

Gefördert
durch



Baden-Württemberg
Ministerium für Wirtschaft,
Arbeit und Tourismus

WEITER.mit.
BILDUNG@BW



FACHHILFE FÜR PLANUNG UND BAU VON PV-GRÜNDACH-KOMBINATIONEN

Beachtenswertes für die Zusammenarbeit der Baubeteiligten



Einleitung

Die Kombination von Photovoltaikanlagen (PV) mit Gründächern bietet eine nachhaltige Lösung, die sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile vereint. Durch die intelligente Nutzung von Dachflächen können nicht nur erneuerbare Energien gewonnen, sondern auch städtische Klimaeffekte gemindert, die Biodiversität gefördert und die Lebensdauer der Dachkonstruktionen verlängert werden. Diese Fachhilfe richtet sich speziell an Handwerker*innen, Planende und Energieberater*innen, die in der Bau- und Planungsphase solcher innovativen Dachsysteme involviert sind.

Ziel dieser Fachhilfe ist es, bestehende Informationsmaterialien zu PV-Gründach-Kombinationen wie die BuGG-Fachinformation „Solargründach“ zu ergänzen und zu vertiefen. Dabei sollen praxisnahe und direkt umsetzbare Hinweise zur Verfügung gestellt werden, die den ge-

samten Prozess von der Planung bis zur Bauausführung abdecken. Ein zentraler Bestandteil dieser Fachhilfe sind daher zwei umfassende Checklisten: Eine für die Planung von PV-Gründach-Kombinationen, die alle relevanten Planungsaspekte berücksichtigt, und eine weitere für die Bauleitung, die sicherstellt, dass alle notwendigen Schritte während der Bauphase präzise umgesetzt werden und die Schnittstellen zwischen den Gewerken reibungslos funktionieren.

So soll diese Fachhilfe als praktisches Werkzeug dienen, um die erfolgreiche Realisierung von PV-Gründach-Kombinationen zu unterstützen und gleichzeitig die Zusammenarbeit der beteiligten Gewerke zu erleichtern.

Entstanden in Zusammenarbeit von:



Landesinnungsverband
des Dachdeckerhandwerks
Baden-Württemberg



Diese Fachhilfe ist im Rahmen des Projektes „GeWeGe@skills.BW - Gemeinsame Weiterbildung Solar-Gründach-Kombinationen für Handwerksbetriebe der verschiedenen beteiligten Gewerke sowie Energieberater/innen“ entstanden. Gefördert durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg im Rahmen von WEITER.mit.BILDUNG@BW

Gefördert durch
 Baden-Württemberg
 Ministerium für Wirtschaft,
 Arbeit und Tourismus

WEITER.mit.
 BILDUNG@BW 

INHALT

Einleitung	2
Grundlagen Gründachaufbauten	4
Kenndaten für Dachbegrünungen	6
Begrünungsvarianten	7
Solargründächer	10
Varianten Solargründächer	12
Checkliste Planung	18
Bauleitung und Zusammenarbeit der Gewerke	20
Anhang	23
Weiterführende Informationen	24
Impressum	24
Kontakt	25

Grundlagen Gründachaufbauten

Dachbegrünungen lassen sich vereinfacht in zwei Hauptkategorien einteilen:

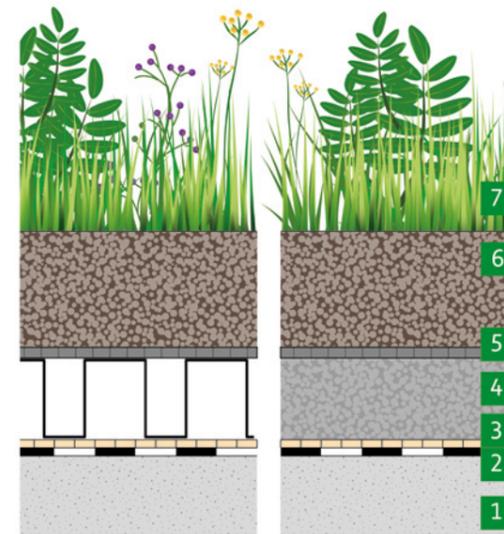
- Extensive Dachbegrünung
- Intensive Dachbegrünung

Die extensiven Gründächer zeichnen sich durch eine geringe Aufbauhöhe (ca. 8 – 15 cm), geringes Gewicht (ca. 80 – 170 kg/m²) und eine trockenheitsverträgliche und pflegeleichte Vegetation aus. Extensivbegrünungen werden nur zur Pflege ein- bis zweimal im Jahr begangen. Dagegen sind Intensivbegrünungen erweiterte Wohnräume (Dachgärten), auf denen ähnliche Pflanzen wachsen wie im ebenerdigen Garten. Dementsprechend ist der Gründachaufbau höher (ab ca. 25 cm) und schwerer (ab ca. 300 kg/m²). Die Pflege gestaltet sich je nach Pflanzenauswahl mehr oder weniger aufwändig. Intensiv begrünte Dächer gibt es in der Regel nur auf Flachdächern, dagegen können Extensivbegrünungen auf Flach- und Schrägdächern bis zu einer Dachneigung von etwa 45 Grad gebaut werden. Jedoch sind ab 10 – 15 Grad Dachneigung besondere Maßnahmen zur Rutschsicherung notwendig.

Bei Flachdächern bis 5° Neigung sind sowohl ein- als auch mehrschichtige Gründachaufbauten möglich. Aufbauend auf einer geeigneten Dachunterkonstruktion mit ausreichender Tragfähigkeit und einer wurzelfesten Dachabdichtung sieht der typische mehrschichtige Begrünungsaufbau von unten nach oben wie folgt aus:

- Schutzlage zum Schutz der Dachabdichtung vor mechanischer Beschädigung (3)
- Dränageschicht (Schüttgut oder Kunststoffelement) zur Speicherung und Ableitung des Niederschlagswassers (4)
- Filterschicht zur Verhinderung des Einschlümmens von Feinanteilen (5)
- Mehrschichtsubstrat als Vegetationstragschicht zur Verwurzelung der Pflanzen (6)
- Vegetation (7)

Extensive und intensive Dachbegrünungen können in einschichtiger oder mehrschichtiger Bauweise umgesetzt werden. Während beim einschichtigen Aufbau alle Funktionen in einer Schicht zusammengefasst sind, bilden sich bei der mehrschichtigen Bauweise die Funktionen „Dränage“ und „Vegetationstragschicht“ als zwei durch ein Filtervlies getrennte Schichten aus. Somit sind effektivere Möglichkeiten bei der Wasserspeicherung und Ableitung gegeben. Auch bei gefällelosen Dächern mit Pfützenbildung bzw. stehendem Wasser ist die mehrschichtige Bauweise besser geeignet, um Vernässungen und Vegetationsumbildungen zu vermeiden. Mehrschichtsubstrate speichern in der Regel mehr Wasser und Nährstoffe als Einschichtsubstrate. Die Dränageschicht, welche bei der mehrschichtigen Bauweise Anwendung findet, kann als Schüttgut (Lava, Blähschiefer, Blähton) oder Festkörperdränage (Kunststoffelemente) ausgebildet sein. Im einschichtigen Aufbau wird eine Mischung aus mineralischen Schüttgütern und organischen Zuschlagstoffen verwendet.



