



Freiburg 
IM BREISGAU

MACHBARKEITSSTUDIE
DACH- UND FASSADENBEGRÜNUNG



Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der Begrünung des durch das Gebäudemanagement der Stadt Freiburg (GMF) verwalteten Gebäudebestandes in Hotspots der Hitzebelastung

Stadt Freiburg i. Br., Umweltschutzamt
Ansprechpartnerin: Verena Hilgers
Telefon: +49761/201-6198
Fehrenbachallee 12
79106 Freiburg im Breisgau
Verena.Hilgers@stadt.freiburg.de
www.freiburg.de

20. Dezember 2020



Konzeption

Prof. Dr.-Ing. Nicole Pfoser
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen

Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Nicole Pfoser
Seiten 6–43, 48–62, 66–109
Verena Hilgers, Seiten 44–45
Gianna Tatzel, Vertiko GmbH
Stefan Brandhorst, Vertiko GmbH
Florian Freutel, Vertiko GmbH
Seiten 110–161

Haftungsausschluss

Die Ersteller*innen dieser Broschüre übernehmen keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Die bildlichen, grafischen und textlichen Inhalte vorliegender Informationsschrift wurden mit Sorgfalt und bestem Wissen in größtmöglicher Aktualität aus eigener Forschung und fremden Schriften zusammengestellt. Haftungsansprüche gegen die Ersteller*innen, die sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, welche durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter oder unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

Abb. 1 (Titelseite): Begrünung mit Kletterpflanzen, Stadthaus M1, Freiburg i. Br., raderschallpartner ag landschaftsarchitekten (© Jakob AG)

Abb. 2: Wohngebäude Freiburg (© Vertiko)

Hinweise

- Namen in Klammern (...) verweisen auf dem Text zugrunde liegende Literatur, wissenschaftliche Studien und Gutachten. Das Literaturverzeichnis befindet sich auf Seite 159 ff.
- Bei den abgebildeten Schnitt- und Grundrisszeichnungen handelt es sich um schematische Darstellungen ohne Anspruch auf konstruktive Vollständigkeit.
- Allen, die durch Überlassung ihrer Bildvorlagen, durch Erteilung einer Reproduktionserlaubnis und durch Auskünfte am Zustandekommen dieser Broschüre mitgewirkt haben, sagen wir herzlichen Dank. Die überwiegende Anzahl der Zeichnungen für dieses Buch sind Eigenanfertigungen. Abbildungen und Piktogramme ohne Bezeichnung oder Verfasser*innennachweis stammen von den Autor*innen. Bei abgebildeten Schnitten zu Wand- und Dachaufbauten handelt es sich um schematische Darstellungen ohne Anspruch auf konstruktive Vollständigkeit.



Abb. 2

Motivation

- 06** Beweggründe zur Gebäudebegrünung
- 08** Leistungskriterien Gebäudeoptimierung
- 09** Leistungskriterien Umfeldverbesserung

Dachbegrünung

- 12** Anforderungen/örtliche Bedingungen
- 13** Bauweisen der Dachbegrünung
- 14** Konstruktionskriterien
- 19** Versorgungstechnische Kriterien

Fassadenbegrünung

- 20** Anforderungen/örtliche Bedingungen
- 20** Bauweisen der Fassadenbegrünung
- 24** Gestaltungspotenzial durch Fassadenbegrünung
- 26** Vegetationstechnische Kriterien
- 28** Versorgungstechnische Kriterien
- 30** Anforderung der Pflanzenauswahl

Machbarkeitsstudie

- 44** Ausgangslage
- 46** Methodik und Vorgehensweise
- 47** Vorauswahl begrünungsgeeigneter Gebäude
- 66** Bewertung der Begrünungsvarianten

Empfehlungen

- 110** Begrünungsempfehlungen

Ergänzende technische Hinweise

- 148** Hinweise zu Kletterpflanzen
- 155** Hinweise zu wandgebundenen Begrünungen
- 158** Hinweise zu Dachbegrünungen
- 159** Kosten und Aufwand Gebäudebegrünung

Anhang

- 162** Beratung und Information
- 163** Literatur- und Internetverzeichnis

MOTIVATION

Beweggründe zur Gebäudebegrünung

In den 1980er und frühen 1990er Jahren standen vor allem ökologische Beweggründe bei der Realisierung von Gebäudebegrünungen im Vordergrund. Die mögliche Reduktion von Heizwärme- oder Kühlbedarfen spielte zu dieser Zeit nur eine geringe Rolle. Auch bei der Reduktion von Luftschadstoffen boten technische Innovationen noch ein größeres Reduktionspotenzial.

Heute steht bei der Entscheidung für eine Gebäudebegrünung ein breites Spektrum an Leistungsfaktoren im Vordergrund, zu denen auch immer die ökologischen Funktionen gehören. Bei der Benennung möglicher Leistungsfaktoren muss einerseits zwischen der Art des Gebäudes unterschieden werden (Privathaus, Geschosswohnungsbau oder Sonder-, Gewerbe- und Industriebauten) andererseits zwischen Leistungsfaktoren, die direkt auf das Gebäude einwirken und jenen, die eher das Gebäudeumfeld stärken. Für Freiburg i. Br. spielen sowohl die Potenziale zur Optimierung der Gebäude und ihrer Aufenthaltsqualität als auch die Potenziale zur Verbesserung des Gebäudeumfelds – insbesondere der Aufenthaltsqualität im Straßenraum – eine Rolle.

Die Leistungsfaktoren lassen sich grob in drei Kategorien einteilen: Ökologie/Umweltaspekte, Aufenthaltsqualität (unterteilt in Umfeldverbesserung und Gestaltung/Corporate Identity) sowie Kostenvorteile (siehe ebenfalls Abb. 47 ff.).

Der Part 'Ökologie/Umweltaspekte' hat in den vergangenen Jahren unter dem Druck des Klimawandels, der damit verbundenen Verstärkung stadtklimatischer Probleme (Überhitzung, Zunahme von Starkregenereignissen etc.) und der daraus resultierenden Anpassung urbaner Gebiete an den Klimawandel, erheblich an Bedeutung gewonnen. Auch wenn begrünte Einzelgebäude nicht in der Lage sind, ein ganzes Viertel stadtklimatisch 'zu retten', so führt eine konsequente Anwendung passender Begrünungskonzepte in einem Quartier zu einer deutlichen Reduktion negativer stadtklimatischer Effekte (vgl. Abb. 7, 8 und Tabellen Leistungsfaktoren S. 8–9).

Der Aspekt der 'Aufenthaltsqualität' ist in jüngerer Zeit durch besonders intensive Gebäudebegrünungen in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Dach- und Fassadenbegrünungen werden an Wohngebäuden heute zum Image- und Identifikationsfaktor (vgl. „Bosco Verticale“, Mailand oder „Wagnis 4“, München, Stadthaus M1, Freiburg i. Br.). Auch das in den Innenstädten an wechselnden Orten zu findende „Grüne Zimmer“ wird gerne angenommen. Diese Projekte vereinen die Suche nach einer zukunftsfähigen, ökologisch bewussten Lebensweise mit einem hohen Gestaltungsanspruch.

Abb. 3: Mögliche Zielsetzungen (Motivation) zur Gebäudebegrünung (Nicole Pfoser)



Klimaadaptation

Wasserrückhalt/
Verdunstung
Temperatenausgleich



Ökologie/Umweltaspekte

Luftqualität, Artenvielfalt,
wasserwirtschaftliche Aspekte



Umfeldverbesserung

Aufenthaltsqualität,
Gestaltungsvielfalt,
Lärminderung



Imagefaktor

Attraktion,
Corporate Identity



Kostenvorteile

Energieeinsparung,
Fassadenschutz (UV, ΔT),
Wasserökonomie

Gebäudebegrünungen tragen inzwischen auch zur Reduktion der Betriebskosten (meist im Bereich Gebäudekühlung) bei. Die Höhe dieser Betriebskostenreduktion ist dabei jedoch stark von den baulichen Rahmenbedingungen (Dämmung, Passivhausstandard etc.) eines Gebäudes abhängig und teils entsprechend vernachlässigbar. Hohe Erwartungen werden an den Bereich der Potenziale von Gebäudebegrünungen zur Reduktion von Luftschadstoffen und bei der Lärmreduktion gestellt. Wie bei den stadtklimatischen Problemstellungen kann die Gebäudebegrünung bei Luft- und Lärmschutz ebenfalls ein Baustein in einem Baukasten bestehender Handlungspotenziale sein.

Die Grafiken der beiden folgenden Seiten zeigen die Potenziale hinsichtlich der Optimierung von Einzelgebäuden sowie der möglichen Umfeldverbesserung im Zusammenhang. Sie gliedern die Ergebnisse in den Bedarf über den Jahresverlauf, unterschieden in Maßnahmen, Wirkung und Einsparpotenziale durch Dach- und Fassadenbegrünungen. Die Übersicht ist als informative, motivierende Anleitung sowie als Überzeugungs- und Entscheidungsbasis zu verstehen. Die Tabellen der folgenden Seiten fassen die Leistungsfaktoren der Gebäudebegrünung übersichtlich zusammen und verweisen jeweils auf weiterführende Literatur.

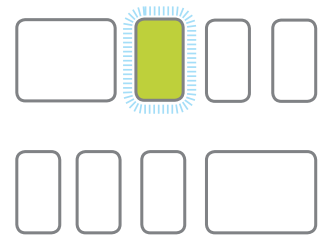


Abb. 4: Klimatische Wirksamkeit auf der Gebäudeebene. Ein begrüntes Gebäude im Quartier (Sandra Sieber 2017)

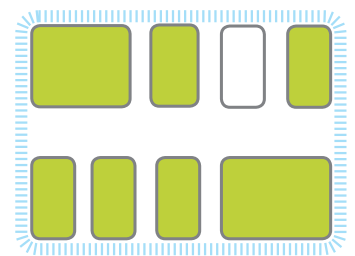


Abb. 5: Klimatische Wirksamkeit auf der Quartiersebene. Ein begrüntes Quartier (Sandra Sieber 2017)

Abb. 6: Das „Grüne Zimmer“, Wilhelminenstraße Darmstadt (Nicole Pfoser, 2019)



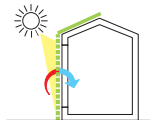
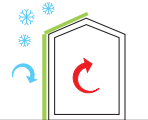
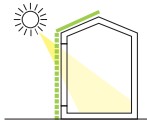
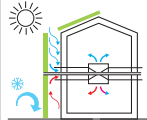
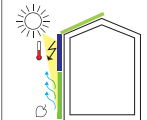
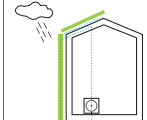
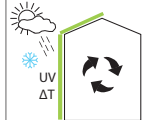
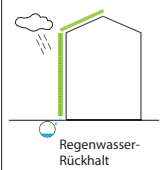
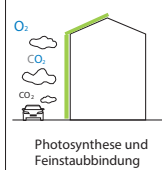
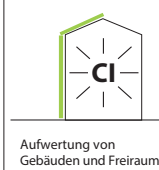
BEDARF	 Temperatur	 Licht	 Lüftung	 Elektrische Energie	 Wasser	 Material/ Ökobilanz	
MASSNAHME	 Adiabate Kühlung  Wärmehaltung/ Pufferwirkung	 Außen liegender Sonnenschutz	 Vorkonditionierung natürliche/kontrollierte Lüftung	 Umweltenergie	 Grauwassernutzung/ -reinigung	 CO₂-Bilanz	
WIRKUNG GEBÄUDE- BEGRÜNUNG	+ Vermeidung Aufheizung Gebäudeoberflächen/ Innenraum/Absorber durch Verschattung/ Verdunstungsleistung der Pflanzen + Reduktion Wärme- verluste der Gebäudehülle + geringere Windbelastung + geringere Feuchte	+ Blendschutz durch Verschattung + Funktionsübernahme technischer Systeme + Pflanzenabhängig transluzent	+ Luftreinigung + Luftbefeuchtung + Kühlung der Zuluft im Sommer + ggf. Pufferwirkung der Zuluft im Winter	+ Wirkungsgrad- steigerung technischer Systeme + Unterstützung aktiver und passiver Energie- gewinnung	+ Trinkwasserersparnis + Kühlwirkung + Schadstoff-Filterung + Gestaltungselement	+ Kohlenstoff - Speicherung + O₂-Produktion + Energiebedarfsreduktion + Filterung von Feinstäuben + Bautenschutz/Verlänge- rung der Lebensdauer	
EINSPARUNG/ ZUGEGWINN	Einsparung Kühlkosten	Reduktion Wärmedurchgang	Reduktion Primär- energie, Einsparung Wartungskosten technischer Systeme	Unterstützung/ Entfall Klimageräte	Leistungssteigerung Photovoltaik, Einsparung Kühlenergie, Biomassegewinnung	Einsparung systemabhängig	Einsparung Fassaden-/ Dachmaterialien, Lebens- dauerverlängerung

Abb. 7/8: Gebäudeoptimierung und Umfeldverbesserung. Wirkungen sowie Einsparungen durch Gebäudebegrünung (© Nicole Pfoser)

Leistungsfaktoren Gebäudeoptimierung	
Materialschutz/Materialökonomie	
Schadstoffe/ Verschmutzungen	• Schutz der Fassade gegen Schadstoffe und Verschmutzung (Köhler 1993, Thönnessen 2002) • Oberflächenschutz vor thermischen Spannungen infolge teilflächiger Staubablagerung sowie vor chemischen Beanspruchungen (BSU 2013; Pfoser/Jenner 2014)
Witterungseinflüsse	• Schutz von Dach- und Wandkonstruktionen vor Temperaturextremen sowie Sturm- und Hagelschäden (Suda/Rudolf-Miklau 2012)
Lebensdauer- verlängerung	• Kostenvorteile durch Materialökonomie, Materialschutz (UV, Δt), Verlängerung der Lebensdauer, Reduktion Energiebedarf (Köhler & Nistor 2015) • Neben der Abminderung von solarstrahlungs- und materialbedingten Temperaturschwankungen wird die durch UV-Strahlung bedingte Materialalterung reduziert. Von einer Materiallebensdauererlängerung um 10–20 Jahre kann ausgegangen werden (DDV 2013; Hämmerle 2010)
Reduktion Energiebedarf/Leistungssteigerung	
Kühlleistung	• 85–95 % Verschattung durch Gerüstkletterpflanzen (Fischer 2002). • Kühlung durch Evapotranspiration und Verschattung bei Begrünung um ca. 30 °C (DeNardo et al. 2005; Scharf/Pitha/Trimmel 2012), Effektverstärkung durch Bewässerung. • Reduzierte sommerliche Aufheizung infolge Dachbegrünung (Temperaturamplitude Bitumendach: 50 °C/begrüntes Dach: 10 °C) (Berlin 2010). Verringerung des Wärmeeintrags unter extensiver Dachbegrünung (10–15 cm Substrataufbau) von 30–60 % gegenüber einem Kiesdach (Köhler/Malorny 2009). • In den Sommermonaten Umwandlung von 58 % der Strahlungsbilanz in Verdunstungskälte durch extensive Dachbegrünung (vgl. 5 % unbegrüntes Dach) (Schmidt 2003: 481–487; Berlin 2010: 16) • Leistungssteigerung von Photovoltaik-Aufdachanlagen um 4–5 % durch Modulkühlung (PV/Dachbegrünung vs. PV/Bitumendach (Wölfl 2011). • Einsparung von Energiekosten durch Prozesskühlung (Wasserdach) (Pfoser/Jenner 2014: 130–131)
Wärmehaltung	• Erhöhung der Dämmwirkung eines Dachaufbaus im Winter von 3–10 % durch 10–15 cm extensive Dachbegrünung (Vergleich bekiester Dachaufbau) (Köhler/Malorny 2009; Scharf/Pitha/Trimmel 2012). Dämmwirkung abhängig von Bewuchsdicke und -dichte, Substratschicht, Durchfeuchtung (Scharf/Pitha/Trimmel 2012) und vorhandenem Dämmstandard (Köhler 2012). • Zusätzlicher Wärmedurchlasswiderstand (R) von 0,14 bis 0,40 m²K/W (Substrathöhe 10 cm, wassergesättigt). Entsprechung: ca. 6–16 mm einer konventionellen Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) 040. (Köhler/Malorny 2009) • Hoher puffernder Einfluss: Messungen des Wärmedurchgangs (W/m²) von extensiven/intensiven Gründächern im Vergleich zu bekiesten bzw. mit Bitumen oder mit Blechpaneelen gedeckten Dächern (Scharf/Pitha/Trimmel 2012)
Wertsteigerung	
Nutzflächen- erweiterung	• Zusätzliche Grünflächen für private, gemeinschaftliche oder öffentliche Aktivitäten: z. B. Erholung, Spiel und Bewegung, Anbau von Obst und Gemüse • Steigerung des Immobilienwertes durch erhöhte Umgebungsqualität/Zugewinn an mietaktiver Fläche (BUE 2017: 18)
Lärmminderung	• Reduktion des Lärmdurchgangs von 5–46 dB(A) durch Schallabsorption und Schalldiffusion der Begrünung, abhängig von Frequenz (Hz), Substratfeuchte, Schichtenhöhe, Begrünungsaufbau, Belaubungszustand, Dachneigung und Lage (Conelly/Hodgson 2008; Lagström 2004; Mann 2000; Pfoser/Jenner 2014; Van Renterghem/Botteldooren 2008; Weber 2011)
Akzeptanz/Nachfrage	• Hohes Nachfrageinteresse aufgrund Umgebungsqualität/Freiraumangebot trotz städtischer Dichte (BUE 2017: 18)
Corporate Identity	• Alleinstellungsmerkmal, Identifikations-/Vertrauensbildung durch Naturelement, Aufwertung der Adresse, Medienwirksamkeit/Fernwirkung

BEDARF	 Wasser	 Vermeidung von Überhitzung	 Reduktion der Luftbelastung	 Akzeptanz	 Minderung der Lärmbelastung	 Biodiversität	
MASSNAHME	 Regenwasser-Rückhalt	 Regenwasser-verdunstung	 Adiabate Kühlung und Verschattung	 Photosynthese und Feinstaubbindung	 Aufwertung von Gebäuden und Freiraum	 Schallreflektion und -absorption	 Erweiterung Lebensraum für Flora und Fauna
WIRKUNG GEBÄUDE-BEGRÜNNUNG	+ Wasserrückhalt durch Minderung des Abflussbeiwerts + Verhinderung hoher Belastung der Kanalisation	+ Reduktion versiegelter Flächen + Erhöhung der Verdunstungsrate + Umgebungskühlung	+ Kühlung durch Verdunstung und Verschattung + Minderung städtischer Wärmeinseln	+ Kohlenstoffspeicherung + Sauerstoffproduktion + Feinstaubbindung und Verstoffwechselung von Luftschadstoffen + Oberflächenschutz	+ Verbesserung der Aufenthaltsqualität + Steigerung der Akzeptanz + Corporate Identity + Fernwirkung	+ Lärminderung durch Reflexions- und Absorptionsleistung + Reduktion Transmission Gebäude	+ trägt zur lokalen Artenvielfalt bei + Erweiterung Nahrungs- und Lebensraum + Trittstein für den urbanen Biotopverbund
 EINSPARUNG/ ZUGEWINN	reduzierte Niederschlagswassergebühr	Reduktion Starkregenereignisse / Sturm und Hagelschäden, Kanalentlastung	Schutz Material/ Klima/Gesundheit	Schutz Material/ Gesundheit	Attraktivität	Gesundheit, Sicherheit, Aufenthalts- und Kommunikationsqualität	Artenschutz und Förderung der biologischen Vielfalt

Leistungsfaktoren Umfeldverbesserung

Städtebauliche und freiraumplanerische Gründe

Aufwertung von Gebäuden und Freiraum	• Verbesserung des Wohnumfelds (Aufwertung der Adresse, Attraktion, Corporate Identity, psychologische/medizinische/soziale Vorteile) (vgl. Schlößer 2003; Volm 2002)
Gestaltungsvielfalt	• Visuelle und raumbildende Möglichkeiten der Anwendung (Pfoser/Jenner 2014) • Vielfalt an Begrünungsformen, breite Pflanzenauswahl mit unterschiedlichen Flächenbildern, Laub-, Blüten-, ggf. Fruchtfarben, Belaubungs- und Blühphasen (Pfoser/Jenner 2014)
Aufenthaltsqualität	• Gestaltungsvielfalt/Naturelement im Stadtraum, Minderung städtischer Aufheizung/Kühlwirkung, Sicht- und Windschutz, Lärmreduktion, Verbesserung der Luftqualität (Pfoser/Jenner 2014)
Lärminderung	• Minderung des Umgebungslärms von bis zu 6 dB(A) durch Schallabsorption und Schalldiffusion, abhängig von Frequenz (Hz), Verkehrsgeschwindigkeit, Begrünungsaufbau, Belaubungszustand, Substratfeuchte, Schichtenhöhe, Dachneigung und Lage (Cornelly/Hodgson 2008; Langström 2004; Mann 2000; Van Renterghem/Botteldooren 2008; Weber 2011)

Wasserwirtschaftliche Aspekte

Regenwasserrückhalt	• Wasserrückhaltekapazität bis 99% (abhängig von Substratzusammensetzung und Substratdicke/Anstauhöhe) (Pfoser/Jenner 2014: 152). Entsprechende Entlastung des städtischen Kanalsystems. • Reduktion von Abflussspitzen: Abflussbeiwert (Cs) gem. DIN 1986-100 (Ausgabe 12/2016): Intensivbegrünung = 0,1 Aufbau > 50 cm; 0,2 > 25 cm; 0,3 > 15 cm / Extensivbegrünung = 0,4 Aufbau > 10 cm; 0,5 < 10 cm (zum Vergleich Kiesschüttung = 0,8 / Abdichtungsbahnen = 1,0)
Regulierung städtischer Niederschläge	• Reduktion von Wetterextremen (Starkregenereignisse und Trockenperioden) durch lokalen Regenrückhalt und Verdunstungsleistung (Pfoser/Jenner 2014: 151–153; Schmidt 2003)

Beitrag zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung

Umgebungskühlung	• Reduktion der örtlichen Lufttemperatur im Vergleich zu unbegrüntem Dachern bis zu 17 °C (extensiv) und 18,5 °C (intensiv) und der lokalen Lufttemperatur um 1,7 °C (Pfoser/Jenner 2014: 178–179) abhängig von Gebäudehöhe, Vorfeuchte und meteorologischen Rahmenbedingungen • Kühlung durch Verdunstung und Verschattung (Beeinflussung des Mikroklimas): 20–40% Transpiration, 40–80% Reflexion sowie Absorption der Sonneneinstrahlung (Pfoser/Jenner 2014: 112)
Verdunstungsleistung	• Verdunstung von 200 l/m ² in einer Vegetationsperiode (Pflanzgefäße als Dachgartenbegrünung) (Bambach 2012) Verdunstung von 62–67% des Jahresniederschlags (Harlaß 2008).
Reduktion der Luftbelastung	• Kohlenstoffspeicherung, Sauerstoffproduktion, Feinstaubbindung und Verstoffwechselung von Luftschadstoffen • Verbesserung der Luftqualität innerhalb einer Straßenschlucht (PM ₁₀ -Konzentration/NO ₂ -Konzentration) (Pugh et al. 2012) • Ein Gründach gilt als CO ₂ -Senke (83 g C m ⁻² Jahr ⁻¹) (Heusinger/Weber 2017) • Stäube und Feinstäube „verklumpen“ auf den Blättern zu „nicht lungengängigen“ Partikeln. Diese werden dann im weiteren Jahresverlauf beim Blattfall mit dem Laub abgeführt (Ottelé 2011; Suda/Rudolf-Miklau 2012) • Moose nehmen pro Jahr ca. 2,2 kg/m ² CO ₂ auf (das entspricht der CO ₂ -Effizienz von Intensiv-Grünland) (Frahm 2008)

Naturschutzfachliche Aspekte

Eingriffsminimierung	• Dach- und Fassadenbegrünung zur Minimierung von Bodenversiegelung im urbanen Raum
„Trittsteine“/ Biotopverbund	• Verknüpfung eines erweiterten und verbesserten städtischen Nahrungs- und Lebensraumangebots für Tiere mit den stadtnahen Naturflächen (Brenneisen 2003; Köhler 1993; Zimmermann 1987)
Artenvielfalt	• Abhängig von unterschiedlichem Deckungsgrad und Abwechslungsreichtum der Vegetation sowie resultierender Individualzahl und -dichte der Fauna, Begrünungsform, Lage/städtische Situation, Flächengröße, Rückzugsfläche (Boden-, Wasser-, Wind-, Temperatur-, Nährstoffverhältnisse) und Alter des Lebensraums (Reifezeit) (Mann 1996; Zimmermann 1987)



Abb. 9: Sommerliche Kühlwirkung an Bauteiloberflächen durch Selbstklimmer (Nicole Pfoser 2011)

Anlass für die Begrünung des durch das Gebäudemanagement der Stadt Freiburg verwalteten Gebäudebestands

Die Stadt Freiburg ist durch ihre Lage im Oberrheingraben in puncto Hitze und Starkniederschläge besonders stark vom Klimawandel betroffen. Die Stadtverwaltung hat es sich seit über 10 Jahren zur Aufgabe gemacht die Anpassung an den Klimawandel in ihr Verwaltungshandeln zu integrieren.

Die Machbarkeitsstudie hat das Ziel zu überprüfen, inwieweit sich durch das Gebäudemanagement der Stadt Freiburg (GMF) bewirtschaftete Gebäude in Hotspots der Hitzebelastung für eine Gebäudebegrünung eignen. (Stadt Freiburg, Umweltschutzamt)

Die Beweggründe für Dach- und Fassadenbegrünungen können in allen Kategorien verortet werden: Klimaanpassung, Ökologie/Umweltaspekte, Umfeldverbesserung, Imagefaktor und Kostenvorteile. Auch die räumliche Ebene ist ein Entscheidungsfaktor: Stehen die Verbesserungen des Straßenraums im Vordergrund, sollen die Verbesserungen eher auf der Gebäudeebene wirken oder wird das Quartier als ganzes von einer Gebäudebegrünung profitieren?

- Im Bereich der Gebäude können besonders die adiabate Kühlleistung, die Wärmehaltung und der Schutz vor Überhitzung von Bedeutung sein (vgl. Abb. 7).

- Auf der Ebene des Straßenraums kann die Reduktion von Luftschadstoffen und Lärmbelastung sowie die Aufwertung des Straßenraums von Bedeutung sein (vgl. Abb. 11).
- Auf der Ebene des Quartiers kommen neben einer Regulierung der Hitzebelastung ebenfalls die Reduktionen von Luftschadstoffen und Lärmbelastung zum Tragen. Dazu die Erhöhung der Biodiversität und die Steigerung der Aufenthalts- und Wohnqualität im ganzen Quartier (vgl. Abb. 8).

