Rasen	Hohe Stauden-Rasen- Bäume (Tiefgarage)
Kostenrichtwerte in €/m² (brutto)			
Einbaukosten 20 m²	119 – 298	143 – 298	178 – 595
Pflegekosten €/m ² /a	23 – 60	41 – 90	59 – 90
Einbaukosten 50 m²	113 – 238	130 – 238	166 – 417
Pflegekosten €/m ² /a	17 – 48	29 – 78	35 – 78
Einbaukosten 100 m²	120 – 249	141 – 249	183 – 425
Pflegekosten €/m ² /a	11 – 24	23 – 58	23 – 48
Einbaukosten 500 m²	83 – 179	101 – 179	130 – 298
Pflegekosten €/m ² /a	7 – 15	7 – 30	11 – 30
Einbaukosten 1000 m²	77 – 161	83 – 161	95 – 238
Pflegekosten €/m ² /a	4 – 12	5 – 22	9 – 22

Anmerkungen zu den Kostenrichtwerten:

Die angegebenen Werte sind unverbindliche Richtwerte zur ersten Orientierung! Die Herstellkosten hängen von vielen Faktoren ab, u. a. von Gründachaufbau, Flächengröße, Erreichbarkeit, Gebäudehöhe.

Tabellen zu zielgerichteten, besonderen Lösungen der Dachbegrünung

Tab. 8 Zielgerichtete, besondere Lösungen der Dachbegrünung – Aufbau, Wirkungen, Einsatzbereiche, Eignung

	Solar-Gründach	Bio-diversitäts-gründach	Retentions-gründach	Urban-Farming-Dach	Steildach mit 30°
Höhe Gründachaufbau [cm]	10 – 12	10 – 15, partiell bis 30	25 – 100	Ab 25	10
Pflegeaufwand*	+++	+++	+++	++++	+++
Maximal-Gewicht [kg/m ²] (im wassergesättigten Zustand)	110 – 170	110 – 190, partiell bis 330	300 – 1200	Ab 300	100 – 150
Wirkungen*					
Verbesserung des Stadtklimas	++	++++	++++	+++	++/+++
Regenwasserrückhalt	++	++/+++	++++	+++/++++	++
Förderung der Biodiversität	++/+++	++++	++/++++	+++	++/+++
Lärminderung	++	++	++++	+++	+++
Zusätzliche Nutz- und Freizeitflächen	++	+++	++/++++	++++	+++
Energieeinsparungen	++	++	+++	++	++
Schutz der Gebäudehülle	++++	++++	++++	++++	++++
Gestaltungselement	++	+++	++	+++	++++
Einsatzbereiche**					
Mehrgeschossiger Wohnungsbau	+	±	+	+	+
Bürogebäude	+	+	+	+	+
Hallen	+	+	±	±	±
Ein- und Zweifamilienhäuser	+	+	+	+	+
Flachdach	+	+	+	+	-
Schrägdach (> 15°)	-	-	-	-	+
Geringe Lastreserve bei Bestandsbau	±	±	-	-	±
Hohe Lastreserve bei Bestandsbau	+	+	+	+	+
Eignung auf Dachkonstruktionen gem. FLL-Dachbegrünungsrichtlinien**					
Warmdach	+	+	+	+	+
Leichtkonstruktionen	-	-	-	-	±
Kaltdach	-	-	-	-	±
Umkehrdach	+	+	+	+	-
Dachdecke aus „WU-Beton“	+	+	+	+	-

* + = niedrig bis ++++ = hoch (Beruht auf eigener Einschätzung/Erfahrung)

** + = geeignet, ± = bedingt geeignet, - = nicht geeignet (Beruht auf eigener Einschätzung/Erfahrung)

Die verschiedenen Dachkonstruktionen werden in Kap 1.4 erläutert.

Tab. 9 Zielgerichtete, besondere Lösungen der Dachbegrünung – Abflussbeiwerte

	Solar-Gründach	Bio-diversitäts-gründach	Retentions-gründach	Urban-Farming-Dach	Steildach mit 30°
Höhe Gründachaufbau [cm]	10 – 12	10 – 15, partiell bis 30	25 – 100	Ab 25	10
Abflussbeiwerte					
Spitzenabflussbeiwert C_s	0,4	0,4	0,01 – 0,2	0,2	0,7
Jahresabflussbeiwert C_a	0,45	0,45	≤ 0,1 – 0,3	0,3	0,45–0,5
Mittlerer Abflussbeiwert C_m	0,2	0,2	0,1 – 0,2	0,2	0,4

Abflussbeiwerte gemäß FLL-Dachbegrünungsrichtlinien und DIN 1986-100
 Nähere Informationen zur "Entwässerung" in Kap. 1.4

Tab. 10 Zielgerichtete, besondere Lösungen der Dachbegrünung – Kostenrichtwerte

	Solar-Gründach	Bio-diversitäts-gründach	Retentions-gründach	Urban-Farming-Dach	Steildach mit 30°
Kostenrichtwerte in €/m² (brutto)					
Einbaukosten 20 m²	476 – 595*	89 – 119	154 – 298	101 – 298	130 – 238
Pflegekosten €/m ² /a	11 – 22	14 – 24	11 – 30	17 – 119	23
Einbaukosten 50 m²	357 – 476*	59 – 90	142 – 238	95 – 238	119 – 179
Pflegekosten €/m ² /a	5 – 12	7 – 15	5 – 15	17 – 60	14 – 21
Einbaukosten 100 m²	238 – 357*	47 – 81	113 – 209	83 – 238	95 – 143
Pflegekosten €/m ² /a	3 – 12	4 – 9	3 – 9	11 – 30	8 – 12
Einbaukosten 500 m²	215 – 298*	41 – 69	77 – 179	61 – 179	77 – 119
Pflegekosten €/m ² /a	2 – 8	2 – 6	2 – 8	7 – 12	4 – 9
Einbaukosten 1000 m²	178 – 262*	35 – 65	65 – 161	47 – 161	/
Pflegekosten €/m ² /a	2 – 6	2 – 5	2 – 6	4 – 10	/

* Kostenrichtwerte für Dachbegrünung inkl. Photovoltaikanlage (Abhängig von Dachbegrünungsaufbau, Reihenabständen und genutzten PV-Modulen)

Anmerkungen zu den Kostenrichtwerten:

Die angegebenen Werte sind unverbindliche Richtwerte zur ersten Orientierung! Die Herstellkosten hängen von vielen Faktoren ab, u. a. von Gründachaufbau, Flächengröße, Erreichbarkeit, Gebäudehöhe.