- 7 Vegetation
- 6 Extensivsubstrat
- 5 Filtervlies
- 4 Dränage
- 3 Schutzlage
- 2 Wurzelfeste Dachabdichtung
- 1 Geeignete Dachunterkonstruktion

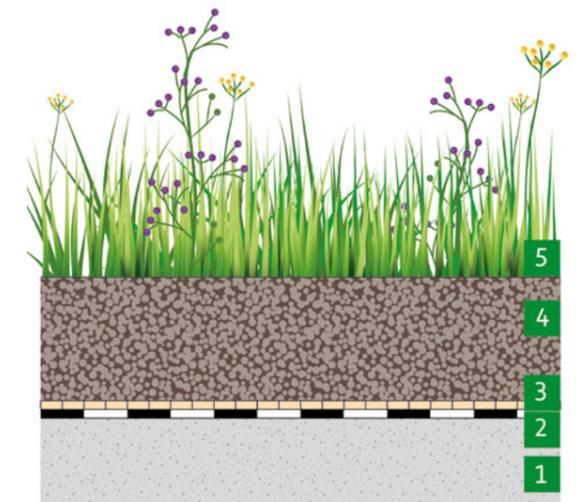
Abb. 1 Mehrschichtiger Gründachaufbau mit einer Dränage aus Kunststoffelement (links) bzw. Schüttgut (rechts).
Quelle: BuGG



Abb. 2: Extensiv- und Intensivbegrünung bei einem Objekt. Die oberen kleineren Flächen sind extensiv, die große begehbare Dachfläche ist intensiv begrünt. Quelle: BuGG

Der typische einschichtige Begrünungsaufbau sieht von unten nach oben wie folgt aus:

- Schutzlage zum Schutz der Dachabdichtung vor mechanischer Beschädigung (3)
- Einschichtsubstrat als Vegetationstragschicht zur Verwurzelung der Pflanzen und Dränage zur Speicherung und Ableitung des Niederschlagswassers (4). Das Einschichtsubstrat übernimmt die Funktionen der Dränage und des Substrates der mehrschichtigen Bauweise.
- Vegetation (5)



- 5 Vegetation
- 4 Extensivsubstrat
- 3 Schutzlage
- 2 Wurzelfeste Dachabdichtung
- 1 Geeignete Dachunterkonstruktion

Abb. 3: Einschichtiger Gründachaufbau. Quelle: BuGG

Kenndaten für Dachbegrünungen

Aufbauhöhe

Hierbei wird unterschieden zwischen „Gesamtaufbauhöhe“ (gesamter Gründachaufbau ab Oberkante Dachabdichtung/Wurzelschutz bis Oberkante Vegetationstragschicht) und „Höhe Substrat/Vegetationstragschicht“ (betrifft nur die Vegetationstragschicht, oftmals ein Substrat).

Die Höhen werden für den fertig eingebauten Gründachaufbau i.d.R. in cm angegeben.

Wasserspeicherung

Je nach Gründachaufbau und verwendeten Materialien kann unterschiedlich viel Wasser gespeichert werden. Die maximale Wasserspeicherung ist dann erreicht, wenn der Gründachaufbau „wassergesättigt“ ist und das Überschusswasser „abtropft“.

Die Angabe erfolgt in l/m².

Wasserrückhalt/Jahresabflussbeiwert Ca

Betrachtet man bei einem Gründachaufbau über ein Jahr hinweg die Menge des abfließenden Wassers auf der einen Seite und Wasserrückhalt im Aufbau auf der anderen Seite kann man den Jahresabflussbeiwert (Ca) ermitteln. Der Ca wird in den FLL-Dachbegrünungsrichtlinien produkt- und systemunabhängig für verschiedene Aufbauhöhen angegeben. In der Praxis wird auf diese allgemein gültigen Werte zurückgegriffen. Der Jahresabflussbeiwert wird vor allem bei der gesplitteten Abwassergebühr herangezogen.

Minderung der Abflussspitzen/Spitzenabflussbeiwert Cs

Der Spitzenabflussbeiwert (Cs) für einen Gründachaufbau gibt an, welcher Anteil des Starkregens (300 l/sxha) innerhalb von 15 min. vom Dach abfließt. Der Cs wird bei der Berechnung der Abläufe und Rohrdimensionierungen verwendet und wird ebenfalls in den FLL-Dachbegrünungsrichtlinien produkt- und systemunabhängig für verschiedene Aufbauhöhen angegeben. Die FLL gibt auch ein Verfahren an, wie ein spezifischer Gründachaufbau auf den Cs getestet werden kann, so dass viele Gründach-Systemanbieter Cs-Werte für ihre Gründachlösungen angeben können.

Gewicht im wassergesättigten Zustand

Gewichtsangaben bei Dachbegrünungen (Gesamtaufbau und einzelne Schichten) erfolgen i.d.R. mit ihrem maximal erreichbaren Gewicht, das heißt wenn sie voll „wassergesättigt“ sind.

Begrünungsvarianten

Extensivbegrünung

Die einfachste und bekannteste Form der Dachbegrünung ist die Extensivbegrünung. Sie zielt darauf ab, leicht zu pflegende, struktur- und artenreiche Grünflächen auf dem Dach zu schaffen. Eine Extensivbegrünung kann einschichtig oder mehrschichtig ausgeführt werden und lässt sich sowohl auf flachen als auch auf geneigten Dächern bis etwa 45° Neigung umsetzen.

Die Gesamtaufbauhöhen sind bei einer Extensivbegrünung vergleichsweise niedrig gehalten und liegen je nach Begrünungsziel und vorhandenen statischen Bedingungen zwischen 5 und 18 cm, was einem Gewicht von ca. 60–230 kg/m² entspricht. Je höher die Vegetationstragschicht ausgebildet wird, desto größer ist zwar das Gewicht des Gründachaufbaus, allerdings wird damit auch ein höheres Regenwasserrückhaltevermögen sowie eine größere Pflanzenvielfalt geboten. Generell gilt, je höher der Gründachaufbau, desto höher die Wasserspeicherfähigkeit und damit die Artenvielfalt und Wuchshöhe der Pflanzen.

Zumeist werden bei Extensivbegrünungen trockenresistente Pflanzen verwendet, die sich auch ohne intensivere Pflege selbst erhalten können. Abhängig von der Höhe des Gründachaufbaus etablieren sich unterschiedliche Vegetationsformen. Für Aufbauten mit 10 cm Dicke lassen sich niedrigwüchsige Sedum-Kräuter-Gräser-Vegetationen etablieren, Aufbauten mit 15 cm ermöglichen dagegen artenreichere höherwüchsige Gräser-Kräuter-Vegetationen. Es sind auch sogenannte Leichtbauweisen mit Minimalgewichten von ca. 40–60 kg/m² möglich. Die Artenvielfalt ist hier jedoch sehr eingeschränkt.