Das städtebauliche Konzept zur Klimaanpassung (Handlungsfeld Hitze) (STEA-18/001) veranlasste dazu „...Handlungsoptionen zur Dach- und Fassadenbegrünungen bei Neubauten und Bestandsbauten“ aufzuzeigen.

Innerhalb des Klimaanpassungskonzeptes (Handlungsfeld Hitze) stehen u.a. die Entwicklung klimafunktionaler, vernetzter Grün- und Freiraumsysteme sowie klimaoptimierter Stadt- und Gebäudestrukturen im Vordergrund.

Die ab S. 44 vorgestellte Machbarkeitsstudie und ab S. 110 dargestellten Begrünungsempfehlungen betrachten neben den Lösungen zur Anpassung der klimatischen Situation zusätzlich nachfolgende Themenstellungen um eine umfassende Abwägung, basierend auf vergleichbaren Parametern zu ermöglichen.

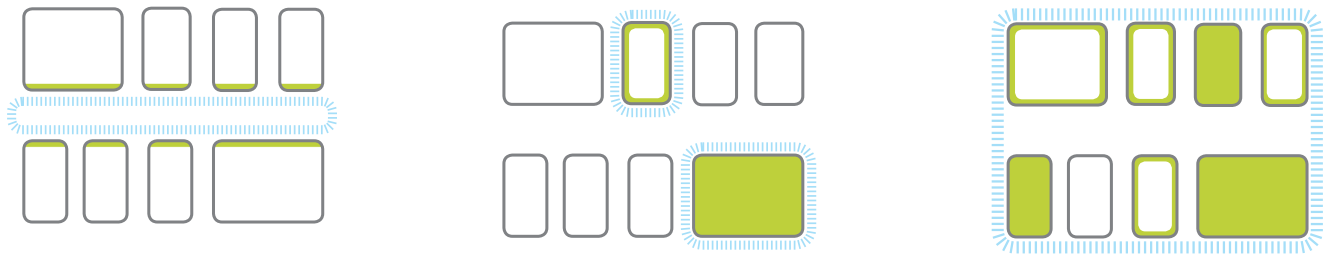


Abb. 10: In welchem räumlichen Kontext soll die Gebäudebegrünung wirksam werden? (Sandra Sieber/Nicole Pfoser 2017)

Lärmreduktion

Ein Abbau der Schallintensität wird über Entfernung (Minderung), Reflexion (Streuung) und Absorption (Dämpfung) bewirkt. Zur effizienten Lärminderung sind zunächst wandgebundene Fassadenbegrünungen sowie intensive Dachbegrünungen von Vorteil, welche durch das hohe Massengewicht ihrer Substrate den Abbau der Schallenergie begünstigen. Der Minderungseffekt durch Pflanzen ist stark von der Blätterdichte, der Blattfläche und -dicke sowie von der vorherrschenden Blattstellung abhängig (Wong et al. 2010a). Dabei wirken die Effekte der Reflexion und der Umwandlung von Schallenergie in mechanische Bewegung. Im städtischen Freiraum bewirkt die Absorptionsfläche „Fassade“ an idealer Position eine Minderung der Schallausbreitung im Straßenraumprofil. Wandgebundene Begrünungen haben in der Regel bereits aus Gestaltungsgründen in der Vollaussprägung einen dichten flächendeckenden Bewuchs, dessen Schallbinnenreflexionen direkt vom Substrat, und/oder Substratersatz absorbiert werden.

Schadstoffbindung

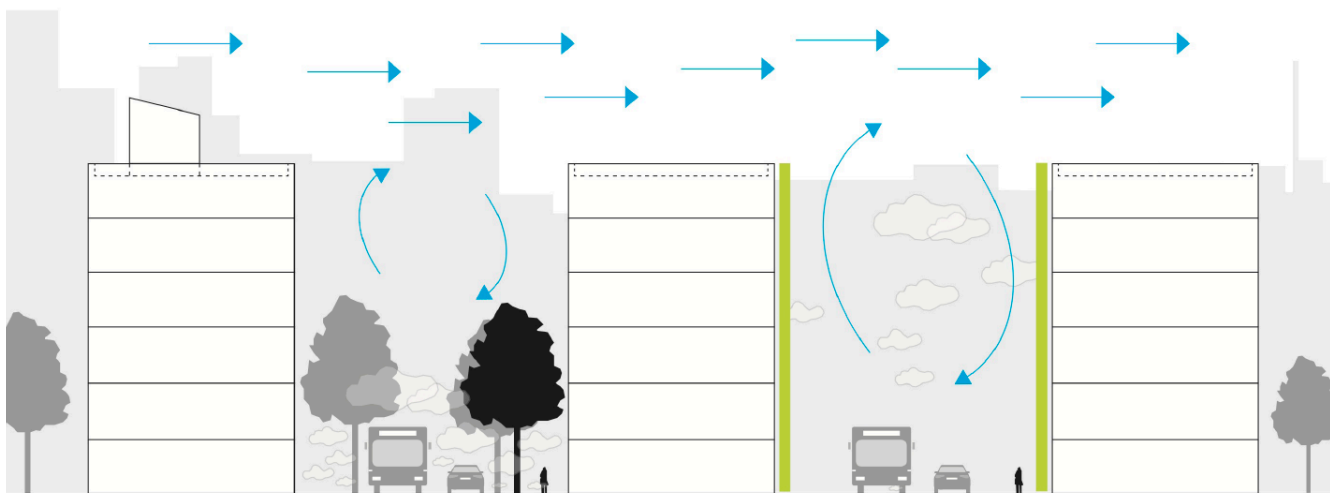
Die Konzentration von Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon liegt in Städten oftmals über den in der EU geltenden Grenzwerten (Nebel 2018)

und schädigt so Bewohner, Gewässer und Böden (Tomik 2019). Mit den Fähigkeiten der Staubbindung und der Photosynthese zeigt sich die Bedeutung von Vegetation im baulichen Kontext. Voraussetzung dafür ist der Erhalt der Pflanzenvitalität. Insbesondere Fassadenbegrünungen im Straßenraum können durch ihre große Blattmasse Feinstäube vor Ort filtern und binden. (Thönnessen 2002) Moose sind zudem in der Lage, organische Bestandteile zu verstoffwechseln. (Frahm 2007)

Gestaltung

Die Gestaltung städtischer Gebäude, insbesondere Fassaden, liefert häufig Ansatzpunkte für die Begrünungsfunktionen der architektonischen und klimatischen Aufwertung. Mit horizontalen oder vertikalen Begrünungsfeldern werden – neben dem Beitrag zur Verbesserung des Kleinklimas – Gebäudefassaden gegliedert, Proportionen betont oder gezielt korrigiert. Vollflächige Begrünungen verwandeln Fassaden in „Vertikale Gärten“. (siehe Begrünungsbeispiele S. 24 f.) Begrünte Dachflächen überzeugen zusätzlich zur gestalterischen Aufwertung mit ihrem Nutzungspotenzial.

Abb. 11: Schadstofffilter, Lärmschutz, Pfoser nach Preiss: BfN Expert*innenworkshop Vilm, Programm Fassadenbegrünung in Wien, 18.-19. November 2013



DACHBEGRÜNUNG

Anforderungen der Dachbegrünung

Die Gestaltung von Dachbegrünungen umfasst eine große Breite prinzipieller Lösungsmöglichkeiten. Angewandt auf das Nutzungsziel, auf die örtlichen baulichen und klimatischen Verhältnisse und die persönlichen Pflege- und Wartungsmöglichkeiten, ergibt sich die Gruppe realistischer Alternativen, die den Rahmen für individuelle Gestaltungsabsichten und für den Finanzierungsbedarf vorgibt. Wie im Vorkapitel beschrieben, beeinflusst die Umsetzung genutzter Dachbegrünungen die Qualitäten des Umfelds und die Wertschöpfung der eigenen Immobilie in vielfacher Hinsicht positiv, sodass sie – meist mehr als die gebaute Nutzfläche selbst – als ökologisch und wirtschaftlich gut begründete Investition in die Zukunft gewertet werden kann.

Für eine in diesem Sinn erfolgreiche Weiterentwicklung müssen rechtzeitig Vorbedingungen beachtet werden: Da der Erfolg von zahlreichen Faktoren abhängt, ist eine frühe Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner, dem Haustechniker, dem Garten- und Landschaftsarchitekten und dem jeweiligen Bezirk sowie der genehmigenden Fachbehörde anzuraten, um ein durchdachtes Konzept vorlegen zu können, welches das Baugenehmigungsverfahren erleichtert und ggf. finanzielle Entlastungen als Gegenwert für einen gesamtstädtischen klimatischen Nutzen ermöglicht. Aus dieser interdisziplinären Vorarbeit entwickelt sich die endgültige Lösungsbreite als Grundlage des weiteren Handelns.

Auf den folgenden Seiten werden örtliche Bedingungen, Formen der Dachbegrünung und Pflanzenverwendung, Konstruktionskriterien sowie versorgungstechnische Kriterien dargestellt. Wesentliche Merkmale werden in konstruktiven und

vegetationstechnischen Entscheidungsparametern nach Begrünungsformen vergleichend zusammengefasst.

Örtliche Bedingungen

Die folgenden Kriterien dienen einer frühzeitigen Erkennung und Einbeziehung lagebedingter und peripherer (auch späterer) Beeinträchtigungen. Neben den konzeptionellen Zielsetzungen eines Dachbegrünungsvorhabens beeinflussen Fremdplanungen des nahen Umfelds die Begrünungsmaßnahme.

Ziel dieser Auflistung ist es, hilfreiche Gegenmaßnahmen noch im Zuge der Realisierung berücksichtigen zu können, die nach Fertigstellung nur mit erheblichem Aufwand oder gar nicht mehr nachgerüstet werden könnten.

Bei aller Vielfalt der Gebäudesituationen und ihrer Begrünungsmöglichkeiten kann diese Zusammenstellung der örtlichen Bedingungen zur Planung und Realisierung von Gebäudebegrünungen nicht vollständig sein. Aus den konkreten Verhältnissen können sich einzelne Schritte als unnötig bzw. weitere Schritte als notwendig erweisen.

- Höhe über NN
- Klimazone (Winterhärte)
- Himmelsrichtung/Ausrichtung (N-S-O-W)
- Durchschnittlicher Jahrestemperaturverlauf (Tiefsttemperaturen/Höchsttemperaturen)
- Durchschnittliche Sonnenscheindauer (Globalstrahlung)
- Regionaler Jahresverlauf der Niederschlagsmengen
- Vorherrschende Windrichtung und -stärke
- Dauerhaft freistehendes Gebäude oder Erwartung späterer Anbauten

- Regelmäßige Verschattung aus Baulichkeiten des Umfeldes
- Regelmäßige Verschattungen aus nahe stehender oder geplanter Vegetation (z. B. Bäume)
- Pflanzenstandort im Regenschatten aufsteigender Bauteile oder anderer Hochbauten
- Gründachtangierende Überbauungen (z. B. Sonnenschutz, Dachüberstände, Balkone)
- Denkmalschutz bzw. wertvolle historische Bausubstanz (Bestand)
- Erhaltungsqualität, bauliche Renovierungsbedürftigkeit des Daches, voraussichtliche Renovierungsintervalle
- Unterstützung der örtlichen Fauna (z. B. Lebensraum- und Nahrungsangebot für Insekten/Vögel)
- Windverwirbelung bzw. -umlenkung, Windschleusenbildung
- Regelmäßige Sonnenlichtreflexion durch benachbarte helle Wandflächen, Glas- bzw. Spiegelfassaden oder Glas- bzw. Solardächer
- Auswahl der passenden Begrünungsform/geeignete Pflanzenauswahl in Abhängigkeit von der Dachnutzung (z. B. begehbare Flächen, Solarenergiegewinnung mit Überlagerung/Verschattung)
- Lage und Ausbildung erforderlicher Begrenzungen der Wuchsausbreitung (z. B. unter Fenstern, zu aufsteigenden Bauteilen, zu Flächen aktiver Solarenergiegewinnung)
- Statische Prüfung von lastaufnehmenden Bauteilen, Abstimmung der Begrünungsform (extensiv/intensiv) und Pflanzenwahl (z. B. bei Bäumen)
- Klärung der Erreichbarkeit der Dachfläche für Pflege/Wartung (Treppe, Aufzug). Vorhaltung von Stellflächen für Wartungsgerät und -gerüst: Standort für Steiger bzw. Scherenhubtisch und Lagerort für Materialanlieferung.
- Leitungswasseranschluss/Regenwasserbevorratung. Klärung der Eignung für die Bewässerung.

- Möglichkeit der frostfreien Unterbringung einer Bewässerungsanlagentechnik, ggf. mit Nähstoffdosieranlage
- Möglichkeit zur Abführung von überschüssigem Wasser. Ggf. Abstimmung mit Stadtentwässerung
- Energieversorgung: Geräte zur Pflege, Wartung, Klärung der Kabelstränge/Leitungsführung
- Berücksichtigung von Zuluft, Abluft- bzw. Abgas- oder Dampfauslassen
- Berücksichtigung zusätzlicher Installationen (z. B. Absturzsicherung, Blitzschutz, Kabel)
- Berücksichtigung bei der Eingriffs- und Ausgleichsberechnung
- Problem der Zugänglichkeit zu giftigen Pflanzenbestandteilen bei anzunehmender Gefahr für Kleinkinder (z. B. Kindergarten, Spielplätze) gemäß der DGUV-Information 202-023 beachten
- Sonstiges (z. B. Einflüsse des Klimawandels oder regionale klimatische Besonderheiten)

Bauweisen der Dachbegrünung

Sind die örtlichen Verhältnisse geklärt und Zielvorstellungen bezüglich Gestaltung und Nutzungsanspruch entwickelt, steht der Planung und Umsetzung eine umfassende technische Variationsbreite zur Verfügung.

Der Begriff der Extensivbegrünung umfasst neben den häufig ausgeführten Begrünungen auf Substratschüttungen auch alternative Anwendungen (s. Abb. unten).

Klassische Intensivbegrünungen werden durch Pflanzgefäße ergänzt. Diese kommen zum Einsatz, wenn kein durchgängiger Begrünungsaufbau gewünscht ist. Sonderformen bieten Anwendungen für modulare Interimsbegrünungen oder als Retentionsdach zur Prozesskühlung und/oder Betriebswasserklärung.

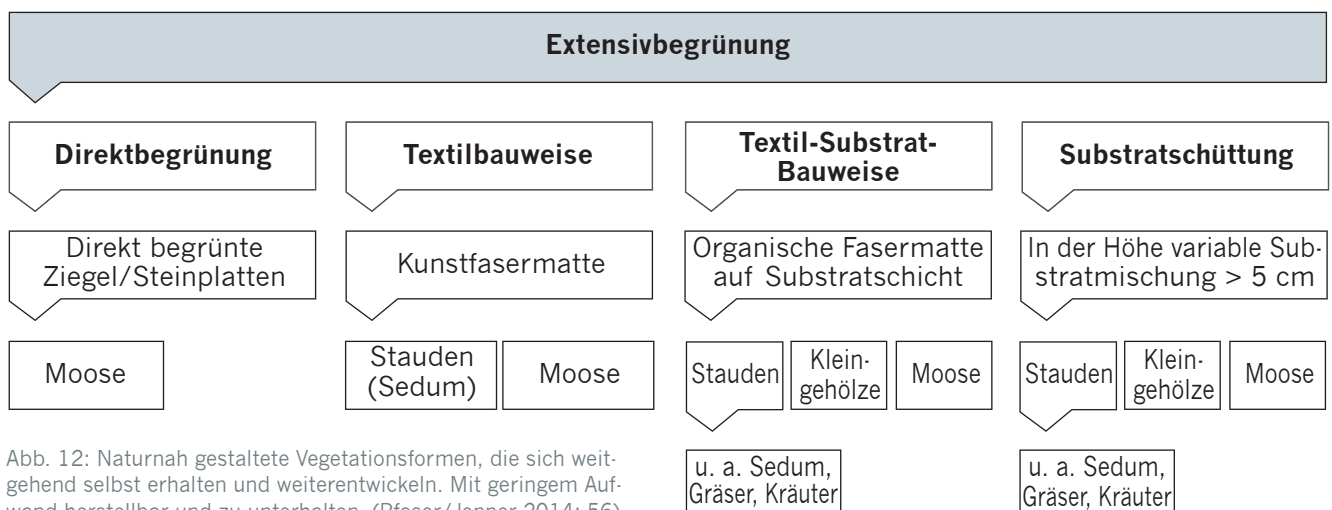


Abb. 12: Naturnah gestaltete Vegetationsformen, die sich weitgehend selbst erhalten und weiterentwickeln. Mit geringem Aufwand herstellbar und zu unterhalten. (Pfoser/Jenner 2014: 56)

Intensivbegrünung

Substratschüttung

Aufbau mit einer in der Höhe variablen Substratmischung > 15 cm

Rasen

Stauden

Gehölze

u. a. Sedum, Gräser, Farne, Kräuter, Zwiebel- und Knollengewächse

Pflanzgefäße

Substrat in Gefäßen
(Einzel- oder Linearbehälter)

Stauden

Gehölze

Moose

u. a. Sedum, Gräser, Farne, Kräuter, Zwiebel- und Knollengewächse

Abb. 13 (oben): Mit bodengebundenen Freiräumen vergleichbar (Nutzung und Gestaltungsvielfalt). Die Pflanzenauswahl stellt hohe Ansprüche an den Schichtaufbau. Nur durch intensive Pflege und regelmäßige Wasser- und Nährstoffversorgung dauerhaft zu erhalten. (Pfoser/Jenner 2014: 57)

Abb. 14 (unten): Modulare Bauweisen: zur Sofortbegrünung bzw. für Interimslösungen. Retentionsdächer: Dachbegrünungen, deren Aufbau auf eine möglichst große Abflussrückhaltung des Regenwassers ausgelegt ist. Biodiversitätsgründach zum Erhalt der Artenvielfalt (Grundlage: Pfoser/Jenner 2014: 57)

Sonderformen

Modulare Bauweisen

Substrat in Körben/Kassetten / Textil-Substrat-Matten / Substrattragende Rinnen

Stauden

Kleingehölze

Moose

u. a. Sedum, Gräser, Farne, Kräuter, Zwiebel- und Knollengewächse

Retentionsdach/Wassergründach

Wasserführung auf Substrat / Wasserführung in Substrat / Wasserführung unter Substrat

Stauden

Kleingehölze

Moose
bedingt

u. a. Sedum, Gräser, Kräuter

Biodiversitätsgründach

Passende Substratauswahl, Oberflächenmodulation für Begrünungsziel und Artenreichtum

Futterpflanzen für
Insekten und Vögel

standortgerechtes/gebietseigenes Saatgut

Ergänzende Bausteine der Biodiversität (z. B. Totholz, Kiesbeete, Gehölzpflanzungen)

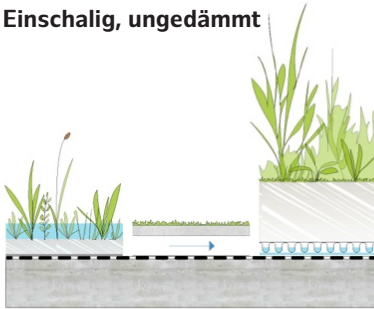
Konstruktionskriterien

Die Übersicht zeigt die Varianz üblicher Dachaufbauprinzipien in Verbindung mit geeigneten Begrünungstechniken. Der Begrünungsaufbau ist

abhängig von der Konstruktion und Tragfähigkeit des geplanten Dachaufbaus. Zu beachten sind die Hinweise zu den jeweiligen Aufbauvarianten.

Abb. 15–25: Konstruktionskriterien Dachbegrünung
(© Nicole Pfoser, Pfoser/Jenner 2014: 58 ff.)

Einschalig, ungedämmt



Massivkonstruktion Ortbeton oder Fertig- teil mit Abdichtung

Alle Begrünungs-
techniken möglich.
Tragkraft beachten!



Stahlskelett-Bauweise Metall (Trapezblech, Wellblech, Platten)

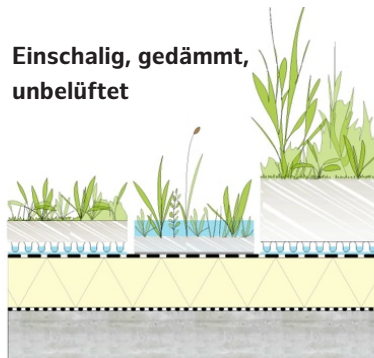
Alle Begrünungs-
techniken auf
separater Abdichtung
möglich.
Tragkraft beachten!



Holzskelett-Bauweise, Brettlagen/Tafeln mit Abdichtung

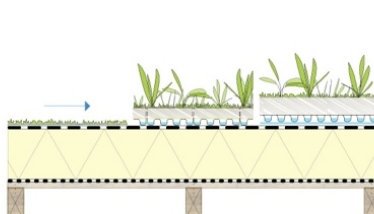
Alle „leichten“ Be-
grünungstechniken
möglich.
Tragkraft beachten!

Einschalig, gedämmt, unbelüftet



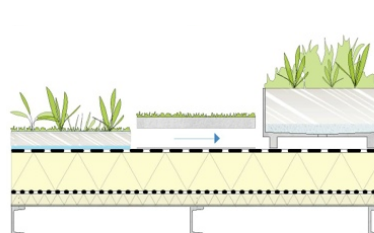
Massivkonstruktion mit Dampfsperre, ge- dämmt, Abdichtung

Alle Begrünungs-
techniken auf druck-
fester Dämmung
möglich. Auf Dampf-
sperre achten!
Tragkraft beachten!



Holzskelett-Bauweise mit Dampfsperre, ge- dämmt, Abdichtung

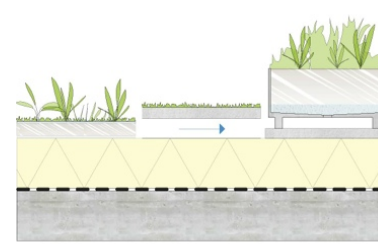
Alle „leichten“ Begrü-
nungstechniken auf
druckfester Dämmung
möglich. Auf Dampf-
sperre achten!
Tragkraft beachten!



Stahlskelett-Bauweise mit Trapezblech und Dampfsperre, ge- dämmt, Abdichtung

Alle Begrünungs-
techniken auf druck-
fester Dämmung mög-
lich. Auf Dampfsperre
achten!
Tragkraft beachten!

Einschalig, gedämmt, unbelüftet Umkehrdach

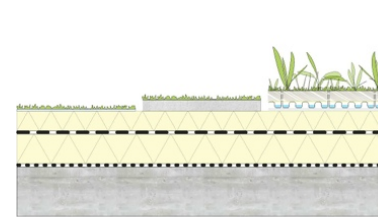


Massivkonstruktion mit Perimeterdämmung über Abdichtung

Keine dampfsperrenden
Begrünungstechniken
oder flächiger Wasser-
anstaue!
Druckfeste Dämmung!
Tragkraft beachten!

Substitution Steinplät-
ten/Kies bei flächiger
Begrünung

Einschalig, gedämmt, unbelüftet mit Zusatzdämmung

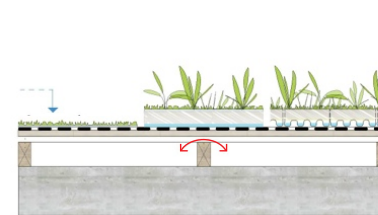


Massivkonstruktion mit Dampfsperre, ge- dämmt und abgedich- tet. Mit zusätzlicher Perimeterdämmung.

Keine dampfsperren-
den Begrünungstechni-
ken oder flächiger
Wasseranstaue!
Druckfeste Dämmung!
Tragkraft beachten!

Substitution Stein-
platten/Kies bei
flächiger Begrünung

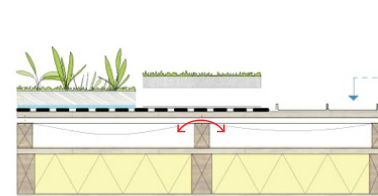
Zweischalig, ungedämmt, belüftet



Massivkonstruktion mit Gefälleaufbau in Holzbauweise mit Abdichtung

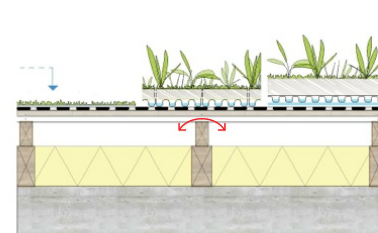
Alle Begrünungs-
techniken möglich.
Tragkraft beachten!

Zweischalig, gedämmt, belüftet



Sparrendach mit Schalung, Unter- spannbahn und ehe- maliger Dachdeckung aus z. B. Zinkblech

Alle „leichten“ Begrü-
nungstechniken auf
separater Tragschicht
für Abdichtung
möglich.
Tragkraft beachten!



Massivkonstruktion mit Gefälleaufbau in Holzbauweise mit Abdichtung

Alle „leichten“ Be-
grünungstechniken
möglich.
Tragkraft beachten!

Brandschutztechnische Erfordernisse

Zur Eindämmung von Flächenbränden trockener Begrünungen gilt DIN 4102-7. Für Extensiv- und Intensivbegrünungen werden unterschiedliche Anforderungen formuliert. Maßnahmen bei Intensivbegrünungen erfordern einen geringeren Aufwand, weil sie – bewässert, gepflegt und mit höherer Substratschicht – als reduziertes Risiko gelten.

Für Extensivbegrünungen wird ein ausreichender Widerstand gegen Flugfeuer und strahlende Wärme vorausgesetzt, wenn eine mindestens 3 cm dicke Dachsubstratschicht mit höchstens 20 Gewichtsprozenten organischer Bestandteile gegeben ist. Wo dies nicht erfüllt ist bzw. Vegetationsmatten aus Kunstfasern eingebaut wurden, ist ein Einzelnachweis nach DIN 4102 Teil 7 bei 15° Neigung in trockenem Zustand ohne Begrünung zu führen. Weitere Voraussetzung ist, dass Gebäudeabschlusswände, Brandwände oder Wände, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, mindestens 30 cm über das begrünte Dach (bezogen auf OK Substratschicht) geführt werden. Müssen

vorgenannte Wände nicht über Dach geführt werden, genügt eine 30 cm hohe Aufkantung aus nichtbrennbaren Baustoffen oder ein 100 cm breiter Streifen aus massiven Platten (Baustoffklasse A) oder eine mindestens 5 cm dicke Schicht aus Grobkies.

Vor Öffnungen in der Dachfläche (Dachfenster, Lichtkuppel) und vor Wänden mit Öffnungen ist ein mindestens 50 cm breiter Streifen aus massiven Platten oder einer mindestens 5 cm dicken Schicht aus Grobkies anzuordnen, es sei denn, dass die Brüstung der Wandöffnung mehr als 0,8 m über OK Substrat hoch ist.