Abb. 4: Ein Beispiel für eine extensive Dachbegrünung. Quelle: BuGG

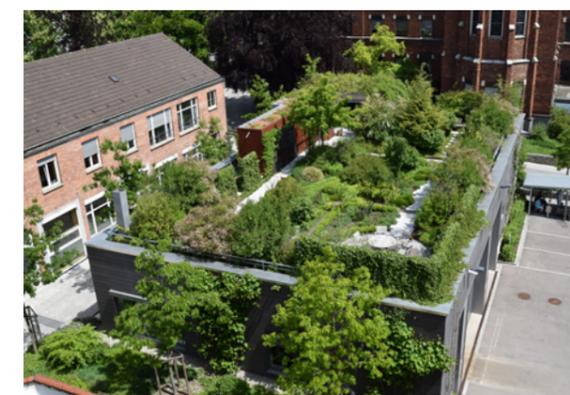


Abb. 5: Ein Beispiel für eine intensive Dachbegrünung, der klassische Dachgarten. Quelle: BuGG

Intensivbegrünung

Das Ziel bei einer Intensivbegrünung in Form eines Dachgartens besteht darin, eine Nutzung der Dachfläche für den Menschen zu ermöglichen. Je nach Nutzungsziel werden dafür verschiedene Begrünungs- und Nutzungsvarianten eingesetzt.

Entsprechend der Ausbildungsform, d.h. der Höhe der Vegetationstragschicht, können mehrjährige Stauden, Gehölze oder Bäume gepflanzt werden. Die Schichtstärke beginnt bei etwa 25 cm und kann bis zu 100 cm und mehr betragen. Demnach sind intensive Dachbegrünungen in der Regel auf Flachdächern und Tiefgaragen (bei Dachneigungen von 0 - 3°) umsetzbar. Sie dienen häufig zur Erweiterung des Wohnraums und unterliegen damit hohen Anforderungen an die Bau- und Vegetationstechnik. Gibt es die Statik her, sind die Gestaltungs- und Nutzungsmöglichkeiten nahezu unbegrenzt. Auch Verkehrsflächen in Form von Wegen, Terrassen bis hin zu Fahrbelägen sind in Kombination mit Intensivbegrünungen möglich. Die Kosten können daher variieren und sind systemabhängig.

Biodiversitätsgründach

Als "Biodiversitätsgründächer" werden struktur- und artenreiche Gründächer mit Biodiversitätsbausteinen bezeichnet, die meist auf extensiver Dachbegrünung realisiert werden. Ziel ist die Steigerung der Biodiversität auf dem einzelnen Dach, bei großflächigen Grünanlagen und vernetzen Grünstrukturen innerhalb der ganzen Stadt. Das geschieht vor allem durch eine gezielt erhöhte Struktur- und Pflanzenartenvielfalt, wodurch mehr Lebensräume für Insekten und Bodentiere geschaffen werden.

Biodiversitätsbausteine sind beispielsweise verschiedene Substratzusammensetzungen, partielle Anhöhlungen mit kleineren Gehölzen als Rückzugsbereiche für Bodentiere, Totholz als Nisthilfen für Insekten, Steine als Verstecke, Sandlinsen als Mikrohabitate oder Wasserflächen als Vogel- und Insektentränke sowie eine hohe Diversität an Pflanzenarten. Um die dauerhafte Funktion der Begrünung zu gewährleisten, ist eine fachgerechte Pflege unbedingt erforderlich. In erster Linie soll die biologische Vielfalt erhalten und gefördert werden. Insbesondere invasive Arten müssen daher entfernt werden. Biodiversitätsgründächer sind in ein- und mehrschichtiger Bauweise bei Extensiv- und Intensivbegrünungen möglich.



Abb. 6: Ein Beispiel für ein Biodiversitätsgründach mit hoher Arten- und Strukturvielfalt. Quelle: BuGG

Retentionsgründach

Bei sogenannten Retentionsgründächern wird die bei allen Gründächern vorhandene Retentionsfähigkeit gezielt erhöht. Hierzu wird innerhalb der Dränageschicht (Retentionselement) ein temporärer bzw. teilweise auch dauerhafter Wasseranstau mittels einer Anstaudrossel geschaffen, so dass das Rückhaltevolumen einer Dachbegrünung zusätzlich um bis zu 160 l/m² gesteigert wird. Somit kann bis zu 100 % des Wasservolumens eines Starkregenereignisses zurückgehalten werden. Das Wasser wird dabei in der Vegetationstragschicht und zusätzlich in der Retentionsschicht gespeichert und kann damit auch, je nach System, den Pflanzen zur Verdunstung zur Verfügung stehen.

Über ein Anstaulement, die sogenannte Anstaudrossel, wird der Regenwasserabfluss verzögert. An dieser lässt sich die maximale Abflussspende einstellen, um das angestaute Regenwasser gedrosselt über mehrere Stunden und Tage abzuleiten. Weitere Planungskriterien, die an diesen Gründachtyp gestellt werden, sind ein gefälleloses Dach und die höheren statischen Erfordernisse. Retentionsgründächer können in mehrschichtiger Bauweise bei Extensiv- und Intensivbegrünungen bei gefällelosen Dächern (Dachneigung 0°) umgesetzt werden. Ein Retentionsgründach lässt sich auch mit einer PV-Anlage kombinieren.



Abb. 7: Ein Beispiel für ein Retentionsgründach, bei dem unter dem Gründachaufbau ein weiterer Retentionsraum liegt. Quelle: BuGG

Solargründächer

Unter einem "Solargründach" wird die Kombination von Dachbegrünung und Solaranlage (Photovoltaik- oder Solarthermieanlage) verstanden. Solargründächer sind in folgenden "Einsatzbereichen" möglich:

- **Klassisches Solargründach**

Die Solarmodule sind oberhalb der begrünten Dachfläche montiert (üblicherweise auf einer Unterkonstruktion befestigt, die das Gründachsubstrat als Beschwerung verwendet).

- **Getrennt verlegtes Solargründach**

Ein Teil der Dachfläche ist begrünt und die Solarmodule sind auf einem anderen Teil des Daches auf nicht begrünter Dachfläche montiert.

- **Gründach mit PV-Pergola**

Begehbare extensiv oder intensiv begrünte Dachflächen sind mit PV-Pergola als Sonnenschutz über den Gründachflächen versehen.



Abb. 8: Ein Beispiel für ein „klassisches“ Solargründach, bei dem die Begrünung unter den PV-Modulen verläuft.
Quelle: BuGG

„Klassisches Solargründach“: PV-Anlage auf begrünter Dachfläche

PV-Anlagen auf Gründächern haben den Vorteil, dass der Gründachaufbau, insbesondere das Substrat, als Auflast für das Montagegestell genutzt und somit die PV-Anlage ohne Dachdurchdringung und zusätzliche Lasten stand- und sturmsicher befestigt werden kann. Der grundsätzliche Aufbau von solchen auflastgehaltenen Solargründächern ist von unten nach oben wie folgt (siehe Abbildung 10):

- Schutzlage, um die wurzelfeste Dachabdichtung vor mechanischen Beschädigungen zu schützen (3).
- Basisplatte: Dient als Grundelement für das PV-Montagesystem bei Solargründächern, an dem das PV-Montagegestell verschraubt wird und hat meist sowohl eine Drän- als auch Wasserspeicherfunktion (4, 5).
- Dränageelement (optional und systemabhängig): Stellt die durchgehende und störungsfreie Entwässerung sicher (5)
- Filtervlies zur Trennung der Substrat- und Dränschicht (6).