Vor Dachausstiegen ist eine Fläche von mind. 1 m x 1 m mit massiven Platten oder einer mindestens 5 cm dicken Schicht aus Grobkies zu belegen. Bei aneinandergereihten, giebelständigen Gebäuden ist im Bereich der Traufe ein horizontal gemessener mindestens 100 cm breiter Streifen ständig unbegrünt zu halten und mit einer nicht brennbaren Dachhaut zu versehen.

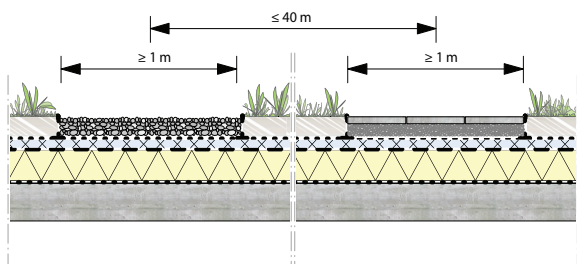


Abb. 26: Mindestens alle 40 m ein Streifen aus Kies oder Betonplatten (DIN 4102-7, Pfoser nach Slama 2011: 2)

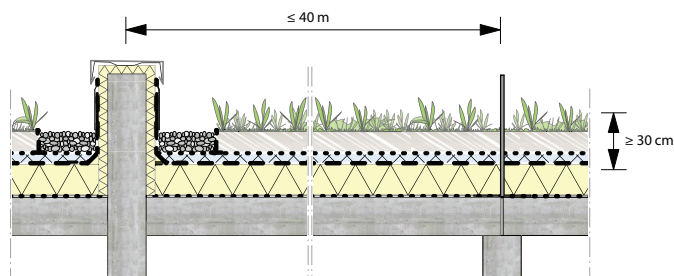


Abb. 27: Alternativ alle 40 m über das Dach reichende aufgebende Wände, mindestens aus Baustoff DIN 4102-A (DIN 4102-7, Pfoser nach Slama 2011: 1)

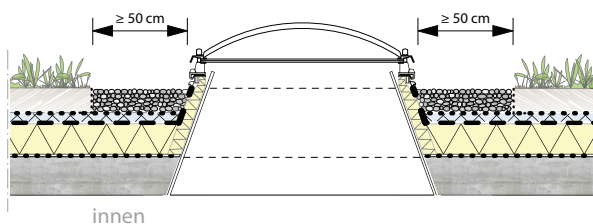


Abb. 28: Schutzstreifen um Dachöffnungen (DIN 4102-7, Pfoser nach Slama 2011: 2)

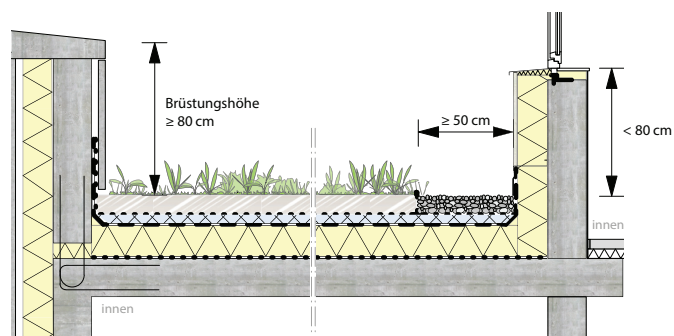


Abb. 29: Kieselstreifen vor aufgebenden Wänden mit Brüstungshöhe der Fenster < 80 cm (DIN 4102-7, Pfoser nach Slama 2011: 2)

Schutzstreifen

Auf Dachbegrünungen und ihre Randbereiche sowie technische Anlagen, die dort eingebaut sind, wirken erhebliche natürliche Kräfte ein: Neben Temperaturschwankungen im Wechsel der Jahreszeiten müssen Materialien und Verbindungen spontane Temperaturwechsel verkraften. Eine entsprechende Dilatation (Flexibilität) der Verbindungen, Randausbildungen und Materialzuschnitte ist zu beachten.

Abdichtungsränder und -anschlüsse müssen eine Einwurzelung zuverlässig ausschließen. Der Schutzstreifen kann waagrecht oder durch Hochführen der Abdichtung senkrecht ausgeführt werden. Die Abdichtung ist vollflächig konstruktiv gegen UV- und thermische Belastung zu schützen. Sensible Anschlussbereiche zwischen Bepflanzung und Funktionsteilen wie Entwässerungsrinnen oder -kehlen, Dachabläufen und Dachrändern müssen jederzeit gereinigt und gewartet werden können. Wie die dargestellten Prinzipschnitte zeigen, sind ausreichend breite, sturmsichere Randausbildungen (ggf. mit Wartungsweg) gut

geeignet, um Anschlussbereiche nicht zu übersehen und leicht kontrollieren zu können. An die Begrünung von Hochhausdächern bzw. an die Begrünung von Dächern, die an Hochhausfassaden angrenzen, werden besondere brandschutztechnische Anforderungen gestellt. Bauteile von Dächern müssen grundsätzlich aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Davon kann abgewichen werden, wenn vor der aufgehenden Hochhausfassade bzw. vor Fassadenteilen durchgängig ein 50 cm breiter Streifen aus nichtbrennbarem Material (massive Platten Baustoffklasse A oder eine mind. 5 cm dicke Schicht Grobkies) aufgebracht wird. Pflanzen mit einem hohen Anteil an ätherischen Ölen sind als Dachbegrünung auf Hochhausdächern auszuschließen. Im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens ist eine Dachaufsicht mit Angaben zur Bepflanzung und einem Pflege- und Wartungskonzept einzureichen, in dem ggf. erforderliche Rückschnitt- und Bewässerungsmaßnahmen sowie andere notwendige Pflege- und Instandhaltungsmaßnahmen erläutert werden.

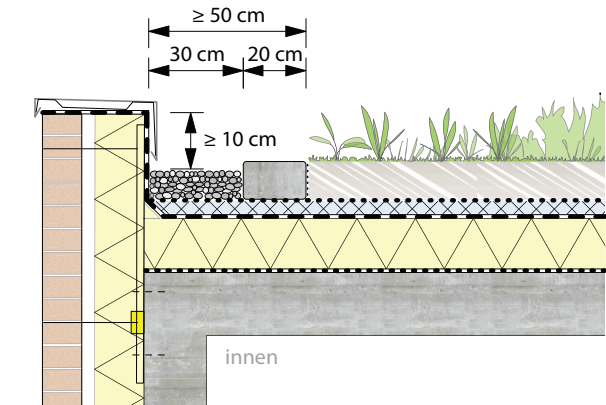


Abb. 30: Abstandstreifen aus Kies und Betonrandstein. Aufgehende Abdichtung durch abnehmbares Vorhangblech geschützt. (Pfoser nach Krupka 1992: 71, 125)

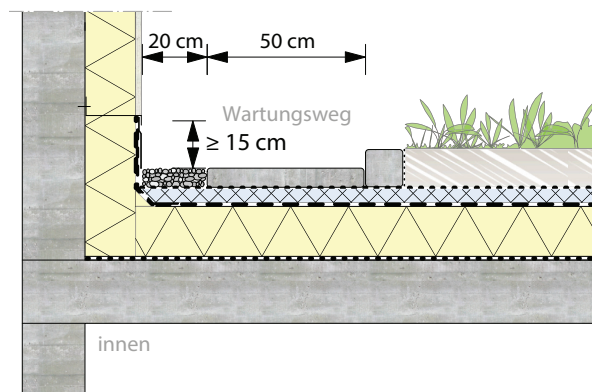


Abb. 32: Schutzstreifen am aufgehenden Bauteil, gleichzeitig den Brandschutzanforderungen genügend. Abdichtung durch Vorhangblech geschützt. (Pfoser nach Krupka 1992: 71, 127)

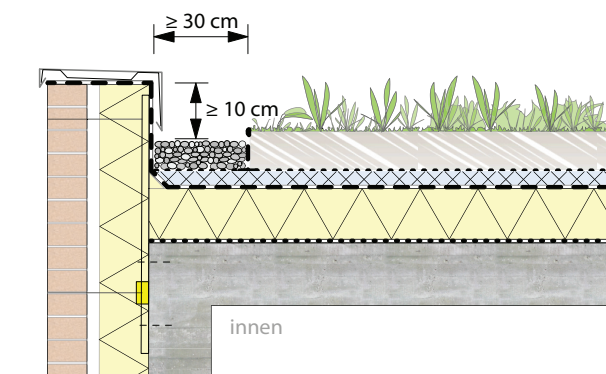


Abb. 31: Lösung ohne Betonrandstein, stattdessen Winkelblech als Randstütze aus nichtrostendem Stahl. (Pfoser nach Krupka 1992:125)

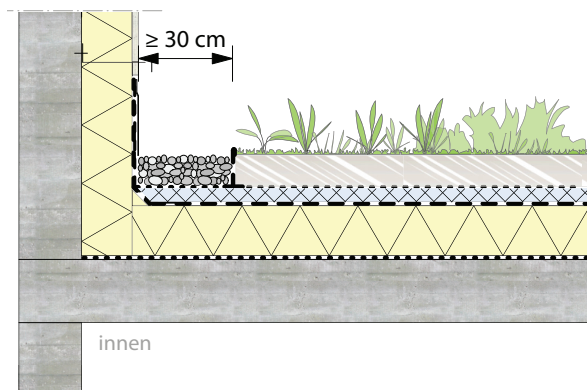


Abb. 33: Ausreichender Schutzstreifen bei erhöhter Abdichtung gegen Einwurzelung. Durch Abdeckprofil verwahrte Abdichtung. (Pfoser nach Köhler 2012: 52)

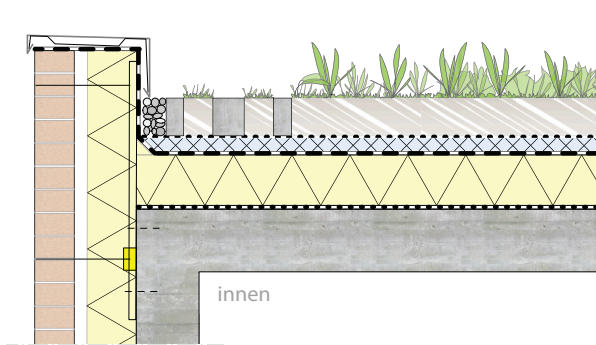


Abb. 34: Erhöhte Auflast im Dachrandbereich durch Rasengittersteine. Kiesstreifen für Maßtoleranzen und Temperaturschwankungen. (Pfoser nach Köhler 2012: 52)

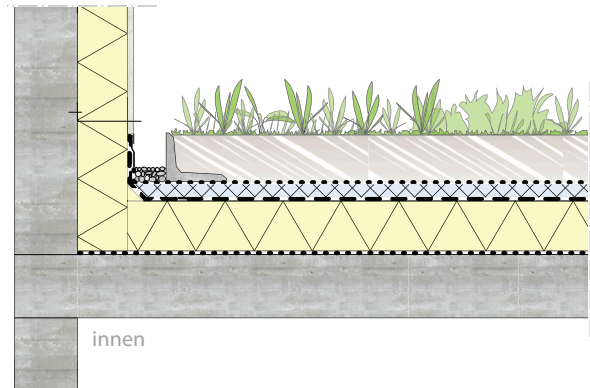


Abb. 37: Geringe Anschlusshöhe. Zurückgesetzte und mit Abgrenzungsprofil oder L-Stein eingefasste Begrünung (Pfoser nach Köhler 2012: 53)

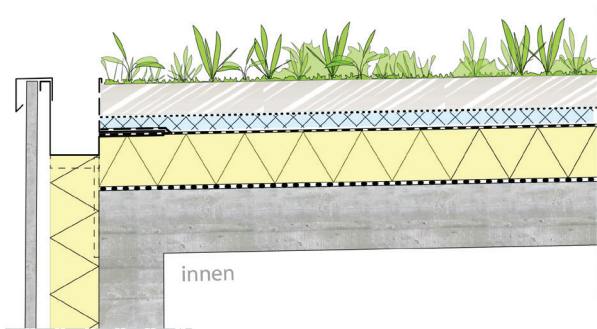


Abb. 35: Formal reduzierte Randausbildung. Vorkehrungen gegen Substratverwirbelung durch Windkräfte erforderlich (z. B. Textil-Substratbauweise). (Pfoser)

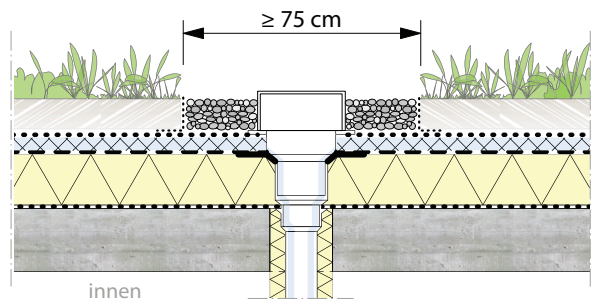


Abb. 38: Vegetationsfreier Schutzstreifen um einen Dachablauf mit Kontrollschacht. (Pfoser nach Krupka 1992: 71)

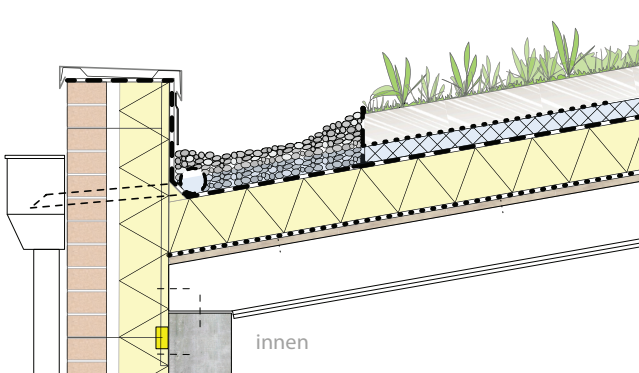


Abb. 36: Substratbegrenzung und Ausbildung der Randrinne mit Drainage sowie Entwässerung bei leicht geneigtem Dach (Pfoser nach Lagström 2004:117)

Regeln der Technik – Richtlinien und Normen

- Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie (2016)
- DIN 18531, Dachabdichtungen, Planungsgrundsätze (1991)
- DIN 18195, Teile 1 bis 10, Bauwerksabdichtungen
- Dachbegrünungsrichtlinie – Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen (FLL 2017)
- DIN 4102, Teil 7, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Bedachungen / DIN V ENV 1187, Prüfverfahren zur Beanspruchung von Bedachungen durch Feuer von außen
- Mustererlass der ARGEBAU „Brandverhalten begrünter Dächer“, Juni 1989
- VStättVO – Versammlungsstättenverordnung § 4

Versorgungstechnische Kriterien

Die Zielsetzung einer gestalterischen, ökonomischen und ökologischen Aufwertung von Gebäuden wird u. a. durch intakte Dachbegrünungen unterstützt. Eine fachgerechte Ausführung sowie eine gesicherte Versorgung und Pflege sind die Voraussetzungen für eine dauerhafte Funktionsfähigkeit von Dachbegrünungen und helfen damit, das städtische Begrünungsdefizit zu kompensieren.

Anforderungen an das Substrat (vgl. Preiss 2013: 19)

Die Qualität des Substrats bestimmt maßgeblich den Erfolg der Dachbegrünung. Wesentliche Kriterien sind: hohe Formstabilität, wenige organische Bestandteile, geringes Gewicht (Trockenzustand), hohe durchgängige Wasserspeicherfähigkeit, ausreichende Luftkapazität bei Wassersättigung, gute Aufnahmefähigkeit von Nährstoffen, gute Resistenz gegen pH-Wert-Verschiebung (z. B. gegen sauren Regen), frei von Schädlingen, Krankheitserregern und Samenverunreinigung, geringer Feinanteil, um Verhärten/Verschlämmen zu vermeiden.

Be- und Entwässerung

Jede Art von Dachbegrünung benötigt eine qualifizierte Be- und Entwässerung, die bereits frühzeitig in der Planung zu berücksichtigen ist. Letztere wird insbesondere für das Abfließen des Überschusswassers bei Flachdächern benötigt. Während Bewässerungen bei Extensivbegrünungen in der Regel nur in der Anwuchsphase eingesetzt werden, sind sie bei Intensivbegrünungen in allen Phasen unerlässlich. Die Aufnahmefähigkeit des Substrats und die Rückhalteleistung der Drainschicht erfüllen für beide Begrünungsformen die Funktion eines überbrückenden Wasserspeichers. Für Trockenperioden sollte generell (auch bei Extensivbegrünungen) eine Möglichkeit zur Bewässerung vorgesehen werden (z. B. Wasseranschluss). Staunässe ist zu vermeiden. (FLL 2015) Folgenden Problemen sollte durch sorgfältige Planung, Ausführung und Wartung vorgebeugt werden: Substratübernässung sowie -austrocknung, Schädigung der Bepflanzung durch Schnee, Frost-/Eistage (vgl. Preiss 2013: 33), Druckverluste durch Leitungslängen bzw. Versorgungshöhe, Feinstoffablagerungen in Leitungen und Abgabestellen (Versinterung), Zisternenwasser: Feinstoff-Filter notwendig, Zisternenwasser: Chemikalieneintrag (Wachstumshemmer/Biozide) aus

z. B. Dachabdichtungen oder Fassadenanstrichen unterbinden. Häufigkeit und Intensität der Bewässerung sind von den folgenden Faktoren abhängig (vgl. Preiss 2013: 33): Verdunstungsintensität, Windstärke, Windrichtung, Exposition (z. B. Randlage), Wasserspeicherfähigkeit des Substrats bzw. des Substratersatzes, Staunässeverträglichkeit bzw. Trockenresistenz der Pflanzen, Wasser-/Nährstoffbedarf der Pflanzen. Zusatzbewässerungen sind über Tropf- bzw. Sprühschläuche möglich.

Pflege und Wartung

Ein frühes Planungskriterium ist die ganzjährige dauerhafte Sicherstellung der Zugänglichkeit aller Bereiche der begrünten Flächen zur Pflege und Wartung. Eine Pflanzenkontrolle soll regelmäßig durchgeführt werden. Prüf-/Wartungsintervalle sind einzuhalten, Bewässerungsüberwachungen sind von Vorteil, ein Stromanschluss ist erforderlich. Eine planmäßige Erfassung der notwendigen Schritte (Pflegekonzeption) ist zu empfehlen (wechselndes Personal): Daten wie Wasserqualität/-nachspeisung, Nährstoffgehalt/Nährstoffversorgung, Wartungsdaten, Lage der Entleerungsstellen usw. müssen festgehalten werden. Unterschieden wird zwischen Fertigstellungspflege (in der Anwuchsphase vor Abnahme des Objektes) und Entwicklungspflege (laufenden Pflegemaßnahmen nach erfolgreicher Dachbegrünung). FLL (2008) Die Entwicklungspflege von Extensivbegrünungen umfasst zwei Kontrollgänge pro Jahr. Sie beinhaltet u. a. das Entfernen von Fremdaufwuchs, Nachsaat/Nachpflanzung sowie die Kontrolle und Reinigung der Be- und Entwässerungseinrichtungen. FLL (2008) Im Zuge der Pflege/Wartung ist auf Nestbau usw. der angesiedelten Fauna Rücksicht zu nehmen.

Qualitätssicherung

Für Intensivbegrünungen ist der abnahmefähige Zustand entsprechend DIN 18916 bzw. DIN 18917 festzustellen. Für Extensivbegrünungen gelten ergänzend bzw. abweichend von DIN 18916 und DIN 18917 sowie ergänzend zu bzw. abweichend von ATV DIN 18320 die Kriterien der aktuellen FLL-Dachbegrünungsrichtlinie. Infrarot-/Luftbilddaufnahmen ermöglichen die Kontrolle der Dachbegrünungen (z. B. Vitalität, Deckungsgrad) durch die genehmigende Behörde.

FASSADENBEGRÜNUNG

Anforderungen der Fassadenbegrünung

Wenn die Zielstellungen zur Fassadenbegrünung feststehen, müssen die infrage kommenden Bauweisen sondiert und die Standortansprüche der fokussierten Pflanzen geklärt werden.

Ohne die fachgerechte Abstimmung von Gebäude, Kletterhilfe und Pflanze kann eine Fassadenbegrünung sich nicht zufriedenstellend entwickeln, ggf. sind sogar Schäden an Gebäude oder Vegetation die Folge. Daher wird vor der Darstellung der Begrünungsvarianten an dieser Stelle zunächst auf die elementaren Planungskriterien eingegangen.

Umgebung und Gebäude

Zu den allgemeinen Anforderungen der Pflanzen an die Gebäudeumgebung gehören äußere Einflussfaktoren wie z.B. Besonnung (vollsonnige, absonnige oder schattige Fassadenseite), die Bodenbeschaffenheit sowie die Nährstoff- und Wasserversorgung. Insbesondere im Gehwegbereich stellen Salzeinträge (Streusalz) oder Beschädigungen an der Basis der Pflanze ein erhebliches Problem dar.

Bei der Auswahl der Pflanzen ist zudem auf deren Stadtklimafestigkeit zu achten. Zur Kompensation versiegelter Flächen mit der Folge lang anhaltender Trockenperioden und zur Förderung kurzer Regenschauer ist die Verdunstungsrate zu erhöhen. Trockenheitsresistente Pflanzungen bieten Lösungen für pflegearme Bereiche, stehen jedoch einer erhöhten Verdunstungsrate entgegen. Integrierte Wasserkonzepte bieten Flächen zur Speicherung des Grau- und Niederschlagswassers, die das Stadtklima durch sommerliche Verdunstungskühlung verbessern, und Wasserreserven für Trockenperioden bereitstellen. Da sich nicht jede Begrünung für jeden Wand-

aufbau eignet (und umgekehrt), müssen Fassaden- bzw. Wandaufbau, Begrünungsbauweise und Pflanze gut aufeinander abgestimmt sein. Bei Gebäuden mit massiven Wandaufbauten ist das Angebot an Begrünungslösungen am größten, sofern die Wände schadens- und fugenfrei sind. In diesem Fall ist grundsätzlich alles möglich, von der Direktbegrünung bis zu wandgebundenen Bauweisen.

Bei geplanten oder bereits durchgeführten Sanierungen muss darauf geachtet bzw. geprüft werden, dass keine für die Pflanzen schädlichen Stoffe aus der Fassade ausgewaschen oder mit dem Regenwasser von Dachflächen an die Pflanzen gelangen. (Pfoser/Jenner 2014; Pfoser 2016). Bei etwaiger Behandlung der Fassade ist auf die Pflanzenverträglichkeit zu achten. Insbesondere bei einer Direktbegrünung kann es zu Anwuchsproblemen durch fehlende Haftung an der Wand bzw. dem Putz kommen.

Bauweisen der Fassadenbegrünung

Bei den möglichen Bauweisen der Fassadenbegrünung gibt es neben der Sonderform der Spaliergehölzen (siehe z. B. Großmann/Wackwitz 2005) zwei übergeordnete Systeme: die bodengebundenen Bauweisen, bei denen die Pflanzen direkten Kontakt mit dem örtlichen Erdboden haben, und die wandgebundenen Bauweisen ohne Kontakt zum anstehenden Erdreich (vgl. folgende Seiten). Dazu gibt es Kombinationen beider Systeme. Weiter kann zwischen temporärer und dauerhafter Begrünung unterschieden werden. Die temporäre Fassadenbegrünung (s. S. 23) kann auch eine gestalterische Zwischenlösung sein, bis die eigentliche, dauerhafte Begrünung ihre volle Raumwirkung erreicht hat. Temporäre

Bodengebundene Fassadenbegrünungen

Wandgebundene Fassadenbegrünungen

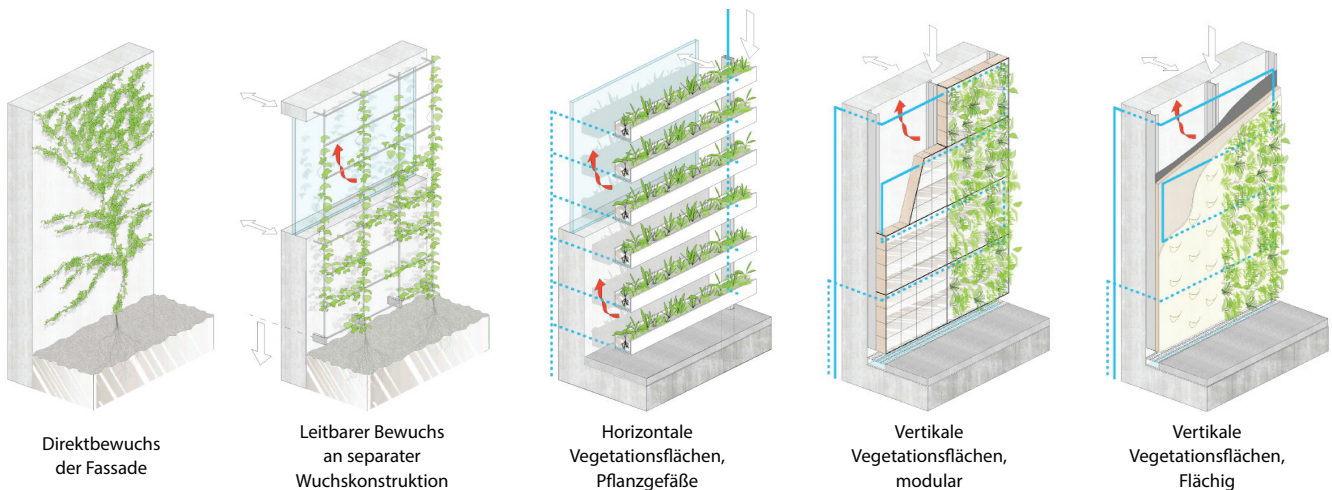


Abb. 39: Formen der Fassadenbegrünung (Nicole Pfoser 2013)

Begrünungen sind dann zu empfehlen, wenn eine schnelle Wirksamkeit und Sichtbarkeit erreicht werden soll.

Bodengebundene Fassadenbegrünung

Bei der bodengebundenen Fassadenbegrünung werden zwei Arten unterschieden: Die Selbstklimmer und die Gerüstkletterpflanzen. Die weitere Differenzierung ist vor allem bei Gerüstkletterpflanzen von Bedeutung, um den häufigsten Fehler zu vermeiden: die Auswahl der falschen Kletterhilfe. Ohne die passende Kletterhilfe können die Pflanzen nicht emporwachsen und verharren am Boden oder bilden dort ganze Matten. Für die direkte Begrünung mit Selbstklimmern braucht es rissfreie, standfeste Fassadenoberflächen (allgemein Beton, vollverputztes Mauerwerk oder mineralische Putzflächen). Pflanzenschädliche Anstriche oder Behandlungen sind zu vermeiden. Auf diesen Punkt ist besonders im Rahmen geplanter Sanierungen zu achten. Technische

Elemente, wie Zuluftöffnungen, Lüftungskappen oder auch Fallrohre und Feuerleitern müssen bei der Planung beachtet und ggf. durch Wuchsbegrenzungsbleche geschützt werden. Andernfalls muss im Zuge der Pflege auf ihre Freihaltung geachtet werden (regelmäßiger Rückschnitt).