- Substrat, das auch dem PV-Aufständerungssystem seine Standfestigkeit verleiht. Die zu erbringende Mindestauflast und damit die Substrathöhe wird objektspezifisch vorgegeben (7).
- Vegetation mit niedrigwüchsigen Arten (8).
- Modulaufständerung (mindestens 20-30 cm Abstand zwischen UK PV-Modul und OK Substrat) (9) und PV-Module (11).
- Verkabelung und weitere technische Komponenten (Kabelkanäle, Schaltkästen, Modulanschlüssen, Wechselrichter) müssen so ausgeführt werden, dass sie eine Instandhaltung nicht erschweren und bei der Gründachpflege mit Heckenscheren oder Motorsensen nicht beschädigt werden (10).

Eine durchgehende, störungsfreie Entwässerung muss sichergestellt sein, entweder durch die Basisplatte selbst, die integrierte Dränageschicht oder dem geeigneten Substrat. Je nach Systemanbieter kann sich der Schichtaufbau unterscheiden.

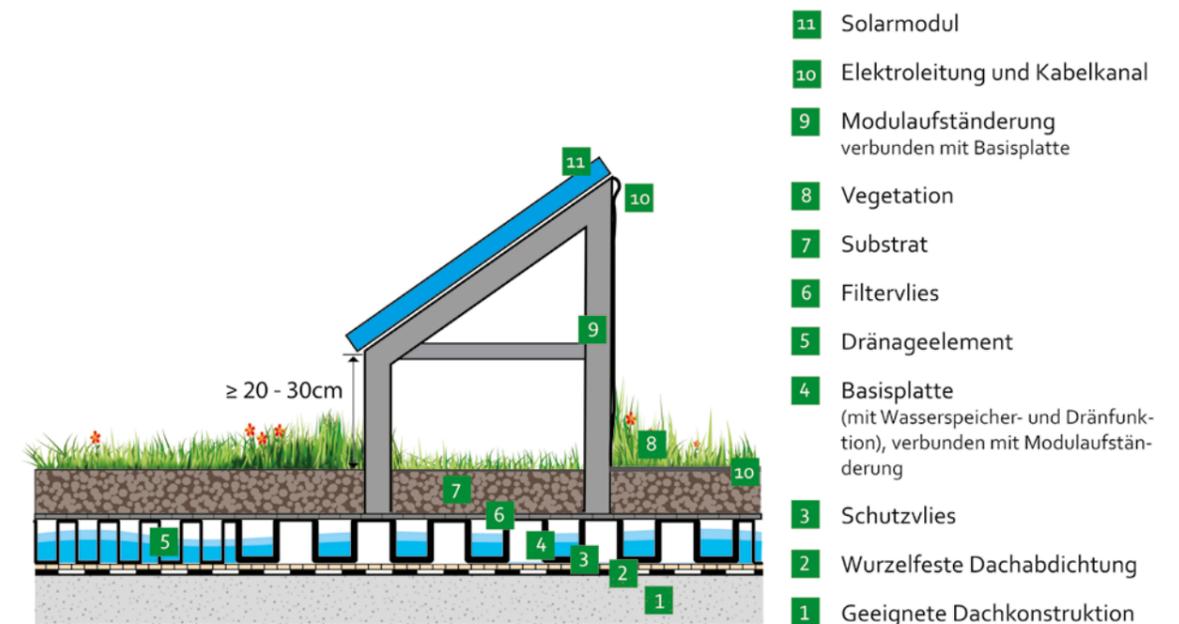


Abb. 9: Aufbau eines mehrschichtigen auflastgehaltenen Solargründaches Quelle: BuGG

Generell gilt, dass alle marktüblichen Solargründachlösungen auflastgehalten sind, d.h. das Substrat des Gründachs ist die Auflast für das Montagegestell, das so ohne Dachdurchdringung installiert werden kann. Diese werden in der Regel nur bei Flachdächern bis zu einer Dachneigung von 5° eingesetzt.

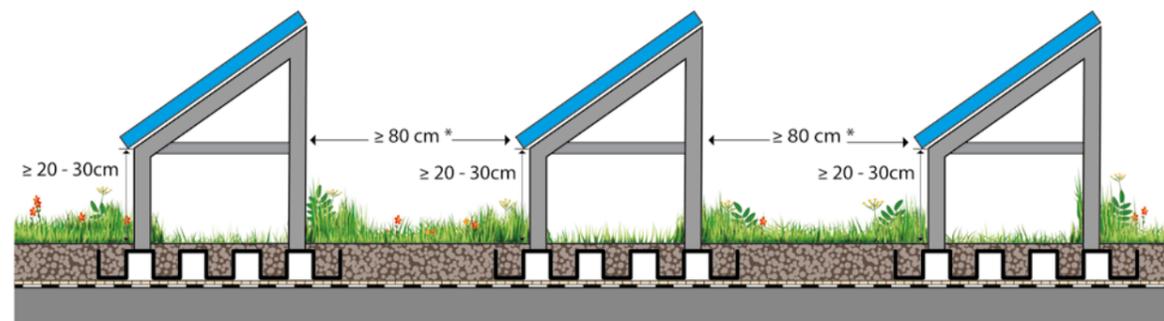
PV-Montagesysteme in Kombination mit Gründächern, die direkt mit der Dachkonstruktion verbunden sind, werden aufgrund der höheren Schadenanfälligkeit und der erschwerten Kontrolle der Dachdurchdringungen nicht empfohlen.

Varianten Solargründächer

SÜD-AUSRICHTUNG

Kurzbeschreibung

Nach Süden ausgerichtete auflastgehaltene PV-Module mit Neigungen von 10–45°. Es handelt sich um die am häufigsten verwendete Art der Solargründachsysteme.



* Empfehlung für ausreichend breite Instandhaltungswege.

Abb. 10: Solargründach mit geneigten PV-Modulen in Süd-Ausrichtung. Quelle: BuGG



Abb. 11: Ein Beispiel für ein Solargründach mit Süd-Ausrichtung. Quelle: BuGG

Süd-Ausrichtung

Solarer Ertrag

Höchster Solarstromertrag im Jahr mit Wirkungsmaximum um die Mittagszeit herum.

Wenig Einschränkung durch Gründach, da Reihenabstände mit bzw. ohne Begrünung ähnlich sind.

Aufständerung Module

20-30 cm in Abhängigkeit der Pflanzenauswahl und Windlastzone.

Reihenabstände PV-Module

80 cm für die Vermeidung der gegenseitigen Verschattung, ausreichend Licht/Wasser für die Vegetation und einer fachgerechten Pflege.