Bei den Gerüstkletterpflanzen dienen Sekundärkonstruktionen als Wuchshilfe. Sie können je nach gewünschter Gestaltungsaussage aus Metall, Holz, GFK (Stäbe, Gitter) oder aus Draht- und Kunstfaserseilen bestehen. Die Konstruktionen dürfen nicht korrodieren, pflanzenschädlich beschichtet sein oder sich in der Sonne auf über 60 °C erhitzen. Bzgl. Dimension, Spannkraft und Wandabstand müssen sie auf die jeweiligen Eigenarten der Pflanzen abgestimmt sein (siehe Abb. S.26, S.31 ff.). (Pfoser/Jenner 2014, Pfoser 2016, Pfoser 2018)

Abb. 40: Systematik „Bodengebundene Begrünung“ (Grundlage: FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie 2000). (Nicole Pfoser 2016)

Bodengebundene Begrünung

Selbstklimmer

Wurzelkletterer
(WK)

Haftscheibenranker
(WK)

Gerüstkletterpflanzen

Schlinger
Winder (S)

Ranker
(R)

Sprenklimmer
(K)

Blattranker
Blattstielranker (RB)

Sprossranker
(RS)

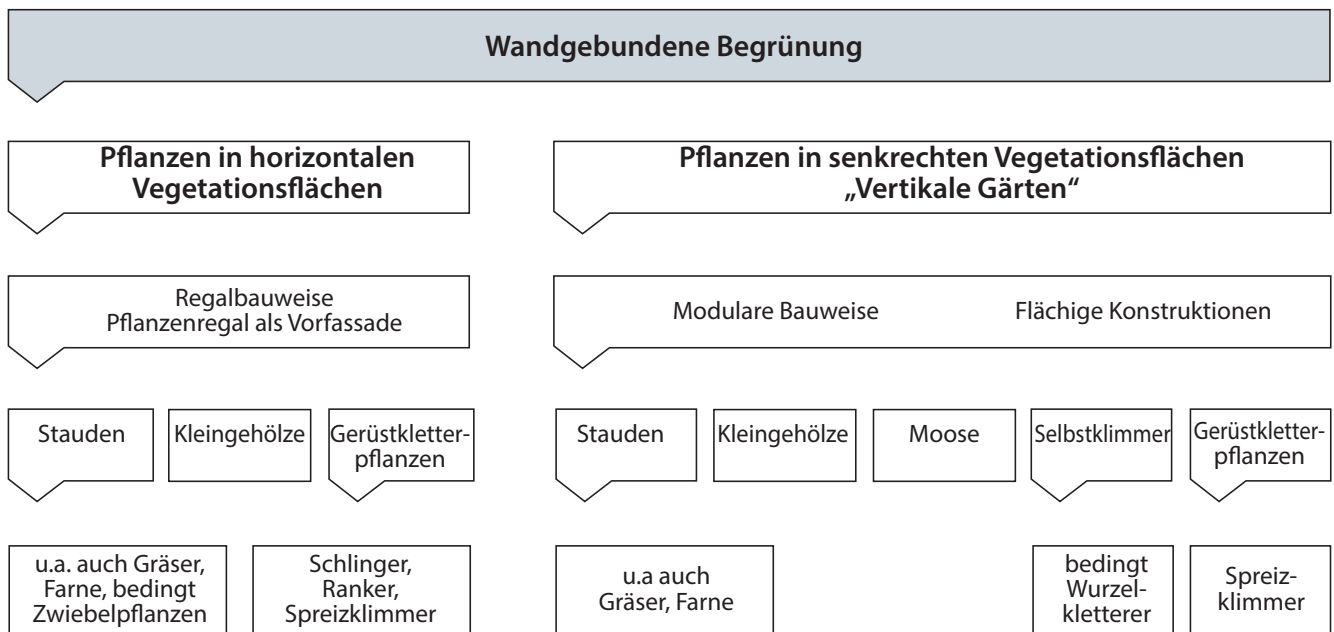


Abb. 41: Systematik „Wandgebundene Begrünung“. (Nicole Pfoser 2016)

Wandgebundene Fassadenbegrünung

Wandgebundene Begrünungen kommen zum Einsatz, wo die örtlichen Verhältnisse keine direkte Begrünung zulassen oder ein besonderer Imagefaktor mit der Begrünung erzielt werden soll. Es werden drei gängige Bauweisen unterschieden: die lineare, die modulare und die flächige Bauweise.

Für die „lineare Bauweise“ werden horizontal verlaufende Linear- oder Einzelbehälter an einer tragenden Sekundärkonstruktion so übereinander angebracht, dass sie die Wuchsgröße der Pflanzenauswahl oder den Lichteinfall vor Glasflächen nicht behindern. Für eine Begrünung vor Glasflächen sind sommergrüne Pflanzen zu wählen, mit dem Effekt der sommerlichen Verschattung und dem winterlichen Durchlass von solarer Wärmeenergie. Die Wasser- und Nährstoffversorgung verläuft frostsicher bis zur Begrünung, parallel verläuft eine Entwässerungsleitung. (Pfoser et al. 2014, Pfoser 2016, Pfoser 2018)

Die „modulare Bauweise“ besteht aus Elementeinheiten, die in Gärtnereien vorkultiviert werden können, um direkt nach Fertigstellung der Begrü-

nung das gewünschte Erscheinungsbild sowie die ökologische Leistungsfähigkeit zu gewährleisten. Zwischen Modulen und Gebäudewand müssen Feuchteabdichtung und/oder Durchlüftungsmöglichkeiten vorhanden sein. In der Unterkonstruktion oder innerhalb der Module verlaufen die Ver- und Entsorgungsleitungen. (Pfoser et al. 2014, Pfoser 2016, Pfoser 2018)

Bei der „flächigen Bauweise“ wird die zu begründende Ebene vollflächig mit einer verrottungsfreien Trägerplatte an der Sekundärkonstruktion befestigt. Die Pflanzen werden in Filztaschen oder Schlitz mit Substrateinlage gepflanzt. (Pfoser et al. 2014, Pfoser 2016, Pfoser 2018)

Temporäre Fassadenbegrünung im Überblick		Vorteile	Nachteile
Pflanzen/ System	einjährige Pflanzen ggf. in Kübeln oder Pflanzkästen	• einfach umzusetzen • schneller Begrünungseffekt • kostengünstig • hohe Akzeptanz • Eventfunktion	• geringe ökologische/ stadtklimatische Funktion • einmalige Aktion oder jährlich neuer Anreiz • Organisationsaufwand
Ziele	• sofortiger Begrünungseffekt bis zum Zeitpunkt, an dem die ausdauernde Fassadenbegrünung die gewünschte Höhe erreicht hat • Stadtmarketing • Anziehungspunkte schaffen, Aufwertung von Nebenstraßen, Fußgängerzonen etc.		
Fokus	schnelle Begrünung, Blühaspekt, Fruchtaspekt		

Bodengebundene Fassadenbegrünung im Überblick		Vorteile	Nachteile
Pflanzen/ System	ausdauernde Pflanzen zur bodengebundenen direkten Wandbegrünung oder an Rankkonstruktionen	• zum Teil einfach umzusetzen • dauerhafter Begrünungseffekt • sehr hohe ökologische und stadtklimatische Funktion • je nach System relativ kostengünstig • je nach Höhe einfach zu pflegen	• Auswahl geeigneter Pflanzen und ihrer Ranksysteme erfordert Fachwissen bzw. Beratung • hochwachsende Begrünungen sind aufwändiger zu pflegen • Boden- und Platzverhältnisse können im Straßenraum zum Ausschlusskriterium werden
Ziele	• stadtklimatische Verbesserung bzw. energetische Gebäudeoptimierung • ökologische Aufwertung • Verbesserung der Aufenthaltsqualität • gestalterische Aspekte		
Fokus	dauerhafte Begrünung		

Wandgebundene Fassadenbegrünung im Überblick		Vorteile	Nachteile
Pflanzen/ System	ausdauernde Pflanzen in wandgebundenen Systemen	• auch an Gebäuden möglich, wo Bodenschluss nicht gegeben ist • hohe Akzeptanz und großer Imagewert • je nach Größe hohe ökologische und stadtklimatische Funktion	• Planung, Ausführung und Pflege durch Fachbetrieb erforderlich • regelmäßige Wartung und Pflege unerlässlich • in Bau und Pflege teurer als bodengebundene Systeme
Ziele	• Marketingeffekt (z.B. für Geschäftsbau oder kommunale Liegenschaften) • Anziehungspunkte schaffen, Steigerung von Attraktivität und Aufenthaltsqualität • Begrünung auch an zunächst ungeeigneten Fassaden		
Fokus	dauerhafte Begrünung mit hohem Imagewert		

Abb. 42–44: Tabellen „Temporäre Fassadenbegrünung im Überblick“, „Bodengebundene Fassadenbegrünung im Überblick“ und „Wandgebundene Fassadenbegrünung im Überblick“ (nach Dettmar/Pfoser/Sieber 2016, S. 22–23)

Gestaltungspotenziale durch Fassadenbegrünung am Gebäude

Bodengebundene Begrünungen

Wandgebundene Begrünungen



Abb. 45: Rathaus, Anbau Gauchstrasse Innenhof (© Vertiko)

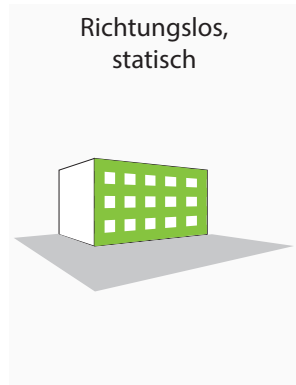


Abb. 46: © Nicole Pfoser 2013



Abb. 47: Vollbegrünung Wilder Wein im Herbst (Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 48: Wohnhaus Berlin (Foto: diebold zraggen, © Vertiko & skygardens)



Abb. 49: Wentzinger Schule (© Vertiko)

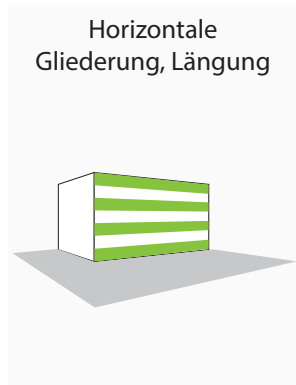


Abb. 50: © Nicole Pfoser 2013



Abb. 51: Weinreben (Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 52: Green Building (Foto: © Paul McClure)



Abb. 53: Rathaus, Anbau Gauchstrasse zum Brunnen Merianstrasse (© Vertiko)

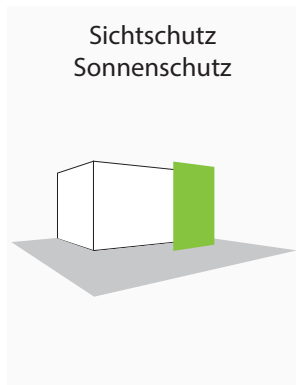


Abb. 54: © Nicole Pfoser 2013



Abb. 55: PTH, Frankfurt (Foto: Nicole Pfoser, 2013)

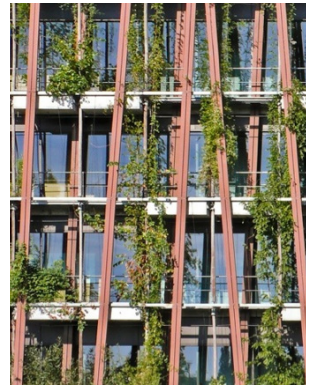


Abb. 56: Institut für Physik, Berlin-Adlershof (Foto: Nicole Pfoser, 2011)



Abb. 57: Clara Grundwaldschule Südseite (© Vertiko)

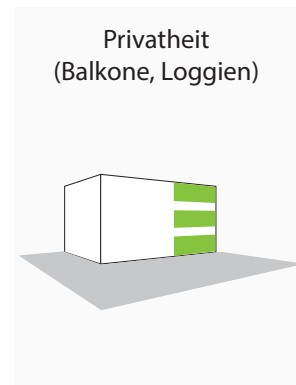


Abb. 58: © Nicole Pfoser 2013



Abb. 59: Stadthaus M1, Freiburg (Foto: © Jakob AG)

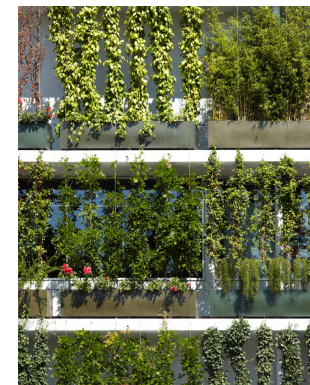


Abb. 60: Stücki Shopping, Basel (Foto: © Jakob AG)



Abb. 61: Feuerwehr Tullastraße, Suedseite (© Vertiko)



Abb. 62: © Nicole Pfoser 2013

Bodengebundene Begrünungen



Abb. 63: Begrünung mit Wisteria (Foto: © fassadengruen.de)

Wandgebundene Begrünungen



Abb. 64: BHV Homme, Paris (Foto: Nicole Pfoser, 2011)



Abb. 65: Stadtbibliothek Muens-terplatz (© Vertiko)



Abb. 66: © Nicole Pfoser 2013



Abb. 67: Pfarrhaus Paulusge-meinde Darmstadt (N. Pfoser)



Abb. 68: Living Wall, Vaduz Lichtenstein (© Vertiko GmbH)



Abb. 69: Clara Grundwaldschule (© Vertiko)



Abb. 70: © Nicole Pfoser 2013



Abb. 71: Pfeifenwinde (Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 72: Living Wall, Hellers-dorf Berlin (© Vertiko GmbH)



Abb. 73: Wohnheim Mooswaldal-lee (© Vertiko)



Abb. 74: © Nicole Pfoser 2013



Abb. 75: CSS Luzern, Pergola Innenhof (Foto: © Jakob AG)



Abb. 76: Rotes Geißblatt (Foto: © fassadengruen.de)

Vegetationstechnische Kriterien

Bei der Auswahl von Pflanzen zur bodengebundenen Fassadenbegrünung (s. S. 32 ff.) müssen wie beschrieben Wuchsvorkehrung und Pflanze zusammenpassen. In der Abbildung 49 ist daher aufgeführt, welcher Ranktyp welche Form der Kletterhilfe benötigt.

Weitere Planungskriterien bei der bodengebundenen Fassadenbegrünung sind u.a.:

- die Dimensionierung und Rasterweiten der Wuchsvorkehrung
- der Abstand der Kletterhilfe zur Wand (Durchlüftung/Entfeuchtung)
- der Triebdurchmesser am Wurzelhals (Abstand der Pflanzen zur Wand)
- die Wuchshöhe (maximale Wuchshöhe kleiner als Höhe der Rankhilfe)
- die Wuchsbreite der Pflanze und der daraus resultierende Pflanzabstand einzelner Pflanzen
- die Lasteinflüsse von Laub, Frucht, Holz bzw. Tau, Regen, Schnee, Eis und Windlasten sowie Gewicht und Spannungszustände der Wuchsvorkehrung

Die Lasteinflüsse und weitere vegetationstechnische Kriterien sind in den nebenstehenden Grafiken (Abb. 78, Abb. 80) für die boden- und die wandgebundene Fassadenbegrünung aufgeführt.

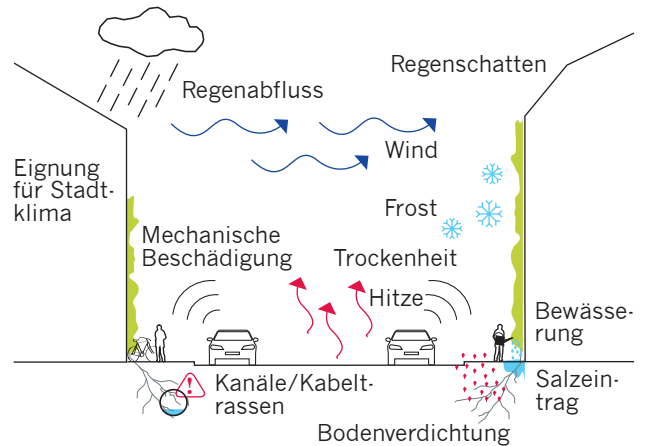


Abb. 77: Planungskriterien – äußere Einflüsse auf die Fassadenbegrünung (Nicole Pfoser/Sandra Sieber, 2017)

Abb. 78: Lasten und Dimensionierungen von Kletterhilfen (Nicole Pfoser, Grundlage: FLL 2000, DIN EN 1990, DIN EN 1991-1-4: 2010-12, Brandwein 2009, Brandwein 2016).

Selbstklimmer	Schlinger/Winder	Ranker	Spreizklimmer
	Konstruktionen mit vorwiegend senkrechter Ausbildung 	Gitter- und Netzförmige Konstruktionen 	Konstruktionen mit vorwiegend waagerechter Ausrichtung oder gitter-/netzförmige Konstruktionen
Lasteinflüsse (Laub/Frucht/Holz): ca. 170 - 2230 kg/Pflanze (bei ungehemmten Wuchs/tropfnass)	Lasteinflüsse (Laub/Frucht/Holz): ca. 5 - 30 kg/m ² (Gewichtsschätzung bei fachgerechtem Schnitt/tropfnass)	Lasteinflüsse (Laub/Frucht/Holz): ca. 6 - 21 kg/m ² (Gewichtsschätzung bei fachgerechtem Schnitt/tropfnass)	Lasteinflüsse (Laub/Frucht/Holz): ca. 7 - 14 kg/m ² (Gewichtsschätzung bei fachgerechtem Schnitt/tropfnass)
+ Windlast (abhängig von Polsterdicke/Exposition – erhöhte Windlast in Gebäude- und Eckbereichen) + Gewichte aus Schnee, Eis	+ Gewichte Kletterhilfen (abhängig von Werkstoff und Materialeinsatz) + Windlast (abhängig von Polsterdicke und Exposition – erhöhte Windlast in Gebäude- und Eckbereichen) Schwingungsübertragung in die Primärkonstruktion vermeiden + Gewichte aus Schnee, Eis (Pflanze/Kletterhilfe – abhängig von örtlichen Bedingungen) + Spannungszustände von Kletterhilfen: Temperaturwechsel / Dickenwuchs der Kletterpflanzen (insbesondere Starkschlinger)		
ggf. Sicherung Intakte und pflanzenphysiologisch geeignete Wandfläche/Mauer	ggf. Seilparallele Aufleitung (s. rechte Abb. „Starkschlinger“) Ø Seil/Stab: 4-50 mm Abstand zueinander: 20-80 cm Vertikalabstand Abrutschsicherung oder Querstreben: 50 - 200 cm Feldmaße und Dimensionierung abhängig von natürlicher Endwuchshöhe, Pflanzenstärke und Schlingverhalten	Ø Seil/Stab: 4-30 mm Maschen-/Gitterweite: b 10-30 cm h 20-50 cm max. Feldmaße und Dimensionierung abhängig von natürlicher Endwuchshöhe und Pflanzenstärke	Vorzugsweise horizontale Ausrichtung. Vertikalabstand untereinander: ca. 40 cm Maschen-/Gitterweite: b 30-50 cm h 50 cm max. Feldmaße und Dimensionierung abhängig von natürlicher Endwuchshöhe und Pflanzenstärke



Abb. 79: Wandgebundene Begrünung mit Gerüstklet-
pflanzen. Fassadenausschnitt Physikgebäude der Humboldt-
Universität, Berlin-Adlershof (Foto: Nicole Pfoser 2011)

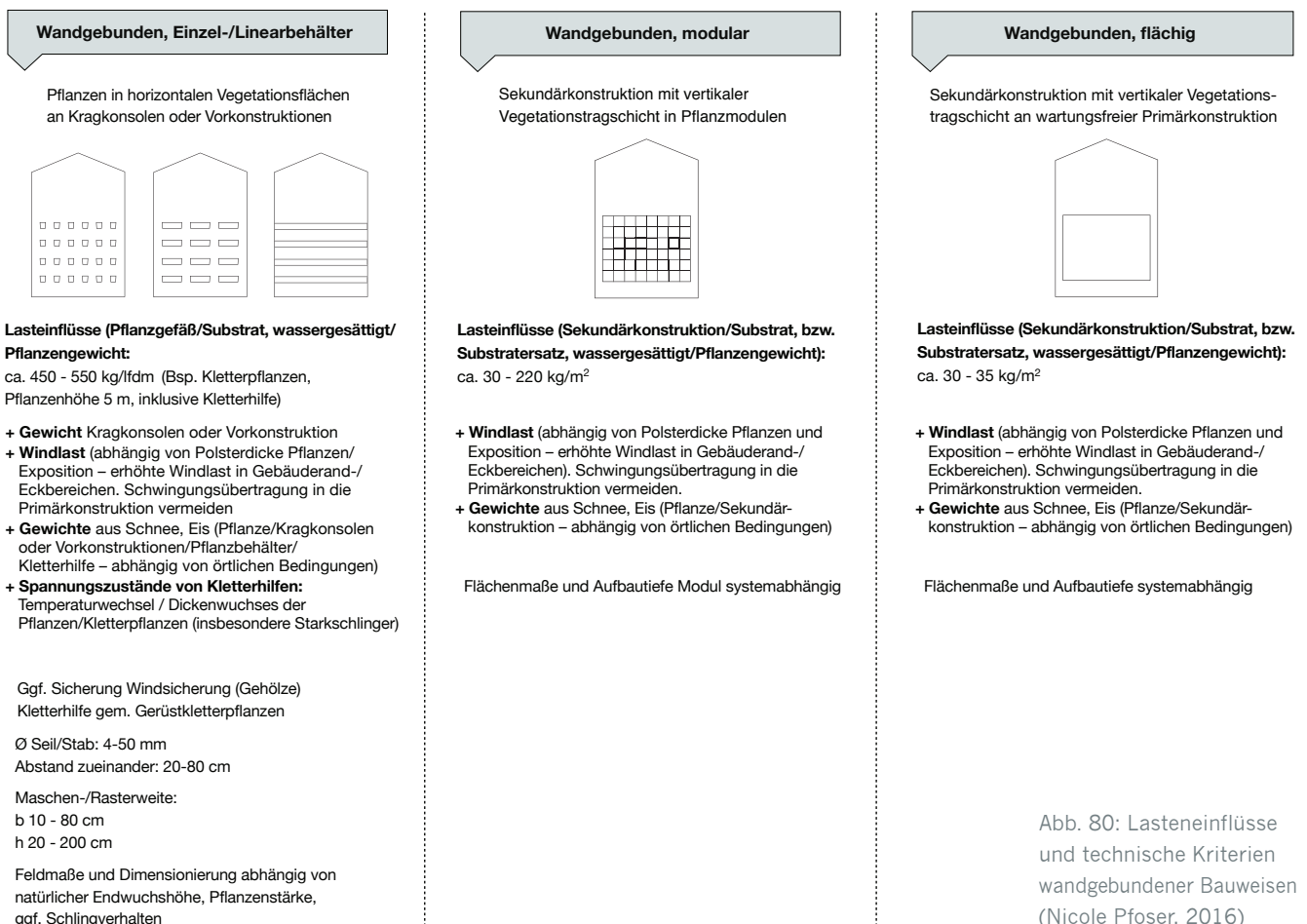


Abb. 80: Lasteneinflüsse und technische Kriterien wandgebundener Bauweisen (Nicole Pfoser, 2016)

Versorgungstechnische Kriterien

Bodenbeschaffenheit, Besonnung und Wasserversorgung sind die drei wesentlichen versorgungstechnischen Kriterien bei der bodengebundenen Fassadenbegrünung. Die Punkte ausreichende Bodenbeschaffenheit und gute Wasserversorgung sind bei Begrünungen im Gehwegbereich in der Regel nicht ausreichend gewährleistet. Auch die Lichtverhältnisse je Fassadenseite entscheiden über die Pflanzenauswahl. Die Exposition der Fassade sowie die umgebenden Verhältnisse (angrenzende Bebauung und Baumbestand) können zudem zu Problemen bei der Versorgung mit Niederschlagswasser führen (Regenschatten). Hier muss in der Anwuchsphase eine bedarfsweise Bewässerung gewährleistet sein, insbesondere bei der in Freiburg immer wieder vorkommenden Frühjahrs- und Sommertrockenheit. Bei Stadtböden handelt es sich in der Regel um (stark) veränderte Substrate, insbesondere im Gehwegbereich und im Bereich von Kabeltrassen. Hier finden sich verdichtete mineralische Substrate, wie Sand und Kies, die für einen Bewuchs ungeeignet sind. Geeignetes Pflanzsubstrat muss einerseits ein gutes Wasserhaltevermögen haben, andererseits darf es nicht zu Staunässe neigen. Auch die Nährstoffversorgung muss gewährleistet sein.

Typische Probleme bei bodengebundener Begrünung und mögliche Lösungen sind daher:

- ungeeigneter Boden (Bauschutt) oder verdichteter Boden (Baumaschinen), darüber oft nur unzureichende Oberbodenqualität in zu geringem Volumen
 - > Boden lockern, ggf. Bodenaustausch (geeignetes Pflanzsubstrat wählen)
- fehlende Volumenabstimmung auf das Wurzelwuchsverhalten der Pflanze
 - > auf ausreichende Tiefe und Durchmesser der Pflanzgrube achten
- Pflanze zu nah an Gebäudewand
 - > späteren Triebdurchmesser am Wurzelhals beachten
- im Straßenraum überbaute Flächen (Beeinträchtigung des Niederschlags)
 - > Sickerfähiges Pflaster oder ausreichende Größe der Pflanzgrube
- handelsübliche organische Substrate mit schneller Verrottung anstatt strukturstabiler Substrate
 - > geeignete Substratwahl (z. B. Baumsubstrat), Standortaufbereitung: siehe Abb. 82/ siehe auch „Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2“ (FLL)

Abb. 81: Bewässerungsleitung wandgebundene Begrünung
(Foto: Nicole Pfoser)



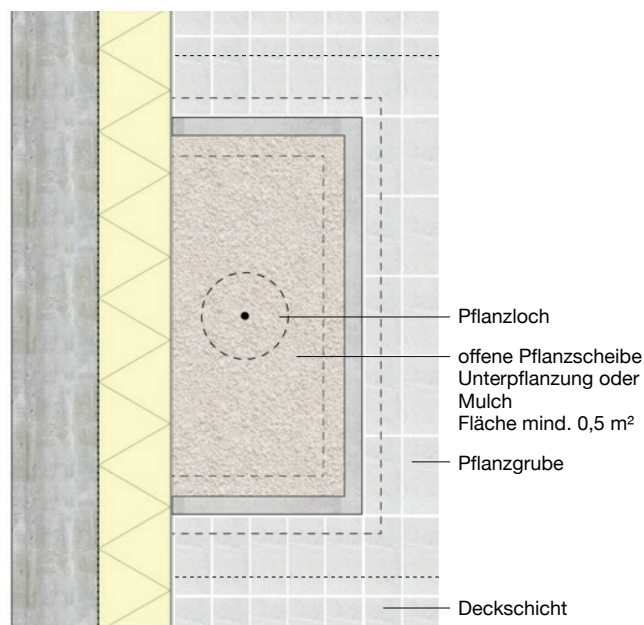
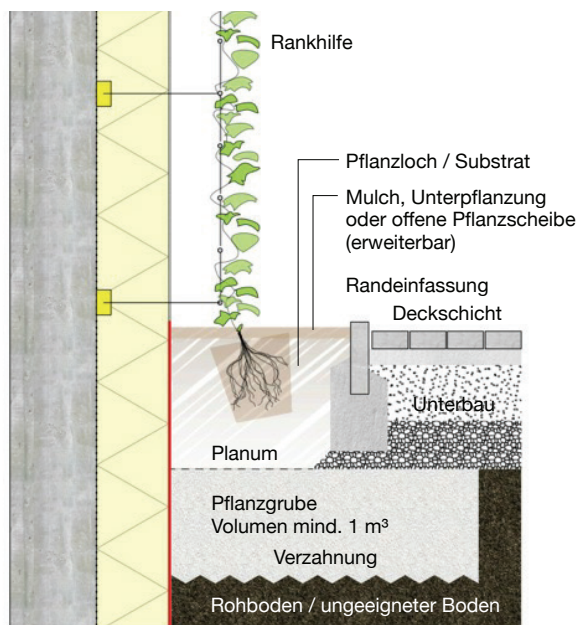


Abb. 82: Standortaufbereitung bodengebundener Fassadenbegrünung, Aufsicht/Prinzipanschnitt (Nicole Pfoser, Grundlage: FLL 2018, S. 96)

Bei im öffentlichen Raum zu empfehlenden begehbaren Pflanzschutzbodenrosten ist im Fall zunehmender Wurzelhalsdicke eine, dem Wachstum angepasste, schrittweise vergrößerbare Wuchsöffnung erforderlich.

Grundsätzlich müssen die Pflanzscheiben (wie Baumscheiben) von Beginn an ausreichend dimensioniert werden (siehe Abb. 82, Abb. 155–156).

Bei Teilüberbauung der Pflanzgrube (befestigte Oberflächen) sollten tragfähige strukturstabile Substrate verwendet werden (vgl. FLL-Empfehlung für Baumpflanzungen – Teil 2). (FLL 2000) Oberflächenbeläge um Pflanzstandorte müssen dauerhaft luft- und wasserdurchlässig sein. (FLL 2000)

Weiterführende Literatur (vgl. FLL 2000)

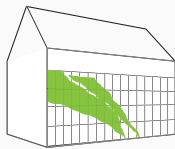
- Bodenarbeiten: DIN 18915 / Pflanzarbeiten: DIN 18916
- gehölzartige Kletterpflanzen: FLL Gütebestimmungen für Baumschulpflanzen
- staudenartige Kletterpflanzen: FLL Gütebestimmungen für Stauden
- FLL Richtlinie Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden

Pflege und Wartung

Eine der ersten Klärungen ist die Zugänglichkeit aller Bereiche. Die Erreichbarkeit der begrünten Flächen zur Pflege und Wartung muss dauerhaft sichergestellt sein. Wenn Leitern oder Gerüstböcke nicht ausreichen, werden entsprechende Einrichtungen wie Anschlagpunkte für die Seilklettertechnik benötigt bzw. Hubeinrichtungen, Gerüste o. Ä., deren Zufahrt und Aufstellfläche vor Ausführung ganzjährig über die Lebensdauer der Begrünung sichergestellt sein muss. Verkehrsrechtliche Genehmigungen sind rechtzeitig einzuholen. Zur Pflege wird qualifiziertes Personal benötigt (Gärtnerausbildung sowie Nachweis des sicheren Umgangs mit Hubarbeitsbühnen). Unfallverhütungsvorschriften (UVV) sind einzuhalten. (Brandhorst 2014)

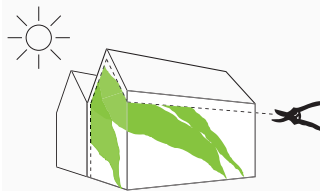
Bei Einsatz einer Regenwasserzisterne sind deren Funktion und die vorgeschalteten Grob- und Feinsiebe in angemessenen Intervallen zu überprüfen bzw. zu reinigen. Der Zustand von Wuchshilfen und Wandmontagesystemen muss auf Schäden (Korrosion, Brüche/Risse, Überlastung) überprüft werden. Im Zuge der Pflege und Wartung ist auf Nestbau etc. der angesiedelten Fauna Rücksicht zu nehmen. (Brandhorst 2014)

Konstruktion



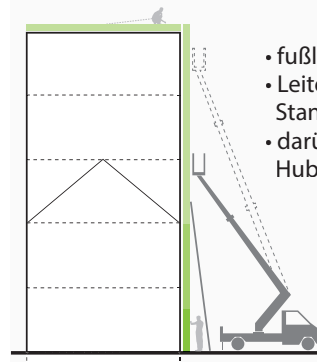
Pflanzengerechte Materialwahl und Dimensionierung der Primärkonstruktion, Sekundärkonstruktion und der pflanzen-tragenden Medien

Wuchsbild



- Schnitt: Schutz sensibler Konstruktionen (Türen, Fenster, Dachanschluss, Blitzableiter, etc.), Höhen-/Breiten- und Dickenwuchsbegrenzung, Entfernen von Totholz und Wildwuchs

Erreichbarkeit



- fußläufig 0 bis 1,80m
- Leiter bis 5m, max. 7m Standhöhe
- darüber Steiger/Gerüst/Hubbühne

Abb. 83: Versorgungstechnische Kriterien (Nicole Pfoser 2013)

Anforderungen der Pflanzenauswahl

In Abbildung Seite 31 sind die wesentlichen Kriterien für die Auswahl von Kletterpflanzen zusammengefasst. Für zu begrünende Gebäude sind neben den vorab genannten Punkten (Bodenverhältnisse, Wasserversorgung, Besonnung) vor allem die Wuchshöhe und die Wuchsleistung entscheidend: Eine rasche Begrünung ist gewünscht, eine zu hohe Wuchsleistung erhöht allerdings den Pflegeaufwand. Ein Einwachsen in versorgungstechnische Elemente ist zu verhindern. Ausschlusskriterium kann die Giftigkeit von Pflanzen (Beeren, zum Teil auch Blätter) sein.

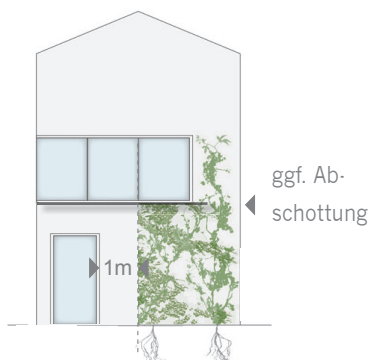


Abb. 84: Mindestabstand zu Fluchttüren im Sinne des vorbeugenden Brandschutzes.

Soweit gefordert, Verhinderung von vertikalem Brandüberschlag durch Sicherheitsabstand oder Brandabschottung. Mit zuständiger Brandschutzbehörde abzustimmen.

(© Nicole Pfoser, 2016)

In Bezug auf den Brandschutz ist der Brandüberschlag von Bedeutung. Entsprechende Abstände zu z. B. Fluchttüren/-wegen sind einzuhalten (vgl. Technische Richtlinien für den vorbeugenden Brandschutz). Bei mehrgeschossiger Begrünungshöhe muss ggf. ein vertikaler Brandüberschlag verhindert werden (Brandabschottung). Vor allem für hinterlüftete Fassadenbauteile gelten verstärkte Brandschutzbestimmungen. (Preiss et al., S. 16–17) Ein wichtiges Kriterium in der Pflanzenauswahl ist zudem die Verwendung gebietsheimischer Pflanzen. Mögliche Gestaltungselemente, die Planer bei der Entwurfsentwicklung einsetzen können (neben der Wahl von Ranktyp und Kletterhilfe), sind: Blütenfarbe, Blattfärbung/Blattfarbe, Fruchtaspekt, Herbstfärbung, Belaubungsphase sowie die Textur bzw. Struktur der Pflanzen. Von architektonisch streng und monochrom bis biodivers bunt und vielfältig reichen hier die gestalterischen Spielräume. So kann auf die unterschiedlichen Gebäudetypen bzw. Baualtersklassen reagiert und auf bauliche Besonderheiten der Gebäude zielgerichtet eingegangen werden. Wichtig ist bei allen Varianten: es gibt pflegeleichte Lösungen, aber keine pflegefreien. Dies ist insbesondere zu beachten, wenn auch private Gebäudeeigentümer zur Begrünung ihrer Fassaden animiert werden sollen.

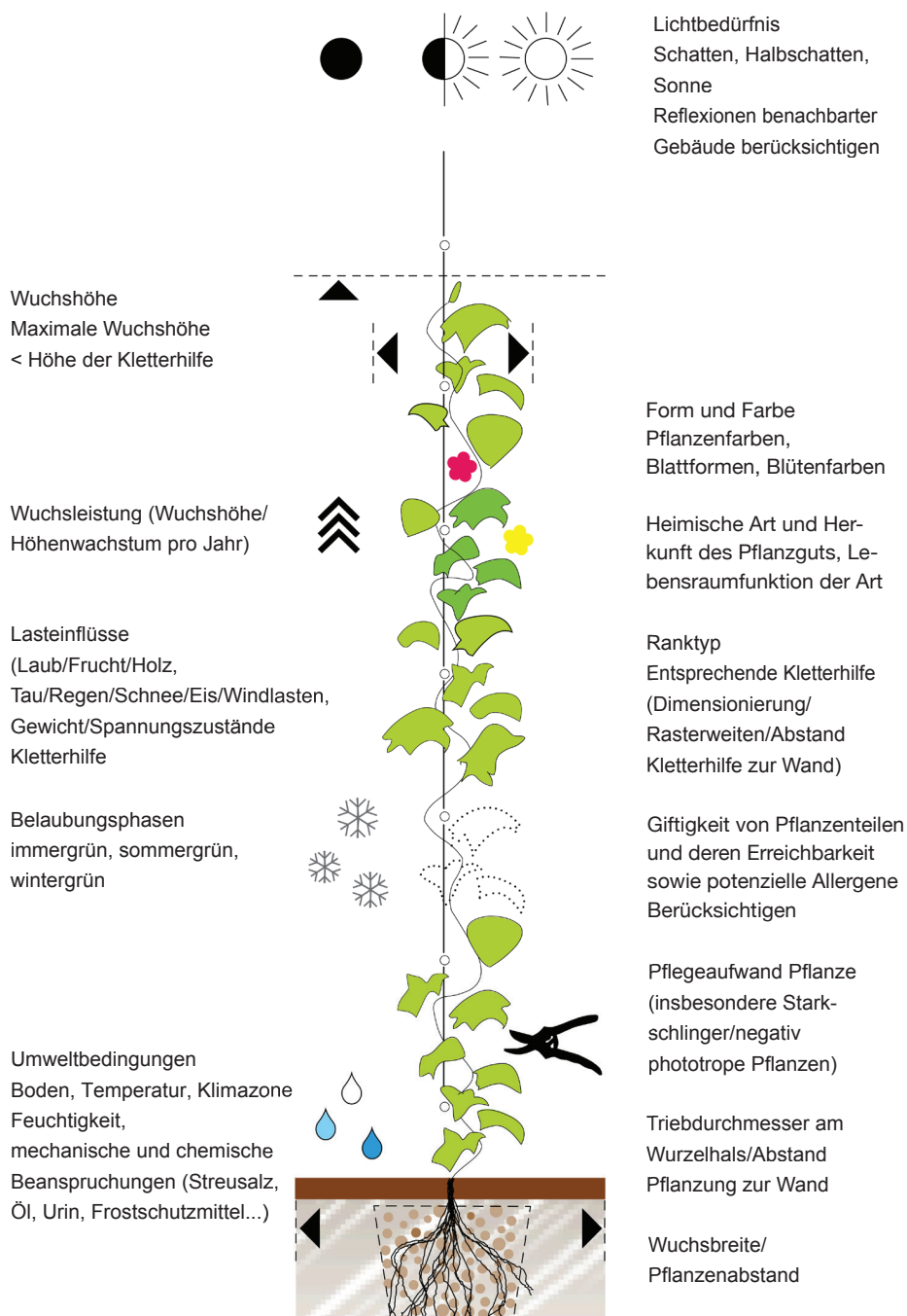
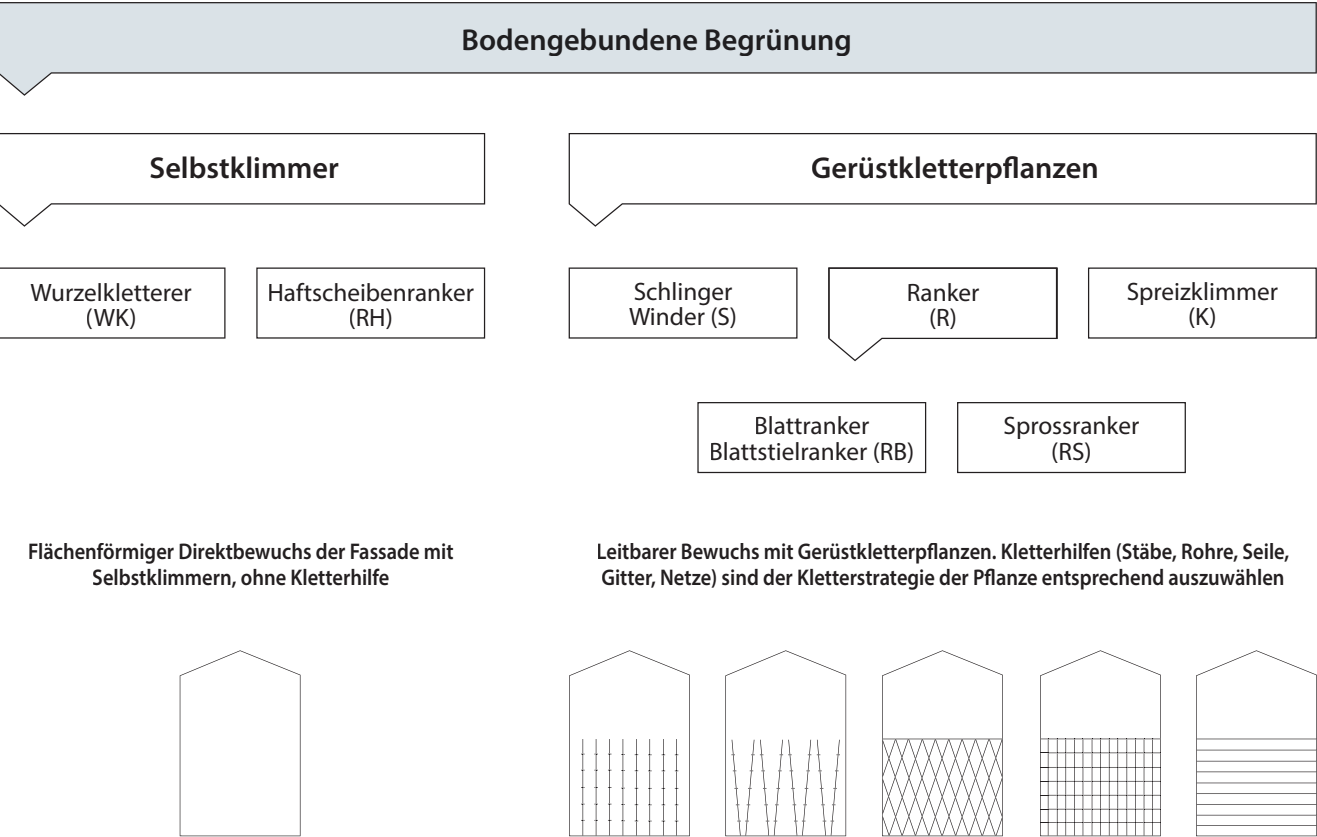


Abb. 85: Kriterien zur Pflanzenauswahl bodengebundener einjähriger und mehrjähriger Fassadenbegrünung
(© Nicole Pfoser)

Hinweis:
siehe ergänzend auch Seiten 32–41, Pflanzentafeln



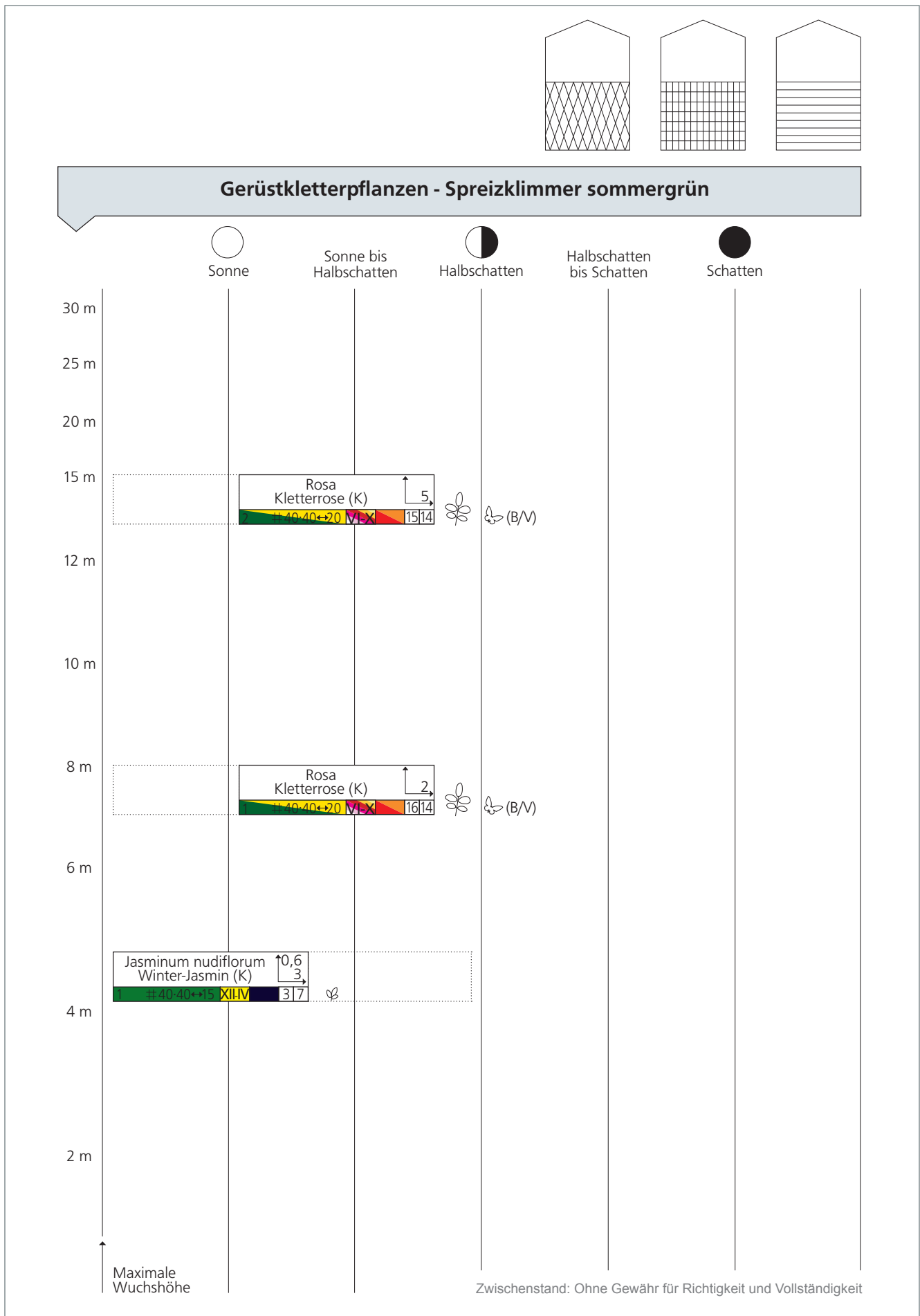


Abb. 89: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 2

„Gerüstkletterpflanzen – Spreizklimmer sommergrün“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017, GNF 2017.

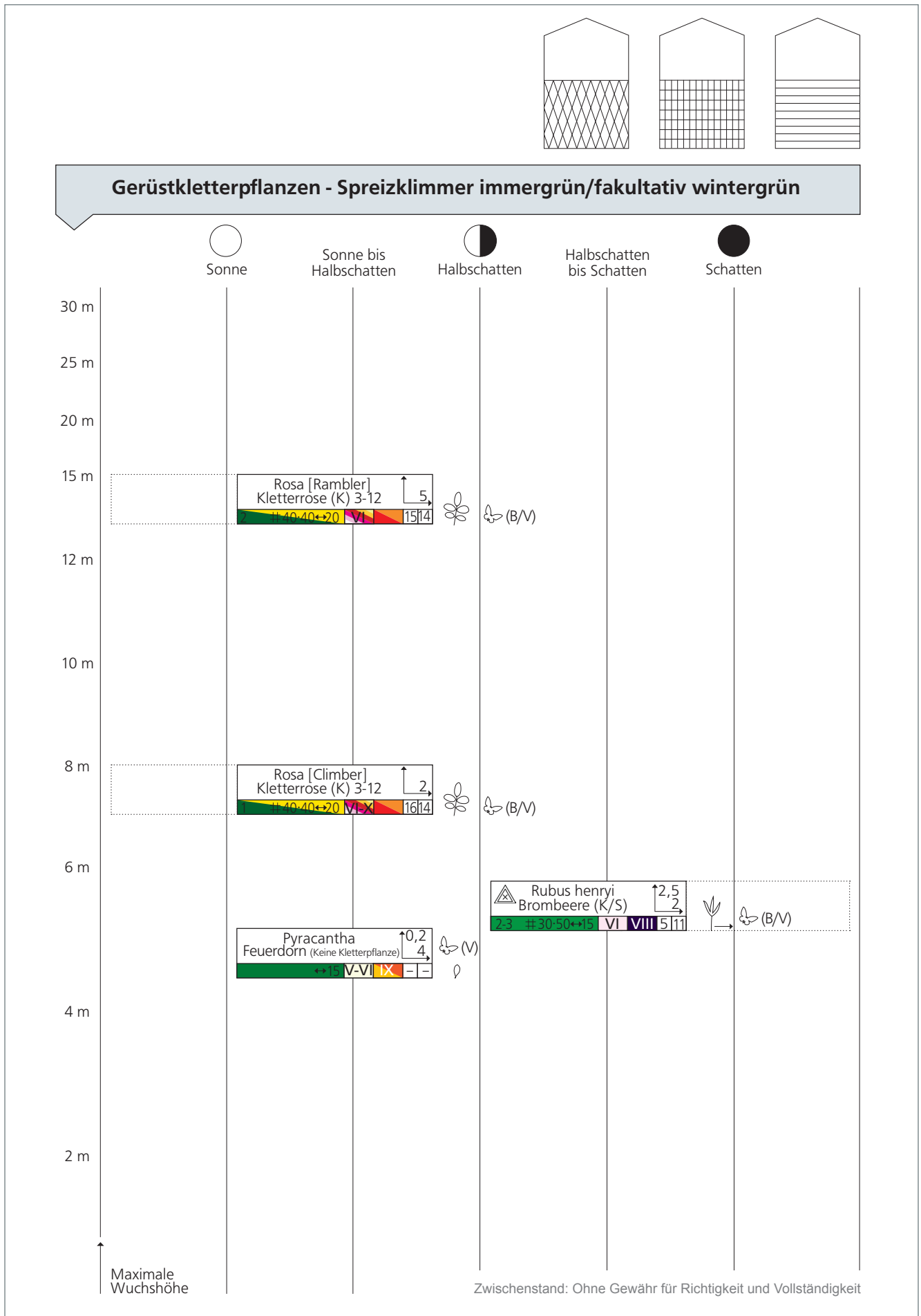


Abb. 90: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 3

„Gerüstkletterpflanzen – Spreizklimmer fakultativ wintergrün“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017, GNF 2017.

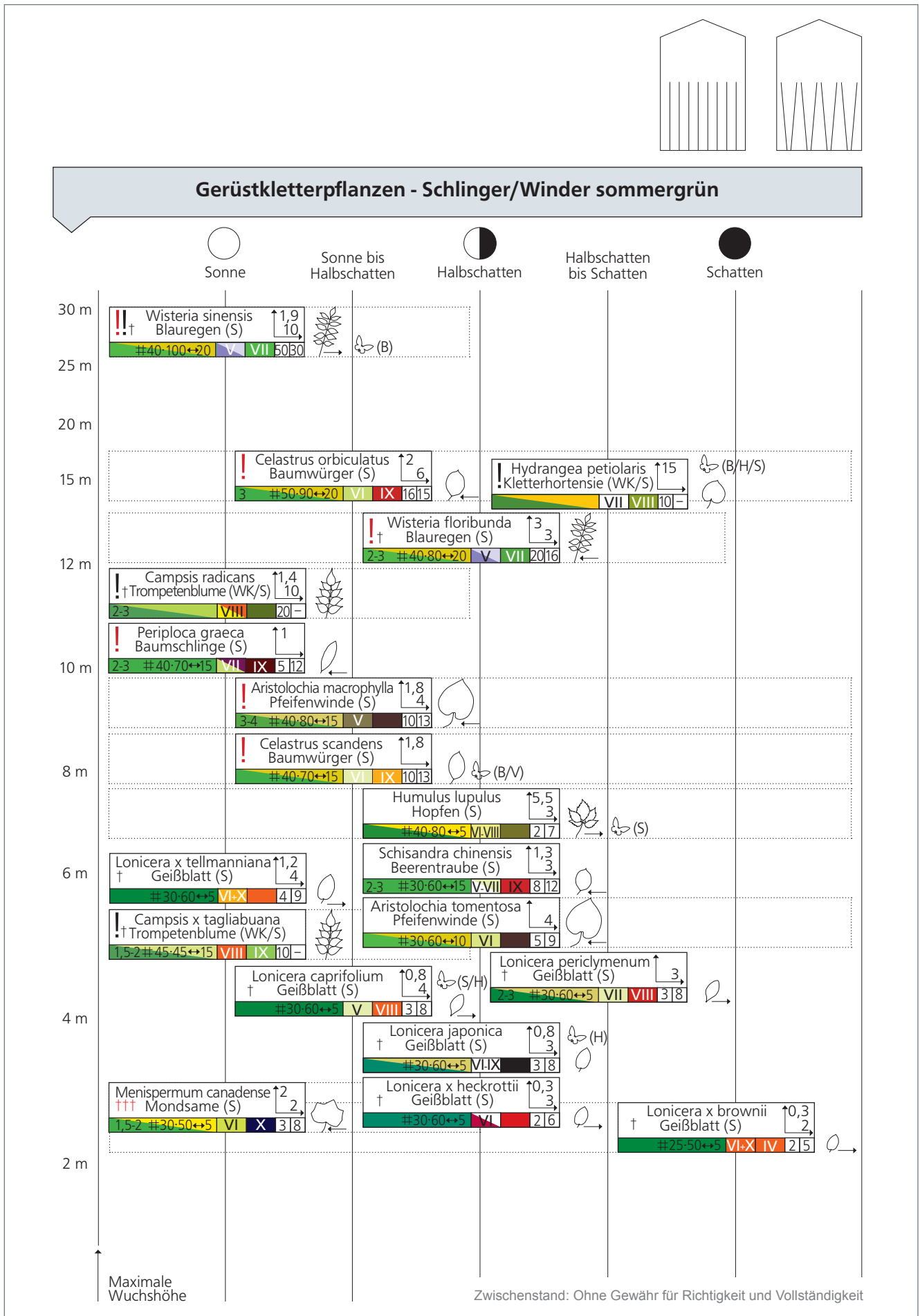


Abb. 91: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 4

„Gerüstkletterpflanzen – Schlinger/Winder sommergrün“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017, GNF 2017.