Pflanzenauswahl/Biodiversität

Verwendung niedrigwüchsige Arten (zumindest vor den PV-Modulen), Habitatelelemente nicht oder nur eingeschränkt einsetzbar, dadurch nur geringe Strukturvielfalt möglich.

Pflegehinweise

Pflege auch unter den PV-Modulen mit den genannten Reihenabständen (bei nicht zu langen, flach geneigten Modulen) i.d.R. gut möglich.

Nachrüstung bestehender Gründächer

Bedingt machbar. Empfohlen werden aufgeständerte Modulaufständerungen mit einem Mindestabstand zum Substrat von 30 cm.

SENKRECHTE AUFSTELLUNG

Kurzbeschreibung

Senkrechte Aufstellung von bifazialen Modulen (Stromerzeugung über Sonneneinstrahlung auf beiden Seiten des Moduls) in Ost-West-Ausrichtung. Vereint mehrere Vorteile: hoher Stromertrag über den Tagesverlauf, kein Windsog-Effekt (niedrigere Windlast) und kaum Veränderungen der Bedingungen (Niederschlag, Sonneneinstrahlung, keine Verschattung der PV-Module durch Schneefall). Der benötigte Reihenabstand bietet ausreichend Platz für die Instandhaltung.

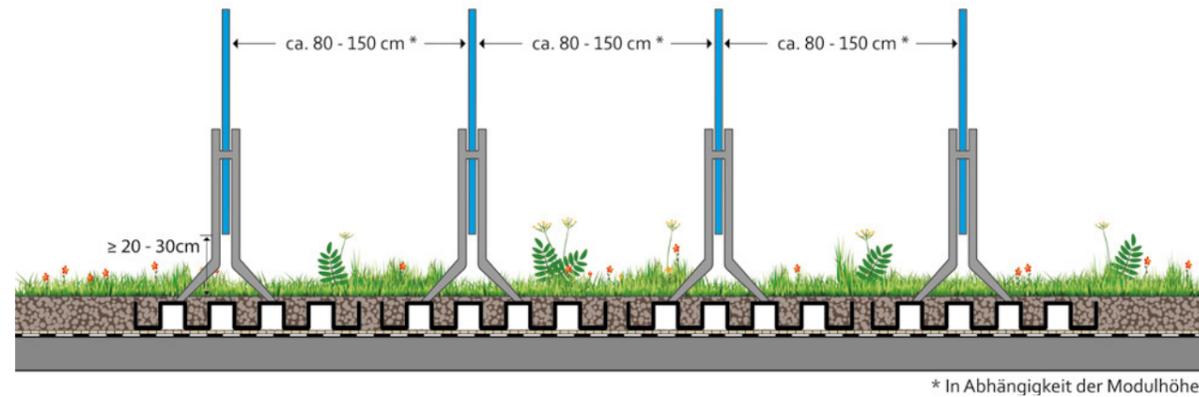


Abb. 10: Solargründach mit senkrechter Aufstellung der PV-Module. Quelle: BuGG



Abb. 13: Ein Beispiel für ein Solargründach mit senkrechter Aufstellung. Quelle: BuGG

Senkrechte Aufstellung

Solarer Ertrag

Bei Ost-West Ausrichtung gleichmäßigerer Stromertrag über den Tagesverlauf mit geringen Spitzen am Vor- und am Nachmittag.

Werden die beiden Modulflächen der bifazialen PV-Module nach Osten und Westen ausgerichtet, trifft auf beide Seiten mehr Solarstrahlung als auf die Oberseite eines nach Süden mit 35° geneigten PV-Moduls. Möglicherweise ist dann der Solarstromertrag pro installierter Modulfläche bzw. -leistung höher.

Aufständerung Module

20-30 cm in Abhängigkeit der Pflanzenauswahl und Windlastzone.

Reihenabstände PV-Module

80-150 cm (je nach Höhe der verwendeten PV-Module) für die Vermeidung der gegenseitigen Verschattung. Damit ist ausreichend Licht/Wasser für die Vegetation und einer fachgerechten Pflege gegeben.

Pflanzenauswahl/Biodiversität

Niedrig- und höherwüchsige Arten und auch Habitatslemente zur Erhöhung der Struktur- und Artenvielfalt recht gut möglich. Verschattungen müssen dennoch bestmöglich vermieden werden.

Sollten Pflanzen höher wachsen ist das Problem der Verschattung hier geringer als bei den anderen Aufstellarten.

Pflegehinweise

Pflege i.d.R. sehr gut möglich.

Nachrüstung bestehender Gründächer

Gut machbar. Je nach System können auch bestehende Gründächer nachträglich mit teilweise geringer Ballastierung auf der Vegetationstragschicht mit bifazialen Modulen ausgestattet werden.

OST-WEST-AUSRICHTUNG

Kurzbeschreibung

PV-Modulreihen mit einem flachen Neigungswinkel von etwa 10° abwechselnd nach Osten und Westen sind mittlerweile sehr häufig verwendete Arten der Solargründachsysteme.

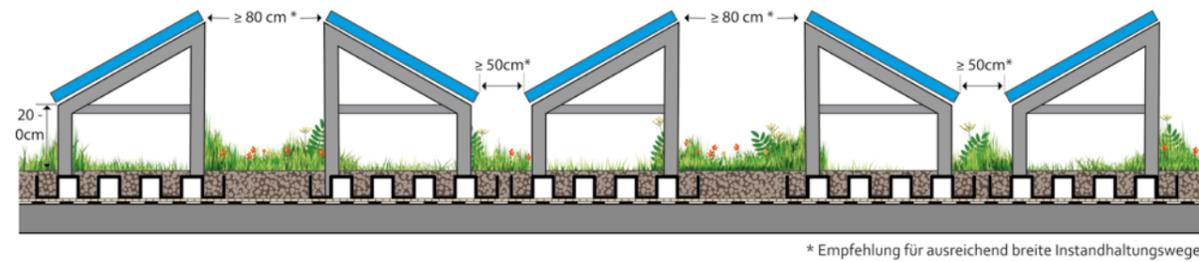


Abb. 14: Solargründach mit geneigten PV-Modulen Ost-West-Ausrichtung. Quelle: BuGG



Abb. 15: Ein Beispiel für ein Solargründach mit Ost-West-Ausrichtung. Quelle: BuGG

Es wird aufgrund der PV-Modul-Ordnung unterschieden zwischen „Schmetterlingsbauweise“ und „Sattelbauweise“.



Abb. 16: Ein Beispiel für ein Solargründach mit Ost-West-Ausrichtung in „Schmetterlingsbauweise“. Quelle: BuGG



Abb. 17: Ein Beispiel für ein Solargründach mit Ost-West-Ausrichtung in „Sattelbauweise“. Quelle: BuGG

Ost-West-Ausrichtung

Solarer Ertrag

Der Jahresstromertrag der Anlage ist bei dieser Aufstellart etwa 15 % geringer als bei reiner Südausrichtung, allerdings weist die Aufstellung eine gleichmäßigere Solarstromerzeugung im Tagesverlauf auf, was ökonomisch dann attraktiv ist, wenn so der Eigenverbrauch des Solarstroms gesteigert wird. Bei der Kombination mit einem Gründach müssen die Abstände zwischen den Modulreihen im Vergleich mit unbegrüntem Dächern vergrößert werden, um die Pflege zu ermöglichen.