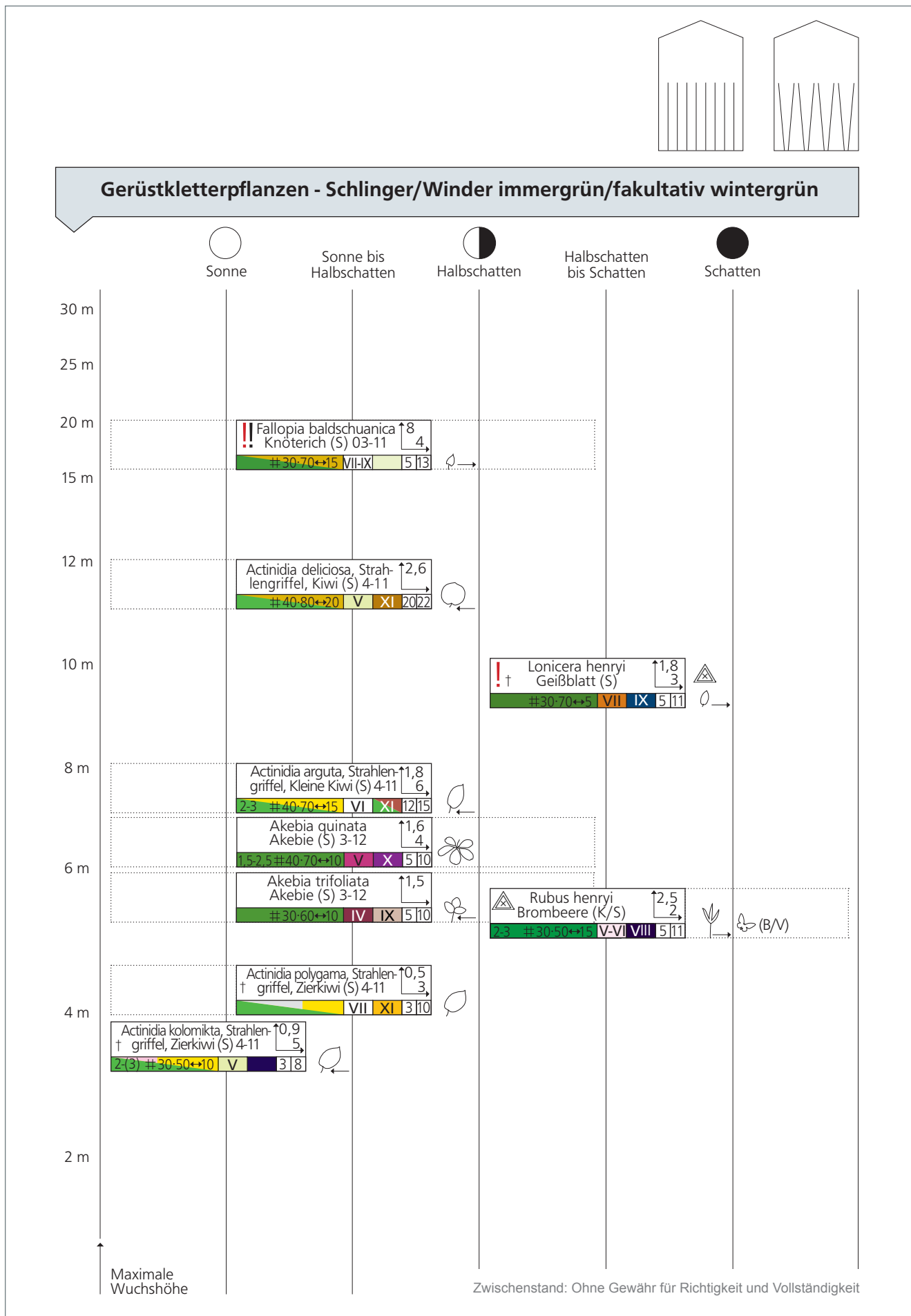


Abb. 92: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 5

„Gerüstkletterpflanzen – Schlinger/Winder immergrün“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017, GNF 2017.

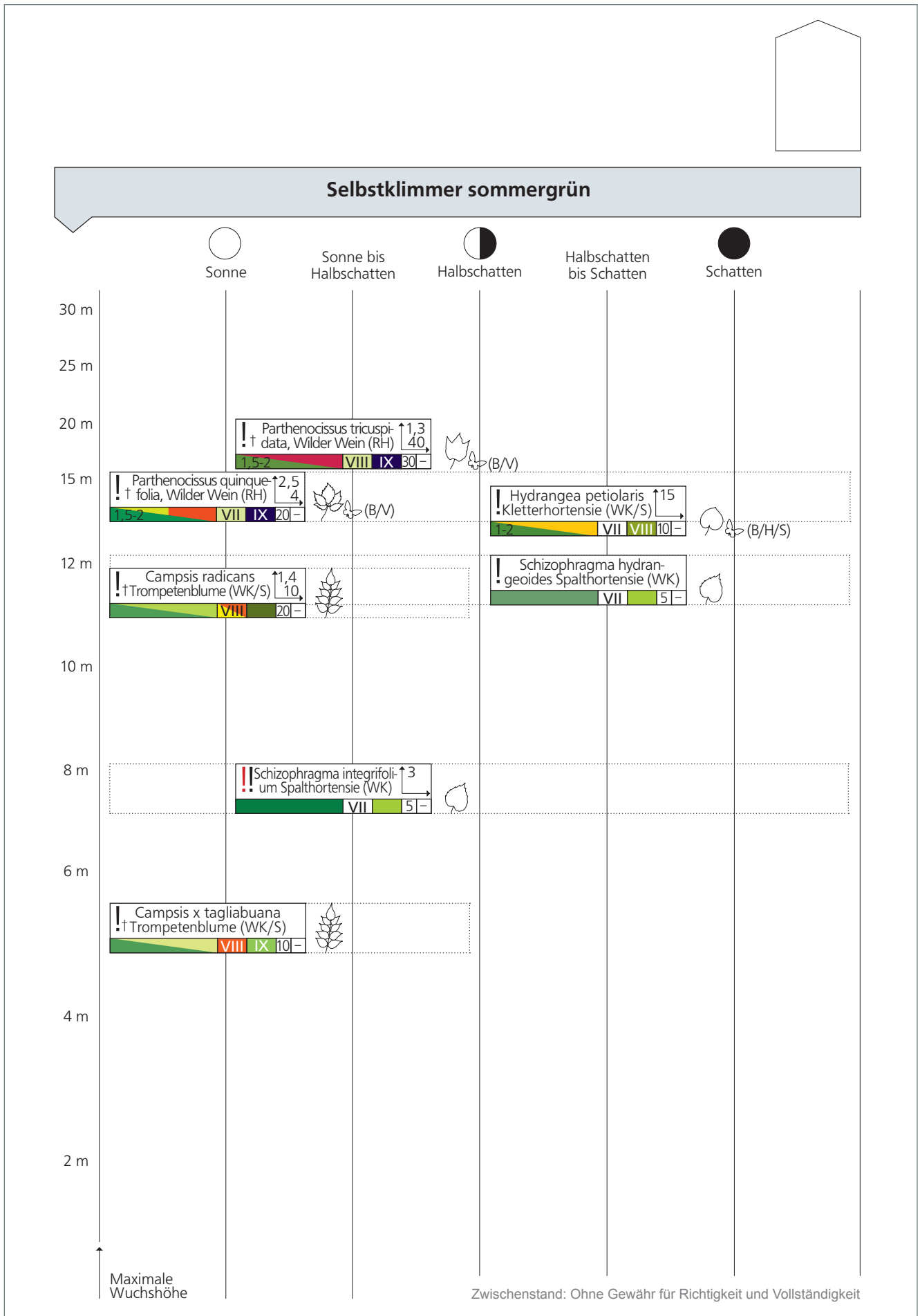


Abb. 93: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 6
 „Kletterpflanzen – Selbstklimmer sommergrün“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017,

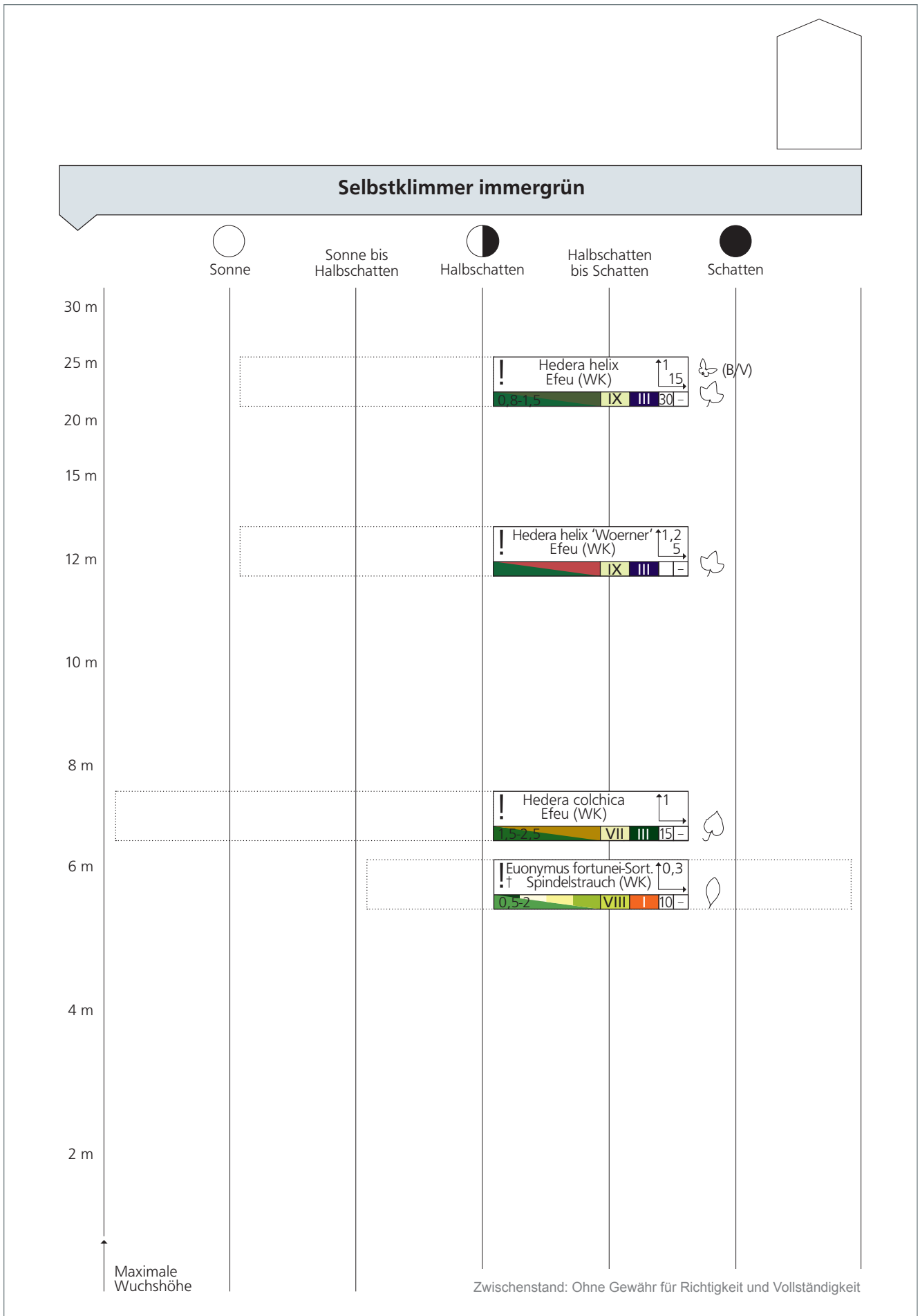


Abb. 94: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 7

„Kletterpflanzen – Selbstklimmer immergrün“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017, GNF 2017.

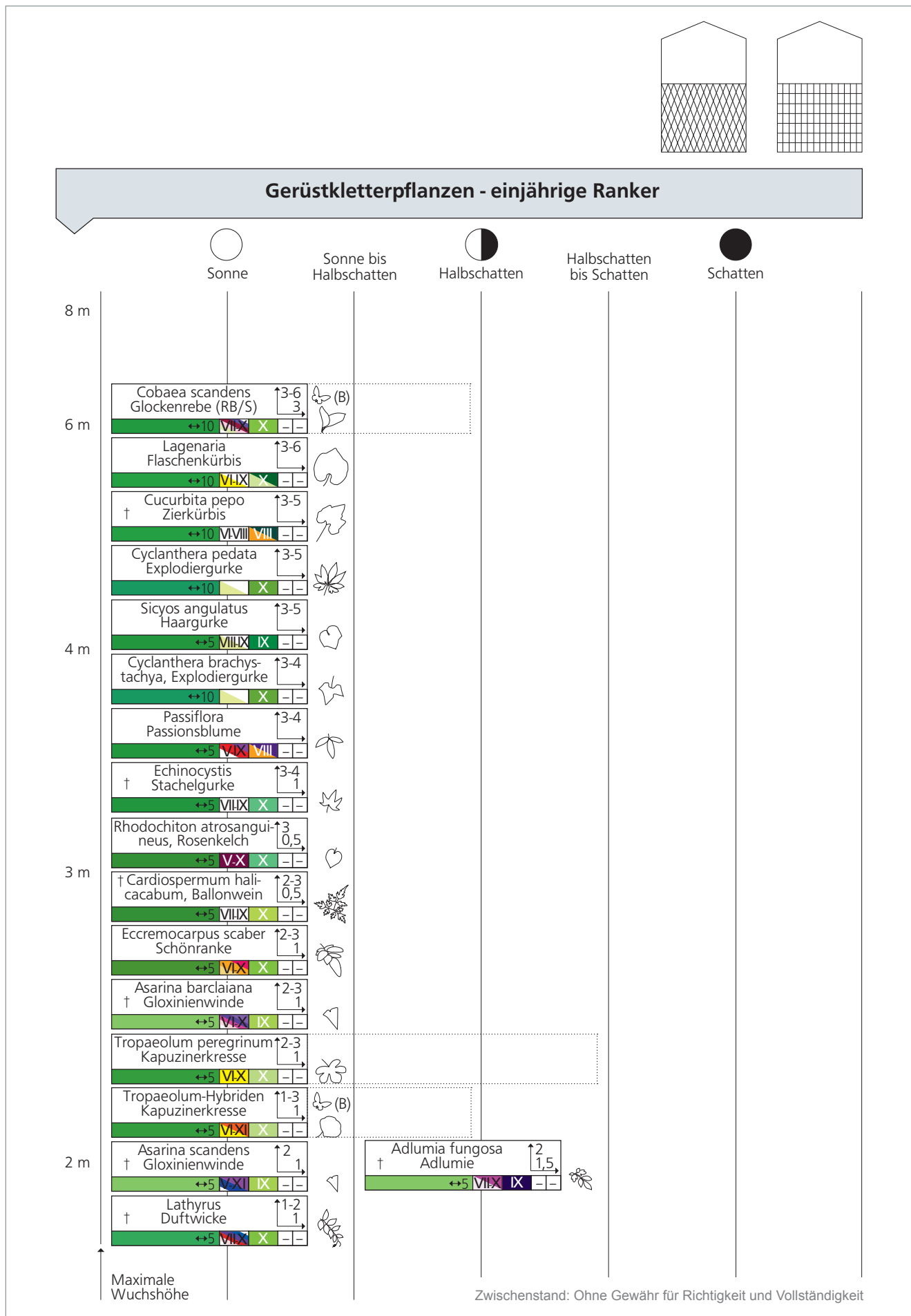


Abb. 95: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 8

„Gerüstkletterpflanzen – einjährige Ranker“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017, GNF 2017.

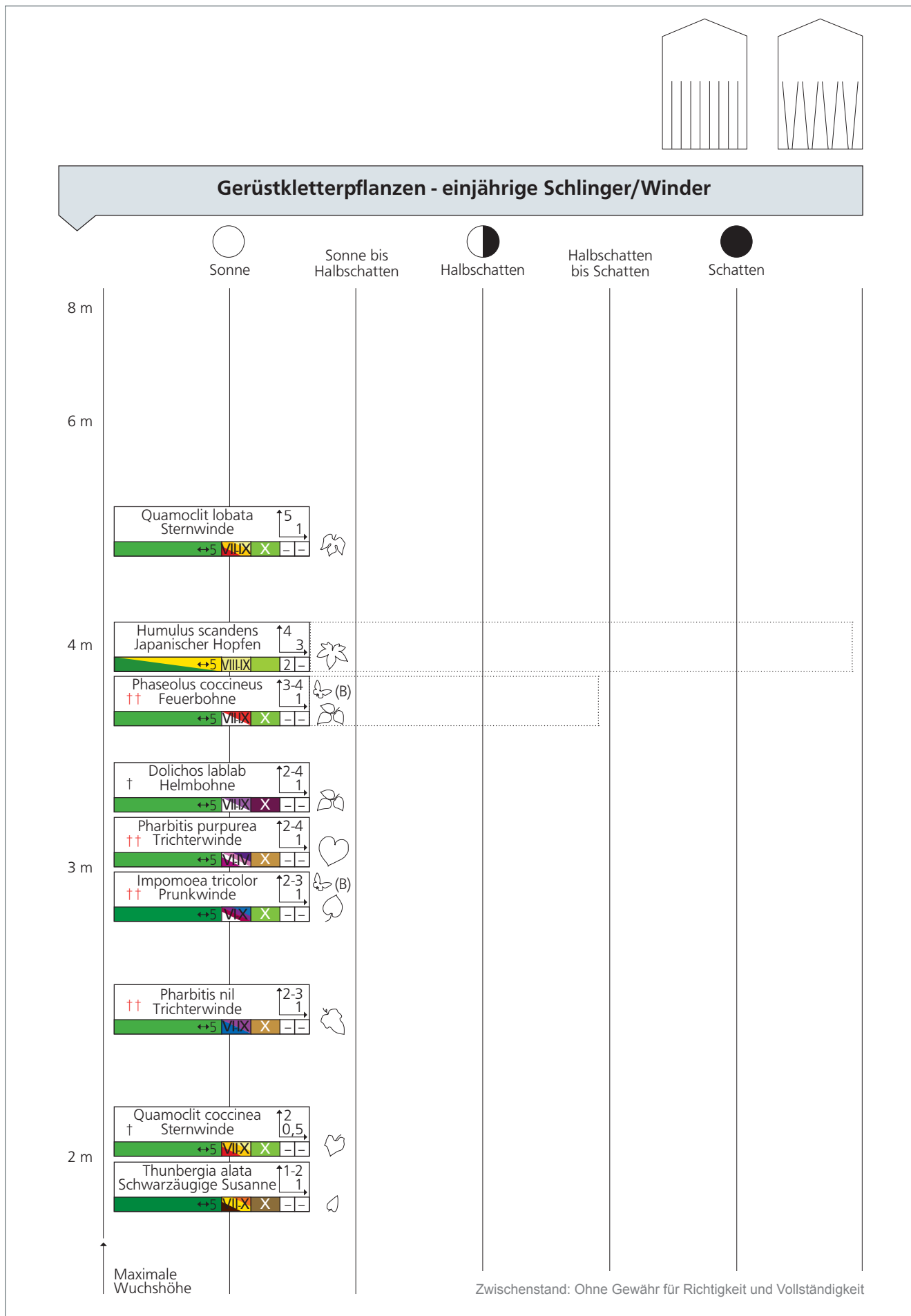


Abb. 96: System- und Pflanzenauswahl zur Begrünung mit Kletterpflanzen: Pflanztafel 9

„Gerüstkletterpflanzen – einjährige Schlinger/Winder“ © Nicole Pfoser, Grundlage: Althaus et al. 1991, Ludwig 1994, FLL 2000, Kiermeier 2005, Haeupler & Muer 2007, Brandwein 2012, LWG 2012, Taraba 2012, Brandwein 2016, BfN 2017, GNF 2017.

Übersicht zu Anforderungen und Nutzen von Fassadenbegrünungen

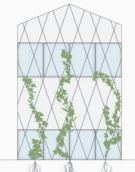
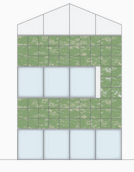
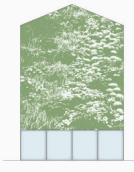
Begrünungsform	Bodengebunden		Wandgebunden		
	Direktbewuchs der Fassade	Leitbarer Bewuchs an separater Wuchskonstruktion	Horizontale Vegetationsflächen/ Pflanzgefäße	Vertikale Vegetationsflächen Modulare Systeme Flächige Konstruktionen	
					
Bauweise	Intakte und fugenfreie Primärkonstruktion mit pflanzenphysiologisch geeigneter Oberfläche	Kletterhilfe/Spalier erforderlich (Stäbe, Rohre, Seile, Gitter, Netze)	Kragkonsolen oder Vorkonstruktion zur Aufnahme von Einzel- oder Linearbehältern	Sekundärkonstruktion mit vertikaler Vegetationstragschicht in Pflanzmodulen	Sekundärkonstruktion mit vertikaler Vegetationstragschicht an wartungsfreier Primärkonstruktion
Bautechnische Anforderungen	Ausreichende Tragkraft der Primär- und Sekundärkonstruktion (Eigengewicht, Pflanzen, ggf. Substrat, Fruchtgewicht, Wind-, Schnee-, Eislast) Prüfung des Wuchsuntergrundes Statischer Nachweis erforderlich Tragende Bauteile: Korrosionsschutz oder nichtrostendes Material Verankerung in Primärkonstruktion: Durchbindende wärmebrückenreduzierte Halterungen Distanz zur Fassade (Dickenwachstum, Hinterlüftung) Distanz zur Fassade (Hinterlüftung) Wuchsbegrenzung nahe sensibler Bauteile (lichtfliehende Triebe, Starkschlinger) Schutz der Fassade gegen Feuchte und Durchwurzeln				
Versorgung	Boden- und Bodenwasseranschluss Ggf. Bodenverbesserung (geeignete Substrate (Empfehlung für Baumpflanzungen – Teil 2 (FLL)) Bewässerung nach Bedarf (gemäß FLL-Bewässerungsrichtlinien) Nährstoffversorgung nach Bedarf (Elüssig- oder Feststoffdünger) Wasseranschluss erforderlich		Keine Anforderungen an Boden- und Bodenwasseranschluss Substrat (FLL-Dachbegrünungsrichtlinie) Substrat/Substratersatz/Geotextilien Bewässerung gemäß FLL-Bewässerungsrichtlinien, Entwässerung Nährstoffversorgung über Flüssigdünger in Kombination mit der Bewässerung Technikbereich erforderlich (Wasser, Strom)		
Pflege und Instandhaltung	Pflegearbeiten notwendig Pflege- und Instandhaltungsarbeiten notwendig Flächen für Zugänglichkeit vorhalten (über Leitern, Gerüste, Hubsteiger oder Anschlagpunkte zum Abseilen) Zugänglichkeit ggf. über Wartungswege, Balkone, Loggien möglich Außenanschluss (Strom, Wasser) erforderlich				

Abb. 97: Konstruktionskriterien Fassadenbegrünung (© Nicole Pfoser)

Begrünungsform	Bodengebunden		Wandgebunden	
	Direktbewuchs der Fassade	Leitbarer Bewuchs an separater Wuchskonstruktion	Horizontale Vegetationsflächen/ Pflanzgefäße	Vertikale Vegetationsflächen Modulare Systeme Flächige Konstruktionen
Nutzen Eigentümer	Gebäudeenergetische Wirkung: <u>saisonale Verschattung, Kühlung, Wärmedurchlass (sommergrüne Pflanzen)</u>			Gebäudeenergetische Wirkung: <u>ganzzjährige Pufferwirkung (Wärme, Kälte)</u>
	Investitionsaufwand gering			Substitution Gebäudeaußenhaut/ Bautenschutz-Effekt
	Pflege-/Wartungsaufwand mittel, zunehmend			
	Wasser-/Nährstoffaufwand gering			
Nutzen Stadt				Erscheinungsbild: Vorkultur – sofortige/kurzfristige Flächenwirkung
				Pflanzenauswahl/Gestaltungsspielraum
				Schutz gegen Schäden Ebene 0
				Lärminderung
				Akzeptanz
				Leitthema, Gestaltung, Gliederung Stadtraum
				Erhöhung der Artenvielfalt, Biotopverbund
				kurzfristige stadtökologische Wirkung
				kurzfristige lufthygienische Wirkung
				Kühlung Stadtraum

Abb. 98: Potenziale von Fassadenbegrünungen (© Nicole Pfoser 2016)

Abb. 99 (rechts): Living Wall, Wohnhaus Berlin (Foto: diebold zraggen, © Vertiko & skygardens)



MACHBARKEITSSTUDIE

Ausgangslage

Die Erhaltung und Entwicklung von Grün in der Stadt ist in Zeiten von notwendigem Wohnungsbau und Nachverdichtungen in der Stadt und den zeitgleich zunehmend spürbaren Folgen des Klimawandels ein wichtiges Thema zukünftiger Stadtentwicklung.

In den Jahren 2016–2018 erarbeitete die Stadt Freiburg i.Br. ein Klimaanpassungskonzept für das Handlungsfeld Hitze, das im Februar 2019 mit der Gemeinderatsdrucksache (G19/2014: „Klimaanpassungskonzept (Handlungsfeld Hitze) als Fachkonzept für die räumliche Planung“) beschlossen wurde. Mit dem Klimaanpassungs-

konzept Hitze wurden die planerischen Grundlagen erarbeitet um systematisch differenzierte und sinnvolle Anpassungsmaßnahmen im Stadtgebiet vornehmen zu können.

Das Klimaanpassungskonzept (Handlungsfeld Hitze) wurde beim Wettbewerb „Klimaaktive Kommunen 2019“ als Preisträger in der Kategorie „Klimaanpassung“ ausgezeichnet und weist u. a. Dach- und Fassadenbegrünung als eine zentrale Maßnahme aus, die positive Effekte nicht nur für die Kühlung an Hitzetagen, sondern auch für die Regenwasserversickerung und, bei geeigneter Bepflanzung, auch für die Biodiversität in der Stadt haben kann.