Aufständigung Module

Mindestens 30 cm in Abhängigkeit der Pflanzenauswahl und Windlastzone. Höhere Aufständigung, wenn die Module dicht gestoßen verlegt sind und nur von einer Seite aus gepflegt werden kann.

Reihenabstände PV-Module

Bei Solargründächern kann nicht auf den Reihenabstand verzichtet werden, damit Licht und Wasser an die Pflanzen kommt und eine Pflege des Gründachs ermöglicht wird.

Schmetterlingsbauweise: Zwischen den Unterkanten der PV-Modulreihen ist ein reduzierter Abstand von 50 cm ausreichend für das Pflanzenwachstum unter der Voraussetzung, dass der Abstand zwischen den Oberkanten der PV-Modulreihen mindestens 80 cm beträgt, was von dort eine fachgerechte Pflege und Wartung in beide Richtungen ermöglicht. Auch ein

direktes Zusammenstoßen der Module ist möglich, wenn die Pflege weiterhin von der anderen Seite gewährleistet werden kann.

Sattelbauweise: Die beiden zusammengehörenden Modulreihen sollten nicht dicht gestoßen sein, sondern einen Abstand von mindestens 50 cm haben, damit man auch hier zur Pflege herkommt.

Pflanzenauswahl/Biodiversität

Niedrigwüchsige Arten zumindest vor den PV-Modulen.

Pflegehinweise

Schmetterlingsbauweise: Pflege auch unter den PV-Modulen mit den genannten Reihenabständen (bei nicht zu langen, flach geneigten Modulen) i.d.R. gut möglich.

Sattelbauweise: Pflege etwas erschwerter, weil die Zugänglichkeit der dicht gestoßen verlegten Module nur eine „Pflegeseite“ zulässt.

Nachrüstung bestehender Gründächer

Erfolgsversprechend nur, wenn Abstände (PV-Module und Substrat und zwischen den Reihen) wie schon oben benannt eingehalten werden.

Die bisher in der Praxis oftmals nur flach aufgelegte PV-Module mit viel zu geringen Reihenabständen waren schon nach kurzer Zeit zugewachsen und nicht geeignet.

Checkliste Planung

	JA	NEIN
Eignung Dach grundsätzlich für die Kombination PV und Dachbegrünung geeignet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flachdach mit Dachneigung ≤ 5°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statische Lastreserve mindestens 120 kg/m ² [abhängig vom Systemaufbau, Rücksprache mit Systemanbieter]. Zu beachten, dass Gewicht Gründach plus Gewicht PV-Modul.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckbelastung Dämmung /Dachabdichtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Förderungen Gibt es Förderungen für Dachbegrünungen, PV oder die Kombination?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
https://www.gebaeudegruen.info/foerderung		
Vorgaben im B-Plan bzw. Gestaltungssatzung Gibt es kommunale Vorgaben Dachbegrünung, PV oder die Kombination?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Planung PV-Gründach-Kombination		
Kosten-Ertrags-Abwägung abhängig von		
<ul style="list-style-type: none"> Eigenstrombedarf und/oder Einspeisung Dachfläche Tageszeiten, an denen Strom benötigt wird Ausrichtung der Module Stromspeichernutzung Reihenabstände der Module 		- Im Auftrag der Stadt Hamburg ist eine Studie zur ökonomischen Betrachtung von Gründächern und PV-Gründach Kombinationen entstanden: https://www.hamburg.de/
Ausrichtung der Module in Abhängigkeit des Nutzungsmodells und Ertragserwartungen. Nachfolgend die bewährten Solargründach-Varianten [BuGG-Fachinformation „Solargründach“]:		
<input type="checkbox"/> Süd-Ausrichtung		<input type="checkbox"/> Ost-West-Ausrichtung mit „Schmetterlingsaufbau“
<input type="checkbox"/> Senkrechter Aufbau (Bifaziale Module)		<input type="checkbox"/> Ost-West-Ausrichtung mit „Sattelaufbau“
Abstände		
<ul style="list-style-type: none"> Aufgeständerte PV-Module (Mindestabstand zwischen Oberkante Dachsubstrat und Unterkante PV-Modul ab 30 cm) 		<ul style="list-style-type: none"> Pflege - Abstände zwischen den PV-Modul-Reihen mindestens 80 cm

Auflast für die auflastgehaltene PV-Aufständerung beachtet	<input type="checkbox"/>
Absturzsicherung nach DGUV 201-056 (s. Anhang)	
<input type="checkbox"/> Kollektivschutz (Geländer) vorrangig	<input type="checkbox"/> Auffangsysteme
<input type="checkbox"/> Individualsicherung (PSAgA)	<input type="checkbox"/> Rückhaltesysteme
<input type="checkbox"/> Arbeitsplatzpositionierungssysteme (SZP)	<input type="checkbox"/> Zugang zum Dach
Auswahl Gründach -Aufbau (siehe oben) [Solargründach nach Anforderung und Abstimmung mit Systemanbieter]	
<input type="checkbox"/> Ein- oder mehrschichtige Bauweise	<input type="checkbox"/> Gesamtaufbauhöhe Gründach [cm]
<input type="checkbox"/> Wasserrückhalt und Speicherung [Ca und l/m ²]	<input type="checkbox"/> Aufbauhöhe Substrat [cm]
<input type="checkbox"/> Spitzenabflussbeiwert [Cs, FLL-Dachbegrünungsrichtlinien]	<input type="checkbox"/> Gewicht im wassergesättigten Zustand [kg/m ²]
Vegetation Gründach (s. Anhang)	<ul style="list-style-type: none"> Verwendung möglichst gebietsheimischen Saatguts Keine Verwendung invasiver Arten Vor Modulunterkante niedrigwüchsige Vegetation [BuGG-Fachinformation „Solargründach“]
Biodiversitätsfördernde Maßnahmen	(Sand-, Lehm- und Kiesflächen, Totholz, Steinhäufen, Wasserflächen, Substraterhöhungen) auf dem Gründach, sofern Verschattungen der PV-Module vermieden werden. Detaillierte Infos finden Sie in der BuGG-Fachinformation „Biodiversitätsgründach“
Erfüllung der Brandschutzvorgaben [FLL-Dachbegrünungsrichtlinien]	Erfüllung der Versammlungsstättenverordnung (VStättVO) - dejure.org
Dachabdichtung	<ul style="list-style-type: none"> Bei Bedarf: Leckage-Ortungs-System
<ul style="list-style-type: none"> Wurzelfeste Dachabdichtung (unter Berücksichtigung von Schadstoffgehalt) [FLL-Dachbegrünungsrichtlinie oder DIN EN 13948] 	
Instandhaltung und Wartung des Solargründach	<ul style="list-style-type: none"> Vermeidung von Verschattung der Module durch Pflanzen. Kontrolle min. 2-mal jährlich (auch witterungsabhängig), nach Bedarf Mahd, Entfernen von unerwünschten Fremdbewuchs (Gehölze, invasive Arten) [GaLaBau, FLL-Dachbegrünungsrichtlinien] Prüfung der Randanschlüsse und technischen Einrichtungen [Dachdeckerhandwerk, Flachdachrichtlinie] Vermeidung von Verletzung der Dachhaut und der Elektrik Kontrolle PV-Module und bei Bedarf Reinigung der Module [Elektrohandwerk]