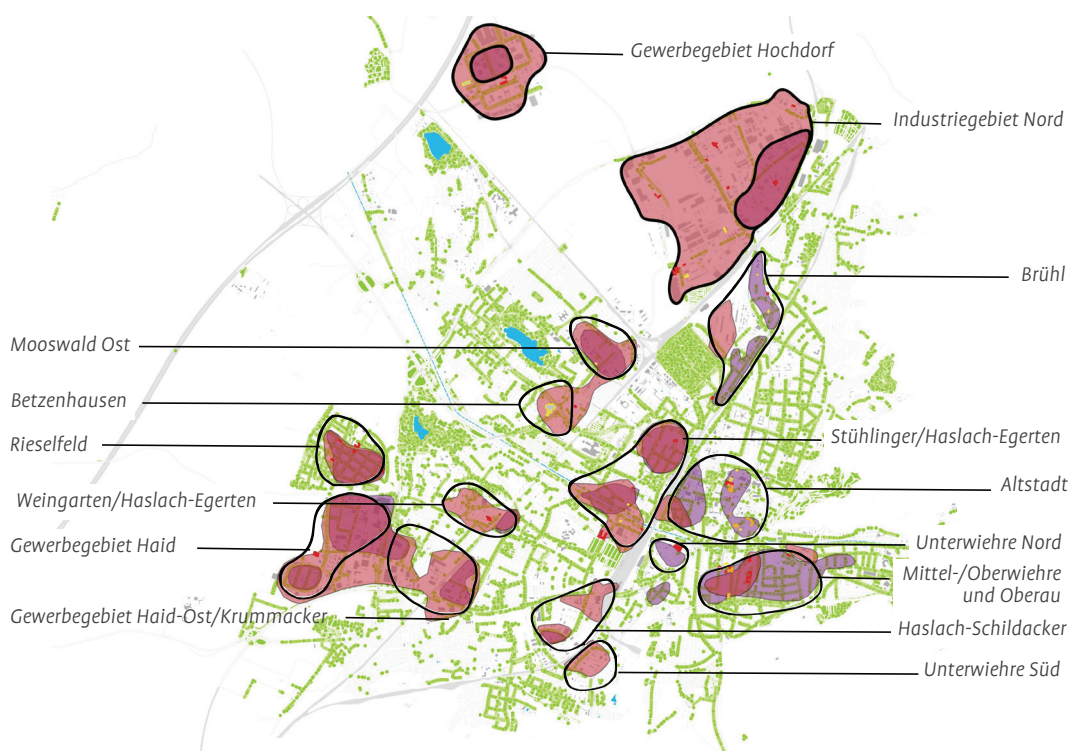


Abb. 100: Grundlage: GIS-Datenbestand der Stadt Freiburg i. Br. sowie Identifikation von 14 hitzebelasteten Stadtgebieten., nach Berchtold, M. et al. (2019): Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“. Freiburg, S. 33–34



Abb. 101: Luftbild Freiburg i. Br., unter: <https://3d.freiburg.de/#/> (abgerufen am 16.08.2020)

Zur Förderung der Dach- und Fassadenbegrünung beauftragte der Gemeinderat die Stadtverwaltung 2019 (gemäß Drucksache G-19/016: „Dach- und Fassadenbegrünung, hier: Handlungsoptionen der Stadt Freiburg“) daraufhin mit der Prüfung eines Förderprogramms zur Dach- und Fassadenbegrünung sowie Entsiegelung und mit der Ausweisung weiterer Handlungsoptionen für eine möglichst umfassende Dach- und Fassadenbegrünung für Neu- und Bestandsbauten in der Stadt (gemäß Drucksache G18/111: „Grün in Freiburg hier: Sachstandsbericht zu folgenden Themen: Baum-

bestand, Neupflanzungen, Baumschutzsatzung, öffentliche Grün- und Freiflächen und perspektivische Ausblicke“).

Die vorliegende Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der Begrünung des durch das Gebäudemanagement der Stadt Freiburg (GMF) verwalteten Gebäudebestandes in Hotspots der Hitzebelastung soll daher, ergänzend zu einem Förderprogramm, die Begrünungsmöglichkeiten an städtischen Gebäuden in HitzeHotSpots der Stadt aufzeigen.

Methodik und Vorgehensweise

Es folgt eine Erklärung der Vorgehensweise zur Auswahl potenziell zur Begrünung geeigneter Gebäude des Gebäudebestands des Gebäudemanagements (GMF) der Stadt Freiburg. Im Prüfungsumfang befinden sich alle städtischen, vom Gebäudemanagement verwalteten Gebäude in Hitze-Hotspots der Stadt Freiburg (gem. Klimaanpassungskonzept Hitze, 2019).

Die Vorgehensweise ist unterteilt in drei Abschnitte:

- Phase 1: Vorauswahl begrünungsgerechter Gebäude
- Phase 2: Bewertung der Begrünungsvarianten und Ortsbegehung
- Phase 3: Begrünungsempfehlungen

Phase 1 besteht aus zwei Schritten: einer Priorisierung durch die Gutachter sowie der Priorisierung der Stadtverwaltung. Der ursprüngliche Gesamtumfang der Untersuchung von 54 Gebäuden reduzierte sich somit auf 36 und weiter auf 26 Objekte. Ablauf und Ausschlussgründe sind der Abbildung 102 zu entnehmen.

Phase 2 besteht aus der Bewertung der unterschiedlichen Begrünungstypen nach Aspekten der Ökologie, Umfeldverbesserung, Gestaltung, Pflege, Kosten sowie Klimawandelanpassung.

In der Folge fand eine Ortsbegehung zur Prüfung der Begrünbarkeit statt. Dabei wurden die potenziell begrünbaren Flächen der jeweiligen Objekte genau begutachtet und fotodokumentiert sowie Messungen und Analysen vorgenommen.

Phase 3 führte die beiden vorhergegangenen Phasen zusammen, eine ausführliche Dokumentation der Ergebnisse wurde erstellt. Diese beinhaltete weitere Analysen bezüglich Umsetzbarkeit, Pflege- und Wartungsaufwand sowie Wirtschaftlichkeit, inklusive detaillierter Ausarbeitungen zu Kostenschätzungen. So ergab sich aus 26 Gebäuden mit einer erheblichen Anzahl an potenziell begrünbaren Flächen eine umfangreiche und konkrete Empfehlungsausarbeitung von 35 Flächen zur Fassadenbegrünung und 16 Flächen zur Dachbegrünung.

Anhand dieser Priorisierung wurde die nachfolgende Untersuchung durchgeführt und bewertet. Die Ergebnisse der Schritte werden in Reihenfolge der Vorgehensweise in den folgenden Kapiteln erläutert. Die unterschiedlichen Bauweisen für Dach- und Wandbegrünungen sind in den nachfolgenden Varianten beschrieben.

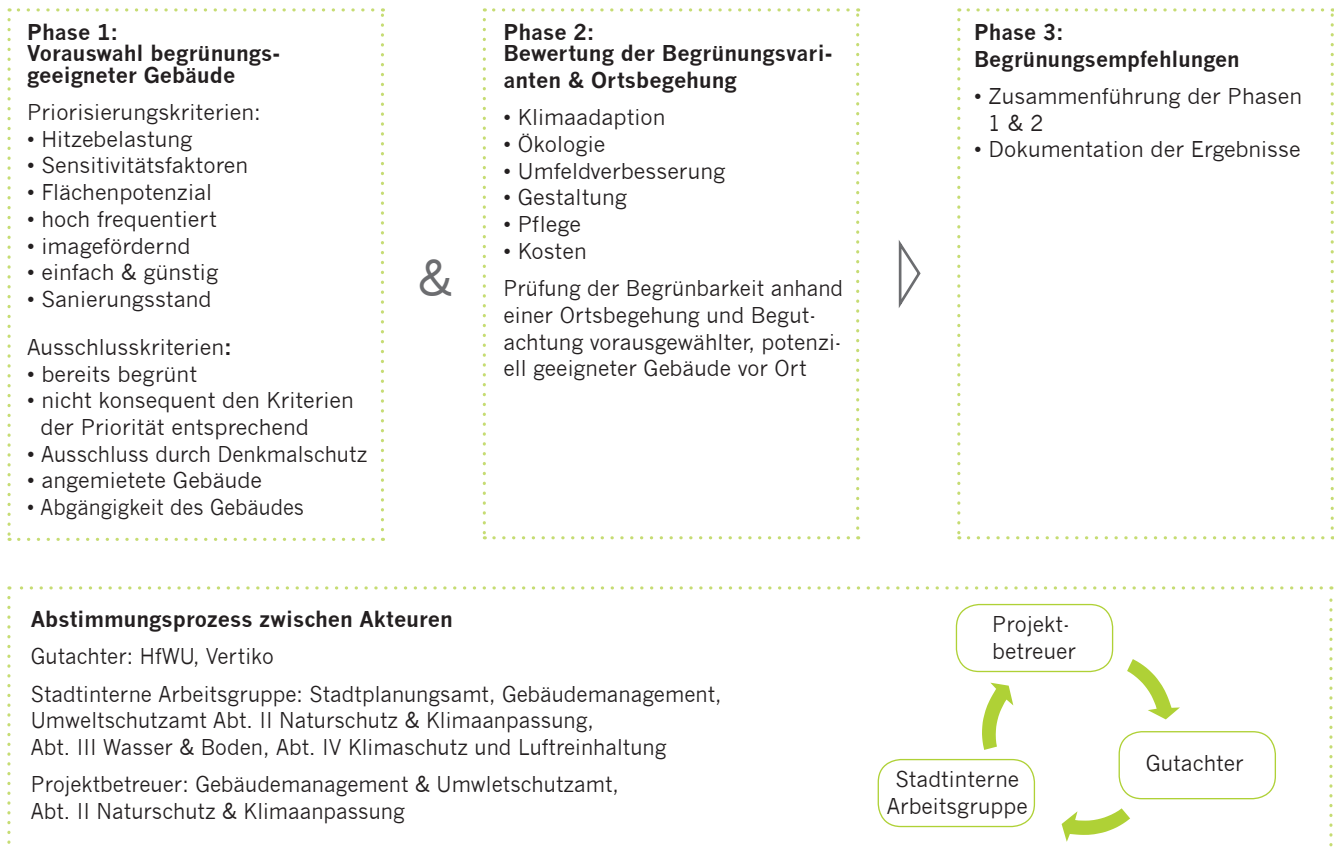


Abb. 102: Vorgehensweise zur Auswahl potenziell zur Begrünung geeigneter Gebäude des Gebäudebestands des Gebäudemanagements (GMF) der Stadt Freiburg (Nicole Pfoser, Verena Hilgers).

Vorauswahl begrünungsgeeigneter Gebäude

Die Vorauswahl begrünungsgeeigneter Gebäude verlief als 2-stufiger Auswahlprozess. In einem ersten Schritt wurden die Gebäude anhand von Bewertungskriterien bzgl. der Eignung für eine Gebäudebegrünung priorisiert. Darauf basierend wurden in einem zweiten Schritt diese vorausgewählten Gebäude seitens der Stadtverwaltung vor dem Hintergrund des Sanierungsstandes der jeweiligen Gebäude sowie der aktuellen Sanierungsplanungen in die Kategorie hoch und niedrig priorisiert eingestuft.

Für diesen erwähnten ersten Schritt des Auswahlprozesses wird auf Grundlage des GIS-Datenbestands sowie des Klimaanpassungskon-

zepts (Handlungsfeld Hitze) der Stadt Freiburg i. Br. (Berchtold 2019) folgend eine Vorauswahl potenziell zur Begrünung geeigneter Gebäude des Gebäudebestands des Gebäudemanagements (GMF) der Stadt Freiburg tabellarisch nach Priorität geordnet aufgezeigt.

Die Bewertung folgt den Kriterien Hitzebelastung (s. Abb. 100), Sensitivitätsfaktoren (z. B. großer Anteil an Kindern, Hochaltrigen, Kranken oder hohe Bevölkerungsdichte), Flächenpotenzial (Projekt mit umfangreichen begrünungsfähigen Flächen), Frequentierung (hohe Nutzungs-/Besuchsfrequenz), Imageförderung (Verbesserung des Gesamteindrucks durch z. B. gestalterische

Attraktivität/Aufenthaltsqualität) und Aufwand (einfach & günstig). Sie wird über Punktgrößen verdeutlicht. Deren Festlegung erfolgte qualitativ als Mengensymbol der zuvor beschriebenen Merkmale (Gewichtung hoch bis niedrig/viel bis wenig).

In den erläuternden Skizzen und Beschreibungen werden geeignete Begrünungstypen aufgezeigt. In der Untersuchung ausgeschlossen wurden Projekte, die nicht konsequent den Kriterien der Priorität entsprechen, begrünt, abgängig oder durch den Denkmalschutz ausgeschlossen sind,

wobei der Denkmalschutz kein grundsätzliches Ausschlusskriterium für eine Gebäudebegrünung darstellt.

Zudem wurden projektbezogene ergänzende Prioritäten aufgeführt, wie z. B. Klima (notwendige Klimaadaptation vor Ort), Bildung (Einrichtungen mit Chancen umweltbezogener Bildung), Umfeldverbesserung (gestalterisches und klimatisches Potenzial), Biotopverbund (Vernetzung von Einzelbiotopen), Identifikation (Verbesserung der Akzeptanz des Ortes/Gebäudes).

Für alle von der Stadt vorgeschlagenen Objekten standen Luftaufnahmen zur Verfügung.

Höchste Priorität zur Begrünung

sap_nr	Bezeichnung	Hitzebelastung	Sensitivitätsfaktoren	Flächenpotenzial	hoch frequentiert	imagefördernd	einfach & günstig
LS022-GE02	Turnhalle Berufsschule Walter-Eucken-Gymnasium	●	●	●	●	●	●
LS233-GE01	Haus der Jugend Haus Nr. 2	●	●	●	●	●	●

Bereich Mittel-/Oberwiehre und Oberau



LS022 – Kaufmännische Berufsschule Walter-Eucken-Gymnasium

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Flachdachbegrünung der Garage

Fassadenbegrünung

- TYP 1: bodengebundene Begrünung der Turnhallen-Ostseite mit Gerüstkletterpflanzen
- TYP 2/TYP 3: Begrünung der fensterlosen Flächen der Berufsschule mit Selbstklimmern (Wuchsbegrenzung), mit Gerüstkletterpflanzen oder wandgebunden möglich. Ggf. Begrünung Aufzugsturm.

Priorität Klima & Bildung

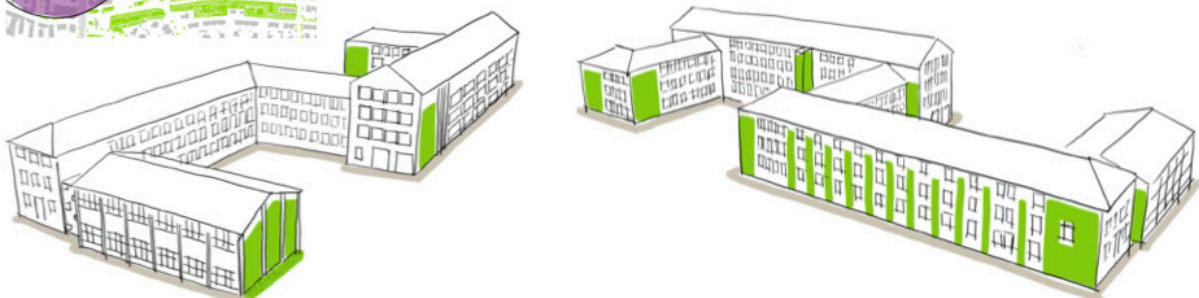


Abb. 103: Maßnahmenstudie Kaufmännische Berufsschule Walter-Eucken-Gymnasium (Nicole Pfoser)

Bereich Mittel-/Oberwiehre und Oberau



LS233 – Haus der Jugend

- Dachbegrünung**
- TYP 1: Ersatz der Bekiesung durch extensive Begrünung
- Fassadenbegrünung**
- TYP 1/TYP 2: flächige Begrünung der Südfassaden mit Gerüstkletterpflanzen, Klärung Boden-/Bodenwasseranschluss

Priorität Fläche, Klima & Bildung

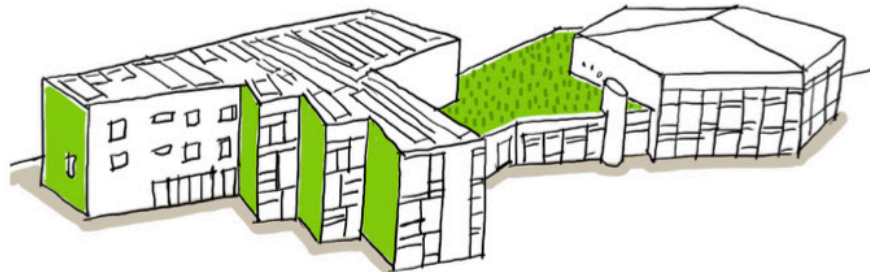
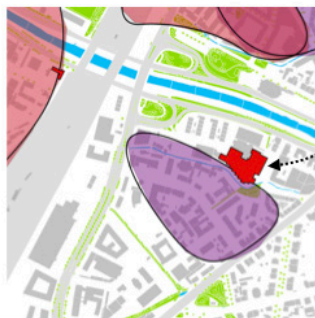


Abb. 104: Maßnahmenstudie Haus der Jugend (Nicole Pfosser)

Höhere Priorität zur Begrünung

sap_nr	Bezeichnung	Hitzebelastung	Sensitivitätsfaktoren	Flächenpotenzial	hoch frequentiert	imagefördernd	einfach & günstig
LS047-GE01	Rotteck-Gymnasium	•	●	●	●	●	●
LS080-GE01	Kindergarten Sprungbrett	●	●	•	●	●	●
LS100-GE01	Kindergarten Krozinger Straße	●	●	•	●	●	●

Bereich Unterwiehre Nord



LS047 – Rotteck-Gymnasium, Lessingstraße 16

- Dachbegrünung**
- TYP 1: extensive Flachdachbegrünungen, ggf. TYP 3: Biodiversitätsdach
- Fassadenbegrünung**
- TYP 1/TYP 2: Begrünung des Eingangsbereichs sowie der fensterlosen OG-Fläche mit Gerüstkletterpflanzen.

Priorität Fläche, Klima & Bildung

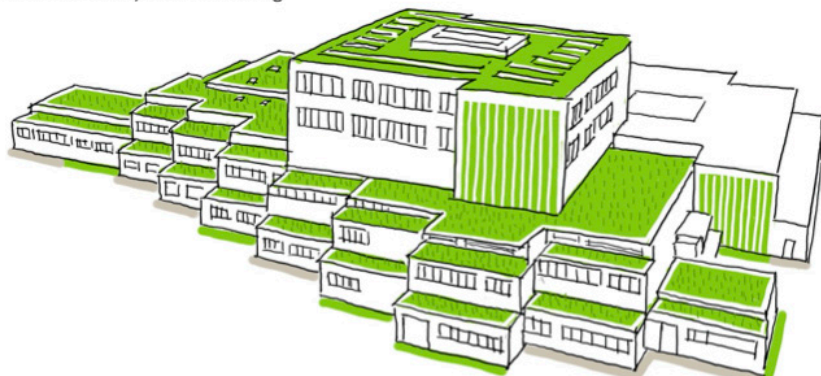
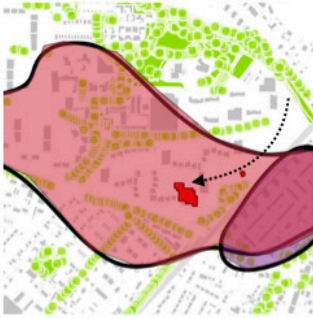


Abb. 105: Maßnahmenstudie Rotteck-Gymnasium (Nicole Pfosser)

Bereich Weingarten/Haslach-Egerten



LS100 – Kindergarten Krozinger Straße 50

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Flachdachbegrünung / Nutzung: intensive Begrünung über tragenden Wänden / ggf. Biodiversitätsdach

Fassadenbegrünung

- Klärung möglicher Flächen vor Ort

Priorität Umfeldverbesserung & Bildung

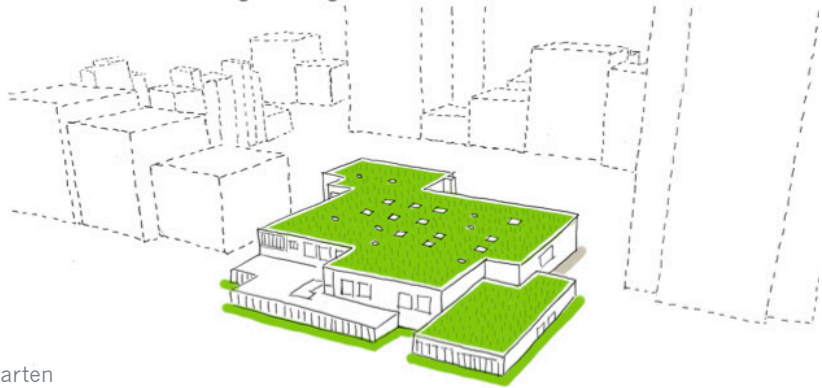


Abb. 106: Maßnahmenstudie Kindergarten Krozinger Straße 50 (Nicole Pfoser)

Bereich Betzenhausen



LS080 – Kindergarten Sprungbrett, Zehntsteinweg 9 a

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Flachdachbegrünung / ggf. Biodiversitätsdach

Fassadenbegrünung

(Datenlage nicht ausreichend, Klärung vor Ort erforderlich)

Priorität Umfeldverbesserung & Bildung

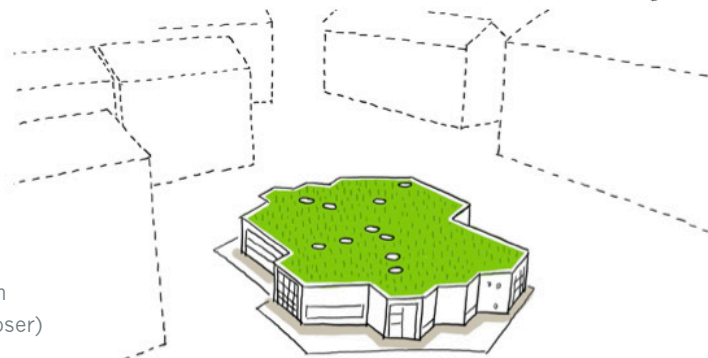


Abb. 107: Maßnahmenstudie Kindergarten Sprungbrett, Zehntsteinweg 9 a (Nicole Pfoser)

Hohe Priorität zur Begrünung

sap_nr	Bezeichnung	Hitzebelastung	Sensitivitätsfaktoren	Flächenpotenzial	hoch frequentiert	imagefördernd	einfach & günstig
LS022-GE01	Walter-Eucken-Gymnasium	●	●	●	●	●	●
LS070-GE03	Turnhalle Tullaschule	●	●	●	●	●	●
LS076-GE01	Kindertagesstätte Rieselfeld (Rieselfeld II)	●	●	●	●	●	●
LS081-GE01	Stadtteiltreff Rieselfeld	●	●	●	●	●	●
LS180-GE03	Rathaus Innenstadt Anbau Gauchstraße	●	●	●	●	●	●
LS318-GE04	Wohnheim Zinkmattenstraße 18A Container B	●	●	●	●	●	●
LS330-GE02	Wohnheim Bötzingen Straße 50–50A	●	●	●	●	●	●

Bereich Mittel-/Oberwiesche und Oberau



LS022 – Kaufmännische Berufsschule Walter-Eucken-Gymnasium

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Flachdachbegrünung der Garage

Fassadenbegrünung

- TYP 1: bodengebundene Begrünung der Turnhallen-Ostseite mit Gerüstkletterpflanzen
- TYP 2/TYP 3: Begrünung der fensterlosen Flächen der Berufsschule mit Selbstklimmern (Wuchsbegrenzung), mit Gerüstkletterpflanzen oder wandgebunden möglich. Ggf. Begrünung Aufzugturm.