Bauleitung und Zusammenarbeit der Gewerke

CHECKLISTE TÄTIGKEITEN UND SCHNITTSTELLEN BEIM EINBAU EINES SOLARGRÜNDACHES/PV-GRÜNDACHES

Für die erfolgreiche Planung und Umsetzung eines Gründachs ist die Zusammenarbeit zwischen dem Dachdeckerhandwerk, dem Elektrohandwerk und dem Garten- und Landschaftsbau entscheidend. Eine gut abgestimmte Kommunikation während aller Bauphasen hilft, Fehler zu vermeiden und die Qualität des Endergebnisses zu sichern. Hier finden Sie eine Checkliste, die die wesentlichen Aspekte für die Planung, Durchführung und Abnahme der Einzelleistungen berücksichtigt:

1. Planung und Abstimmung der Gewerke

Vor der Bauphase:

- Abstimmung der Anforderungen und Pläne zwischen Dachdecker, Elektroinstallateur und Landschaftsgärtner.
- Klärung technischer Details wie Dachneigung, Statik und Drainagesysteme.
- Planung der Strom- und Wasseranschlüsse für das Gründach.
- Festlegung von Zugangswegen für Bau- und Pflegemaßnahmen.
- Klärung der rechtlichen Vorgaben und Genehmigungen.

Während der Bauphase:

- Regelmäßige Besprechungen zwischen den Gewerken, um den Baufortschritt zu prüfen und Anpassungen vorzunehmen.
- Koordination von Bauabläufen, um Überschneidungen zu vermeiden (z.B. Elektroinstallationen vor Verlegung der Dachabdichtungen).

2. Ausführung der Einzelleistungen

Dachdeckerhandwerk:

- Prüfung der Dachkonstruktion auf Tragfähigkeit.
- Planung und Ausführung der Dachabdichtung
- Aufbau der Schutzschicht, um Wurzeln am Durchwachsen zu hindern.
- Abschluss der Abdichtungsarbeiten und Prüfung auf Dichtigkeit.
- Installation des Sicherungssystems: Arbeitssicherheit während der Ausführung und zur späteren Pflege und Wartung.

Elektrohandwerk:

- Planung und Installation der elektrischen Systeme (Photovoltaikanlagen, Klimageräte, Wärmepumpen)
- Verlegung von Kabeln und Leitungen auch Blitzschutzleitungen, Bewässerung oder eventuelle Sensorik.
- Sicherstellung, dass elektrische Installationen vor Wassereinwirkung geschützt sind.
- Sichere Verlegung der Kabel, um Pflegeeinsätze des GaLaBau zu erleichtern und Schäden vorzubeugen

Garten- und Landschaftsbau:

- Verlegung Schutzvlies
- Verlegung der Basisplatten mit Aufständigung zur Anbringung der PV-Module nach Verlegeplan (i.d.R. des Gründachsystemanbieters)
- Ggf. Installation der Drainage- und Filtersysteme (systemabhängig).
- Einbau der Substratschicht und Kiesstreifen nach Fertigstellung der Abdichtungen.
- Pflanzenauswahl und Pflanzung
- Sicherstellung der Biodiversität und der (ökologischen) Funktionen des Gründachs.
- Pflege und Wartung der Gründach nach der Installation.

3. Abnahme der Einzelleistungen

Dachdeckerarbeiten:

- Prüfung der Abdichtung auf Dichtigkeit und Stabilität.
- Überprüfung der Entwässerung auf Funktionsfähigkeit.
- Übergabe an den Garten- und Landschaftsbau Fachbetrieb für die Begrünung.

Elektroarbeiten:

- Funktionsprüfung der elektrischen Installationen und Steuerungssysteme.
- Abnahme der Schutzmaßnahmen gegen Feuchtigkeit (Sensorsysteme)

Garten- und Landschaftsbauarbeiten:

- Kontrolle der Pflanzungen und Substrataufbringung.
- Test der Bewässerungssysteme und Drainage. Abläufe und Notüberläufe auf Verunreinigung überprüfen.

4. Dokumentation und Übergabe

- Erstellen einer Dokumentation, die alle ausgeführten Arbeiten sowie eventuelle Änderungen festhält.
- Übergabe von Wartungsanweisungen, insbesondere für Bewässerung und Pflege des Gründachs.
- Vereinbarung einer Wartungsstrategie, um die langfristige Funktion des Gründachs und der PV-Anlage zu gewährleisten.

5. Kommunikation während der gesamten Bauphase

- Feste Ansprechpartner in jedem Gewerk benennen und klar definierte Zuständigkeiten zwischen den Gewerken.
- Laufende Kommunikation sicherstellen (z.B. regelmäßige Treffen und Besprechungen).
- Dokumentation von Zwischenabnahmen, um Fehler frühzeitig zu erkennen.
- Visuelle Markierungen und Beschilderungen: Einsatz von Markierungen auf dem Dach zur Kennzeichnung von Bereichen für die jeweiligen Gewerke.

Diese Checkliste unterstützt eine koordinierte Arbeitsweise und hilft, Missverständnisse zu vermeiden, sodass das Gründach langfristig erfolgreich funktioniert.

Anhang

VEGETATION GRÜNDACH

Verwendung heimisches Saatgut:

Pflanzen und Tiere leben in engen Beziehungen in Ökosystemen zusammen und sind voneinander abhängig. Sie haben sich über Jahrtausende an ihre Standortbedingungen angepasst und gemeinsam entwickelt (Koevolution). Insbesondere sind viele Insektenarten unabdingbar auf nur eine oder wenige Pflanzenarten angewiesen. Eine Verwendung von (gebiets-)heimischem, standortangepasstem Saatgut unterstützt den Erhalt der genetischen Vielfalt und der Artenvielfalt der Region. Entsprechende Saatgutmischungen sind regional angepasst am Markt erhältlich (z.B. 18 Dachbegrünung / Saatgut | Rieger-Hofmann Shop)

Vermeidung invasiver Arten:

Invasive Arten werden zum Teil beabsichtigt, aber auch unbeabsichtigt eingebracht. Es handelt sich um gebietsfremde Arten, die in ihrem neuen Einbringungsort die biologische Vielfalt gefährden, wobei nur ein kleinerer Teil der gebietsfremden Arten als invasiv eingestuft werden.

Invasive Arten sind einer der fünf wichtigsten Treiber des Verlustes biologischer Vielfalt. Daneben können sie auch ökonomische (z.B. Schädlinge) oder gesundheitliche Probleme (z.B. Allergien) verursachen.

Das Thema ist auf Gründächern relevant:

- Bei der Ansaat: Saatgutmischungen /Pflanzteppiche ohne invasive Neophyten wie *Sedum spurium* oder *Sedum stoloniferum* verwenden.
- Bei der Pflege: Bei der Kontrolle und Pflege der Gründächer muss immer auch der Anflug invasiver Arten entfernt werden. Hierzu gehören unter anderem das einjährige und kanadische Berufkraut (*Erigeron annuus* und *Erigeron canadensis*) sowie die kanadische Goldrute *Solidago canadensis* und die Riesen-Goldrute *Solidago gigantea*.

ABSTURZSICHERUNGEN UND ZUGANG ZUM DACH

Im Dokument DGUV 201-056 wird eine Hierarchie für den Schutz vor Abstürzen festgelegt, wobei der Kollektivschutz (z.B. Geländer) Vorrang hat. Hier ist eine kurze Erklärung zu den genannten Systemen, inklusive Priorität für Wartungsarbeiten und Sicherheit:

Kollektivschutz (Geländer) – Vorrangig

Kollektivschutz, wie z.B. Geländer, hat oberste Priorität, da es alle Personen schützt, ohne dass individuelle Maßnahmen erforderlich sind. Diese Systeme bieten

kontinuierlichen Schutz und minimieren Wartungsaufwand zudem Kosten die für TÜV abnahmen anfallen, weil sie fest installiert sind.

Individualsicherung (PSAgA - Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz) – Zweitrangig

Wenn Kollektivschutz nicht möglich ist, wird individuelle Absturzsicherung durch PSA verwendet. Sie umfasst Gurte und Seile, die eine Person individuell sichern. Wartungsarbeiten an PSA sind regelmäßig erforderlich, um Sicherheit zu gewährleisten.

Arbeitsplatzpositionierungssysteme (SZP) – Ergänzend zur Individualsicherung

Diese Systeme halten den Arbeiter in einer sicheren Arbeitsposition und verhindern einen Absturz. Sie sind oft Teil von PSAgA, kommen jedoch nur in speziellen Situationen zum Einsatz und erfordern genaue Planung und regelmäßige Überprüfung.

Von den Anschlagpunkten und dem Personensystem.

Auffangsysteme – Als letzte Lösung

Auffangsysteme dienen dazu, einen Absturz abzufangen und die Auswirkungen zu mindern. Diese Systeme sind nur dann einsetzbar, wenn weder Kollektivschutz noch Rückhaltesysteme möglich sind. Sie erfordern besonders hohe Wartungsansprüche und eine gründliche Inspektion nach jedem Einsatz.

Rückhaltesysteme – Vor Auffangsystemen zu bevorzugen

Diese Systeme verhindern den Absturz durch Beschränkung der Bewegungsfreiheit, sodass die Absturzkante nicht erreicht wird. Sie sind vor Auffangsystemen zu verwenden und reduzieren das Risiko eines Sturzes.

Zugang zum Dach

Der Zugang zum Dach sollte gut geplant und durch entsprechende Sicherheitsmaßnahmen wie Geländer, Leitern oder PSAgA gesichert sein, je nach den vorhandenen Bedingungen.

Zudem sind Laufwege sichtbar zu kennzeichnen, Kollektivschutz hat hier stets Vorrang, wenn es um den Zugang und die Sicherheit auf dem Dach geht.

Zusammengefasst: Bei Wartungsarbeiten und Absturzsicherung ist der Kollektivschutz (Geländer) immer die bevorzugte Maßnahme, gefolgt von PSA, wenn Kollektivschutz nicht möglich ist. Auffangsysteme sind die letzte Option, wenn kein Rückhaltesystem oder Positionierungssystem verwendet werden kann.

Weiterführende Informationen

Quellenangabe

Business& Biodiversity:

www.biodiversity-premises.eu

www.zukunftsgruen.org

KfW- Umweltprogramm 240/241

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-und-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Umweltprogramm-\(240-241\)](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-und-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Umweltprogramm-(240-241))

BuGG-Fachinformation „Solargründach“
(www.gebaeudegruen.info)

Informationsleitfaden Photovoltaik
https://dachdecker-in-sachsen.de/download/aa34reioqf80d1deif23vqfk82i/PV_Infoleitfaden.pdf



IMPRESSUM

Fachhilfe für Planung und Bau von PV-Gründächer-Kombinationen

Herausgeber und Copyright

Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG)

Bodensee Stiftung

Landesinnungsverband des Dachdeckerhandwerks Baden-Württemberg

Autoren

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

Christian Geschke, Landesinnungsverband des Dachdeckerhandwerks Baden-Württemberg

Daniela Dietsche, Bodensee Stiftung

Gestaltung/Layout

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

Entstanden in Zusammenarbeit von:

Bodensee Stiftung

Landesinnungsverband des Dachdeckerhandwerks

Baden-Württemberg

Handwerkskammer Karlsruhe

Handwerkskammer Ulm

Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau

Baden-Württemberg e. V.

Förderung

Gefördert durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit

und Tourismus Baden-Württemberg im Rahmen von

WEITER.mit.BILDUNG@BW

Titelfoto: Quelle Bundesverband GebäudeGrün e.V.

Kontakt

BUNDESVERBAND GEBÄUDEGRÜN E.V. (BUGG)

Albrechtstraße 13

10117 Berlin

Telefon 030 40054102

Telefax 0681 9880572

info@bugg.de

www.gebaeudegruen.info

VERBAND GARTEN-, LANDSCHAFTS- UND SPORTPLATZBAU E.V. BADEN-WÜRTTEMBERG E.V.

Filderstraße 109/111

70111 Leinfelden-Echterdingen

Telefon 0711 97566-0

Telefax 0711 97566-20

info@galabau-bw.de

www.galabau-bw.de

WBZU - WEITERBILDUNGSZENTRUM FÜR INNOVATIVE ENERGIETECHNOLOGIEN (WBZU) DER HANDWERKS-KAMMER ULM

Helmholtzstraße 6

89081 Ulm

Telefon 0731 1425-7520

Telefax 0731 1425-9000

wbzu@hwk-ulm.de

www.wbzu.de

BILDUNGS-AKADEMIE HANDWERKSKAMMER KARLSRUHE

Hertzstraße 177

76187 Karlsruhe

Telefon 0721 1600-400

Telefax 0721 1600-401

info@bia-karlsruhe.de

www.bia-karlsruhe.de

LANDUNGSINNUNGSVERBAND DES DACHDECKER-HANDWERKS BADEN-WÜRTTEMBERG

Rüppurrer Straße 13

76137 Karlsruhe

Telefon 0721 93 38 01-0

Telefax 0721 93 38 01-99

info@dachdecker-bw.de

www.dachdecker-bw.de

BODENSEE-STIFTUNG

Fritz-Reichle-Ring 4

78315 Radolfzell

Telefon 077 32 99 95-40

Telefax 07732 99 952-49

info@bodensee-stiftung.org

www.bodensee-stiftung.org



BuGG[®]
Bundesverband GebäudeGrün e.V.

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