Priorität Klima & Bildung

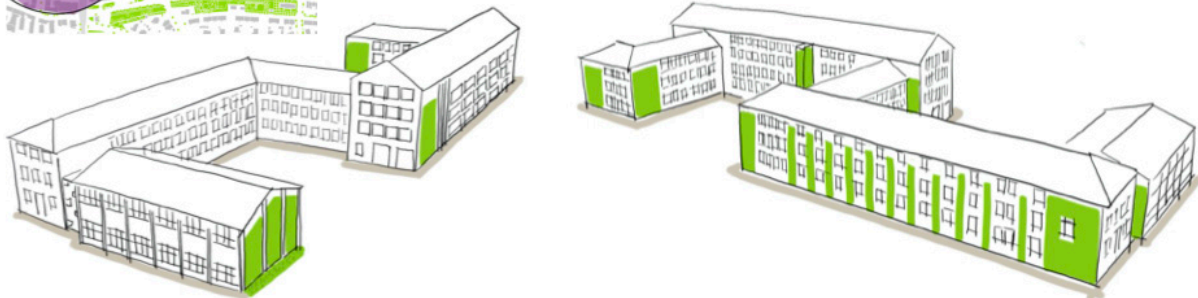


Abb. 108: Maßnahmenstudie Kaufmännische Berufsschule Walter-Eucken-Gymnasium (Nicole Pfoser)

Bereich Brühl



LS070 – Turnhalle Tullaschule

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Flachdachbegrünung

Fassadenbegrünung

- TYP 2: bodengebundene Begrünung der Turnhallen-Ost-/Westseite mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Umfeldverbesserung & Bildung

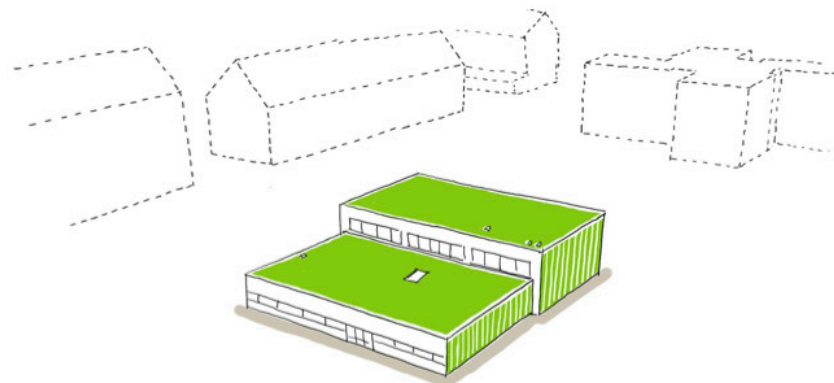


Abb. 109: Maßnahmenstudie Turnhalle Tullaschule (Nicole Pfoser)

Bereich Rieselfeld



LS076 – Kindertagesstätte Rieselfeld, Adelheid-Steinmann-Straß 6

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Flachdachbegrünung der freien Dachfläche

Fassadenbegrünung

- TYP 1: Bodengebundene Begrünung der fensterlosen Flächen und Laubengänge mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Umfeldverbesserung & Bildung

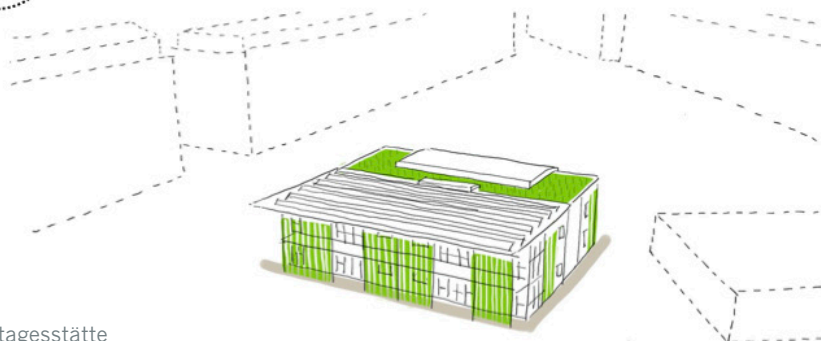


Abb. 110: Maßnahmenstudie Kindertagesstätte Rieselfeld, Adelheid-Steinmann-Straße 6 (Nicole Pfoser)

Bereich Rieselfeld



LS081 – Gemeindehaus Maria-von-Rudloff-Platz 2 (Glashaus)

Dachbegrünung

- TYP 3: extensive Flachdachbegrünung zur Wirkungsgradverbesserung der Photovoltaik-Anlage (Solargründach)

Fassadenbegrünung

- Typ 3: wandgebundene Fassadenbegrünung
Seitenwände Tiefhof

Priorität Klima & Image

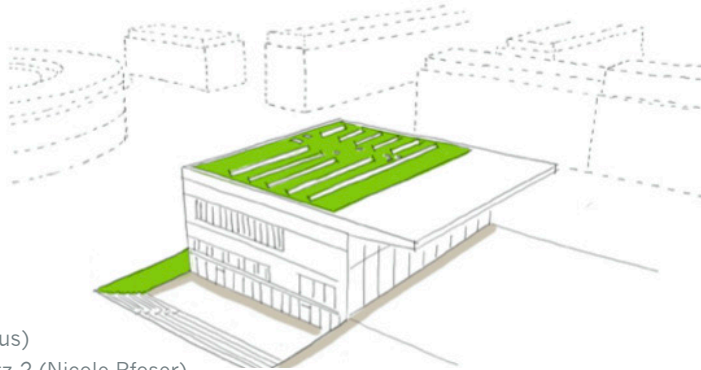


Abb. 111: Maßnahmenstudie (Glashaus)

Gemeindehaus Maria-von-Rudloff-Platz 2 (Nicole Pfoser)

Bereich Altstadt



LS180 – Rathaus Innenstadt, Anbau Gauchstraße 12

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Dachbegrünung des Flachbaus

Fassadenbegrünung

- TYP 1/TYP 2: bodengebundene Begrünung mit Gerüstkletterpflanzen
- TYP 3: wandgebundene Begrünung

Priorität Klima & Vorbildcharakter

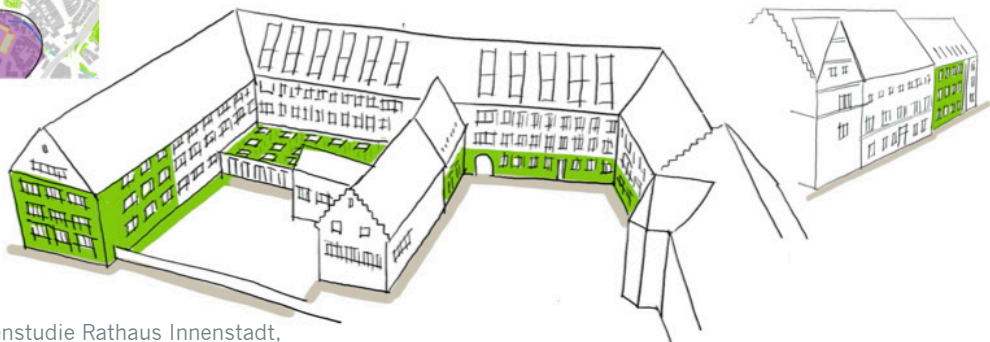


Abb. 112: Maßnahmenstudie Rathaus Innenstadt,

Anbau Gauchstraße 12 (Nicole Pfoser)

Bereich Industriegebiet Nord



LS318 – Wohnheim Zinkmattenstraße 18

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Dachbegrünung der Containerbauten und des Schrägdachs

Fassadenbegrünung

- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Südwest-Seiten mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Klima & Identifikation

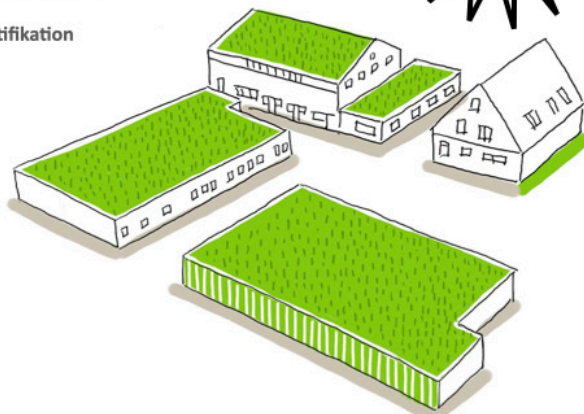


Abb. 113: Maßnahmenstudie Wohnheim

Zinkmattenstraße 18 (Nicole Pfoser)

Bereich Gewerbegebiet Haid



LS330 – Wohnheim Bötzinger Straße 50a

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Dachbegrünung des Flachdachs/der Flachdächer als Biodiversitätsdach

Fassadenbegrünung

- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Süd-/Ost- und West-seiten mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Biotopverbund
& Identifikation

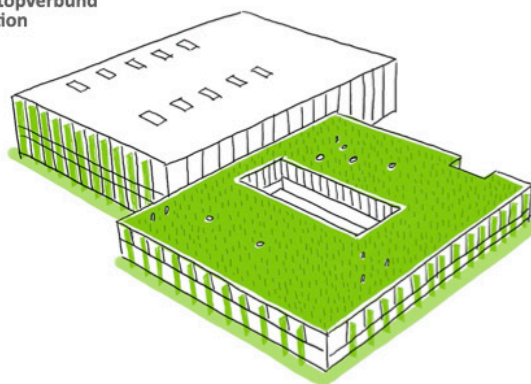


Abb. 114: Maßnahmenstudie Wohnheim
Bötzinger Straße 50a (Nicole Pfoser)

Begrünungseignung

sap_nr	Bezeichnung	Hitze- belastung	Sensitivitäts- faktoren	Flächen- potenzial	hoch frequentiert	imagefördernd	einfach & günstig
LS078-GE01	Kinderhaus Arche Noah (Rieselfeld V)	●	●	●	●	●	●
LS106-GE01	Kindergarten Universität	●	●	●	●	●	●
LS106-GE02	Garage Kindergarten Universität	●	●	●	●	●	●
LS162-GE01	Dreikönigsküche - Essenstreff	●	●	●	●	●	●
LS302-GE01	Clara-Grunwald- Schule, Verfügungsbau Wohnheim	●	●	●	●	●	●
LS318-GE03	Zinkmattenstraße 18A Container A	●	●	●	●	●	●
LS134-GE01	Amt für öffentliche Ordnung, Haus Nr. 2	●	●	●	●	●	●
LS028-GE01	Clara-Grunwald- Schule	●	●	●	●	●	●
LS063-GE05	Turnhalle Lortzingschule	●	●	●	●	●	●
LS085-GE01	Verwaltungsgebäude Wohnheim Haus 4 Hermann-Mitsch- Straße 13	●	●	●	●	●	●
LS085-GE02	Wohnheim Haus 12 Hermann-Mitsch- Straße 13	●	●	●	●	●	●
LS085-GE03	Wohnheim Haus 13 Hermann-Mitsch- Straße 13	●	●	●	●	●	●
LS085-GE04	Wohnheim Haus 14 Hermann-Mitsch- Straße 13	●	●	●	●	●	●
LS085-GE05	Wohnheim Haus 15 Hermann-Mitsch- Straße 13	●	●	●	●	●	●

sap_nr	Bezeichnung	Hitze- belastung	Sensitivitäts- faktoren	Flächen- potenzial	hoch frequentiert	imagefördernd	einfach & günstig
LS141-GE01	Wohnheim Hermann- Mitsch-Str 30/1 St. Gabriel	●	●	●	●	●	●
LS151-GE01	Gebäude Turnseehort	●	●	●	●	●	●
LS156-GE01	Wohnheim Haslacher Straße 11 OASE	●	●	●	●	●	●
LS220-GE01	Schlachthof	●	●	●	●	●	●
LS301-GE02	Feuerwehr Tullastraße 59, Gerätehaus	●	●	●	●	●	●
LS084-GE01	Wohnheim Elsässer Straße 7	●	●	●	●	●	●
LS151-GE02	Werkstatt Turnseehort	●	●	●	●	●	●
LS112-GE01	Spielturm Weingarten	●	●	●	●	●	●
LS250-GE01	Verwaltung Brand- und Katastrophenschutz	●	●	●	●	●	●
LS318-GE01	Wohnheim Zinkmattenstraße 18A Büro / Halle	●	●	●	●	●	●
LS055-GE01	Gerätehaus Feuerwehr Hochdorf	●	●	●	●	●	●
LS055-GE02	Lagerhalle Feuerwehr Hochdorf	●	●	●	●	●	●
LS085-GE07	BHKW Wohnheim Hermann-Mitsch- Straße 13	●	●	●	●	●	●
LS239-GE04	Hauptfeuerwache Leitstelle	●	●	●	●	●	●
LS308-GE01	Container Wohnheim Mooswaldallee 10a	●	●	●	●	●	●
LS318-GE05	Wohnheim Zinkmattenstraße 18 Sicherheitsdienst	●	●	●	●	●	●
	Stadtbibliothek Münsterplatz 17	—	●	●	●	●	●
LS009-GE03	Turnhalle Turnsee- Schule	●	●	●	●	●	●
LS239-GE01	Hauptfeuerwache Bau A	●	●	●	●	●	●
LS239-GE02	Hauptfeuerwache Werkstatthalle/ Übungsturm	●	●	●	●	●	●
LS209-GE01	Gemeinschaftshaus Wohnheim Hermann- Mitsch-Straße 21b	●	●	●	●	●	●
LS209-GE02	Container Wohnheim Hermann- Mitsch-Straße 21b	●	●	●	●	●	●
LS322-GE01	Wohnheim Tullastraße 63A	●	●	●	●	●	●
LS318-GE02	Wohnheim Zinkmattenstraße 18 Wohnhaus	●	●	—	—	—	—
LS239-GE05	Hauptfeuerwache Berufsfeuerwehr	●	●	—	●	●	—
LS239-GE06	Hauptfeuerwache Fahrzeughalle (F)	●	●	—	●	●	—
LS009-GE02	Garage Turnsee- Schule	●	●	—	—	—	●
LS266-GE01	WC Alte Uni	●	●	—	—	●	●

Bereich Rieselfeld



LS078 – Kinderhaus Arche Noah, Cornelia-Schlosser-Allee 17

Dachbegrünung

- ggf. Optimierung des bestehenden Gründachs hinsichtlich Biodiversität

Fassadenbegrünung

- TYP 2/TYP 3: bodengebundene Begrünung des Eingangsbereichs mit Gerüstkletterpflanzen oder wandgebundener Begrünung

Priorität Image & Bildung

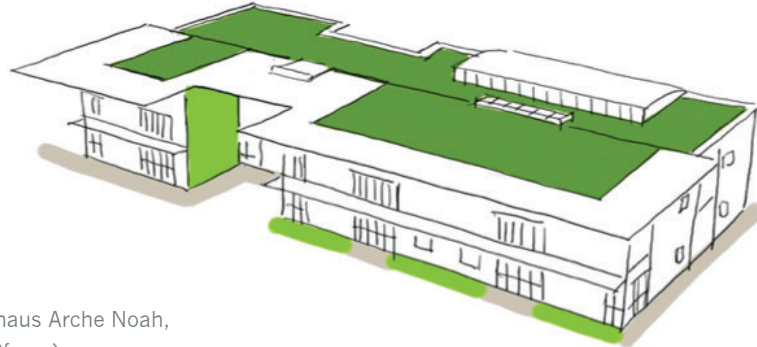


Abb. 115: Maßnahmenstudie Kinderhaus Arche Noah, Cornelia-Schlosser-Allee 17 (Nicole Pfoser)

Bereich Stühlinger/Haslach-Egerten



LS106 – Kindergarten Universität

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Schrägdachbegrünung des Haupthauses

Fassadenbegrünung

- TYP 2: bodengebundene Begrünung der Nordseiten mit Gerüstkletterpflanzen (z. B. Pfeifenwinde)

Priorität Identifikation & Vorbild

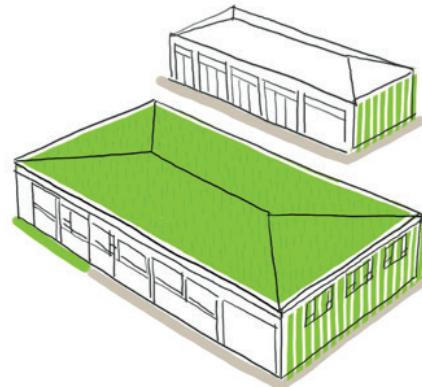


Abb. 116: Maßnahmenstudie Kindergarten Universität (Nicole Pfoser)

Bereich Mittel-/Oberwiesche und Oberau



LS162 – Dreikönigsküche, Essenstreff

Fassadenbegrünung

- TYP 1: Bodengebundene Begrünung der Westseite mit einjährigen Gerüstkletterpflanzen (z.B. Bohnen/Hopfen) oder mit Efeu

Priorität Temporär, einfach & günstig



Abb. 117: Maßnahmenstudie Dreikönigsküche, Essenstreff (Nicole Pfoser)

Bereich Rieselfeld



LS302 – Clara-Grunwald-Schule II, Willy-Brandt-Allee 15

Dachbegrünung

- ggf. Optimierung des bestehenden Gründachs hinsichtlich Biodiversität

Fassadenbegrünung

- TYP 3: wandgebundene Begrünung der fensterlosen Wandflächen

Priorität Image & Vorbildcharakter

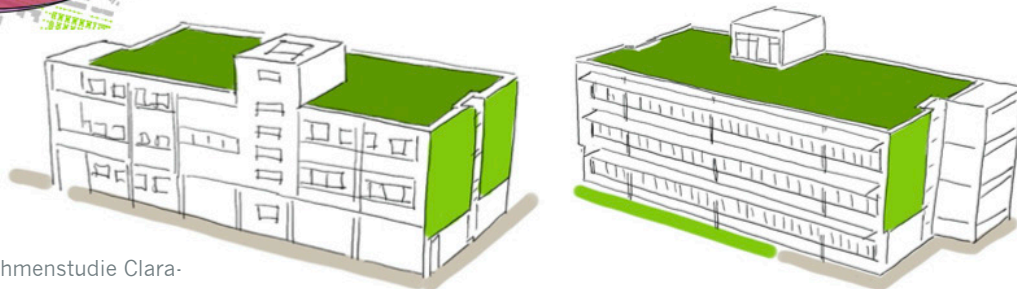


Abb. 118: Maßnahmenstudie Clara-Grunwald-Schule II, Willy-Brandt-Allee 15 (Nicole Pfoser)

Bereich Mittel-/Oberwiesche und Oberau



LS134 – Amt für öffentliche Ordnung, Haus Nr. 2

Fassadenbegrünung

- TYP 3: wandgebundene Begrünung, flächig (vertikale Gärten) und senkrechte Aufbietung von Gerüstkletterpflanzen in Pflanzgefäßen

Priorität Klima & Vorbildcharakter



Abb. 119: Maßnahmenstudie Amt für öffentliche Ordnung, Haus Nr. 2 (Nicole Pfoser)

Bereich Rieselfeld



LS028 – Clara-Grunwald-Schule, Johanna-Kohlund-Straße 3

Dachbegrünung

- TYP 1: extensive Flachdachbegrünung mit Sedum-/Moosmatten

Fassadenbegrünung

- TYP 1/2: bodengebundene Begrünung (vertikale Aufleitung) mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Klima & Bildung

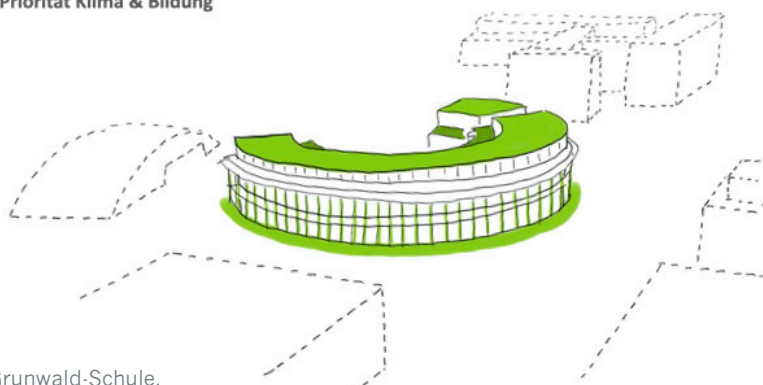
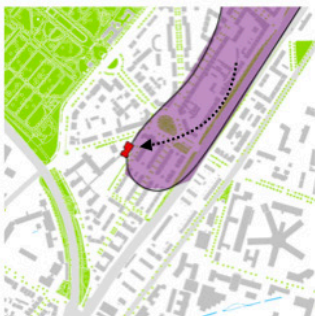


Abb. 120: Maßnahmenstudie Clara-Grunwald-Schule, Johanna-Kohlund-Straße 3 (Nicole Pfoser)

Bereich Brühl



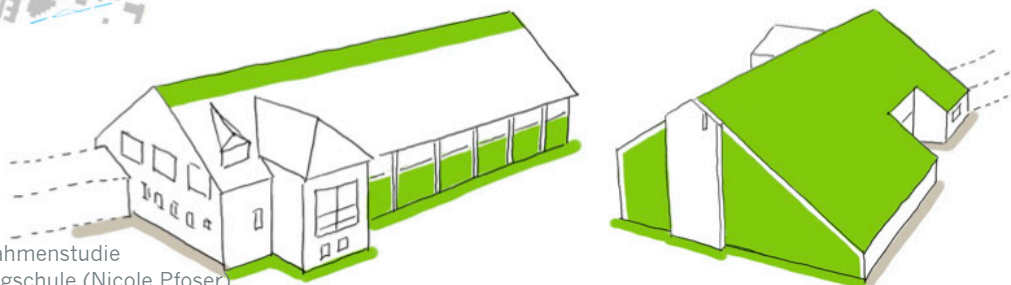
LS063 – Turnhalle Lortzingschule

- Dachbegrünung
- TYP 1: extensive Schrägdachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- TYP 1: bodengebundene Begrünung mit Selbstklimmern (Wuchsbegrenzung) oder Gerüstkletterpflanzen

Priorität Fläche & Fernwirkung



Abb. 121: Maßnahmenstudie Turnhalle Lortzingschule (Nicole Pfoser)



Bereich Industriegebiet Nord



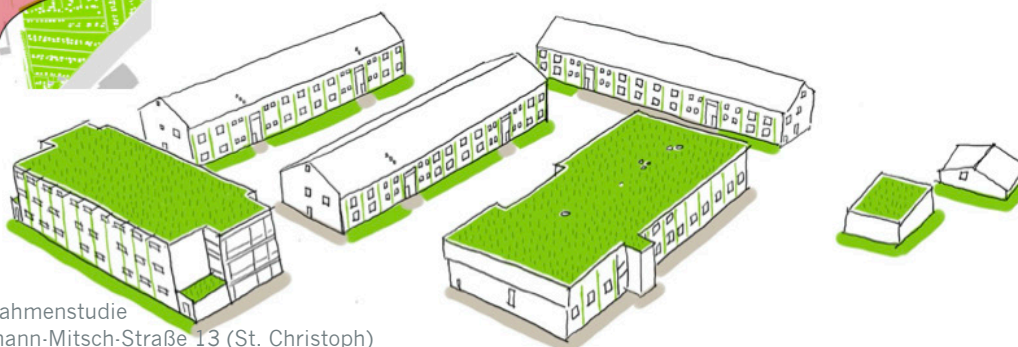
LS085 – Wohnheim Hermann-Mitsch-Straße 13 (St. Christoph)

- Dachbegrünung
- TYP 1: extensive Dachbegrünung der Containerbauten und des BHKW's
- Fassadenbegrünung
- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Süd/Südost-Seiten mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Klima & Identifikation



Abb. 122: Maßnahmenstudie Wohnheim Hermann-Mitsch-Straße 13 (St. Christoph) (Nicole Pfoser)



Bereich Industriegebiet Nord



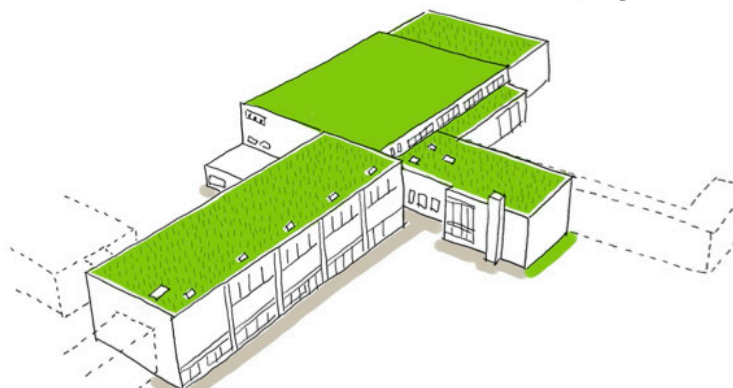
LS220 – Schlachthof

- Dachbegrünung
- TYP 1: extensive Dachbegrünung der Flachdächer als Sedum-/Moosmatten sowie als Biodiversitätsdächer

Priorität Flächenpotenzial & Image



Abb. 123: Maßnahmenstudie Schlachthof (Nicole Pfoser)



Bereich Industriegebiet Nord



LS301 – Feuerwehr Tullastraße 59

- Dachbegrünung
 - TYP 1: extensive Flachdachbegrünung
 - Fassadenbegrünung
 - TYP 1: Bodengebundene Begrünung der fensterlosen Fläche mit Gerüstkletterpflanzen
- Priorität Image, einfach & günstig

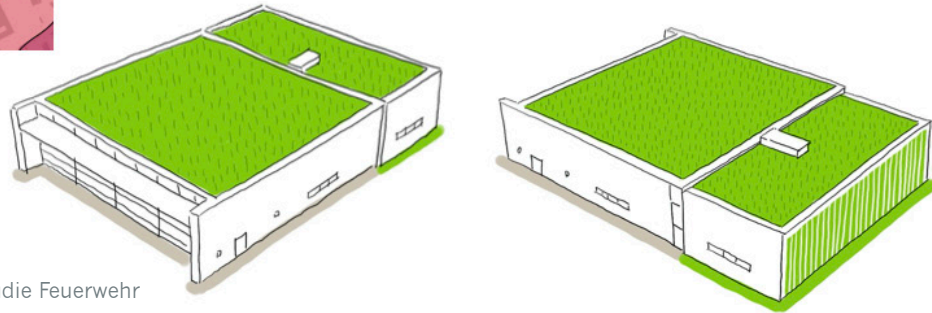


Abb. 124: Maßnahmenstudie Feuerwehr Tullastraße 59 (Nicole Pfoser)

Bereich Industriegebiet Nord



LS141 – Wohnheim Hermann-Mitsch-Straße 30 (St. Gabriel)

- Fassadenbegrünung
 - TYP 1/TYP 2: Begrünung der Süd- und Nordseite mit Gerüstkletterpflanzen
- Priorität Umfeldverbesserung & Identifikation



Abb. 125: Maßnahmenstudie Wohnheim Hermann-Mitsch-Straße 30 (St. Gabriel) (Nicole Pfoser)

Bereich Stühlinger/Haslach-Egerten



LS156 – Wohnheim Haslach-Straße 11 OASE

- Dachbegrünung
 - ggf. Optimierung des bestehenden Gründachs hinsichtlich Biodiversität
 - Fassadenbegrünung
 - TYP 3: wandgebundene Begrünung an der Gebäude-Südfassade
 - TYP 1: bodengebundene Begrünung der Westseite mit Selbstklimmern (Wuchsbegrünung)
- Priorität Identifikation & Aufwertung der Adresse

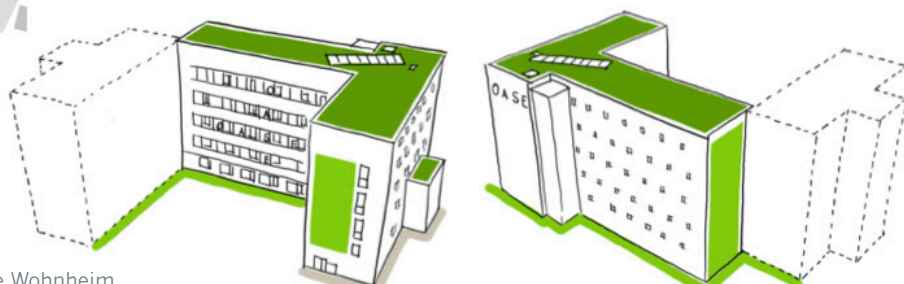


Abb. 126: Maßnahmenstudie Wohnheim Haslach-Straße 11 OASE (Nicole Pfoser)

Bereich Mooswald Ost



LS084 – Wohnheim

- Fassadenbegrünung
- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Außenwände mit Selbstklimmern (Wuchsbegrenzung)

Priorität Umfeldverbesserung

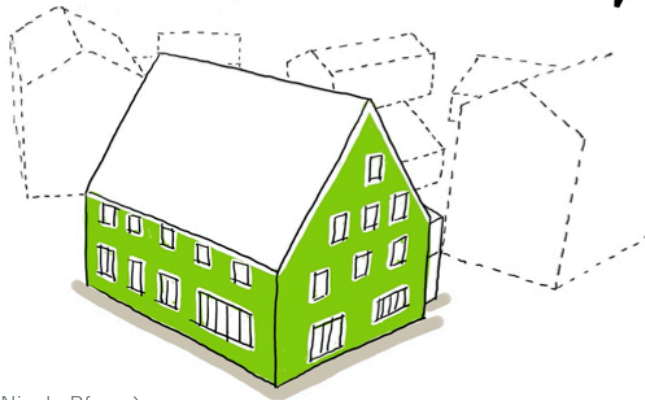


Abb. 127: Maßnahmenstudie Wohnheim (Nicole Pfoser)

Bereich Mittel-/Oberwienre und Oberau



LS151 – Turnseehort und Werkstatt

- Dachbegrünung
- TYP 1: Schrägdachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- TYP 1/TYP 2: Verschattung des Anbaus mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Klima & Vorbildwirkung

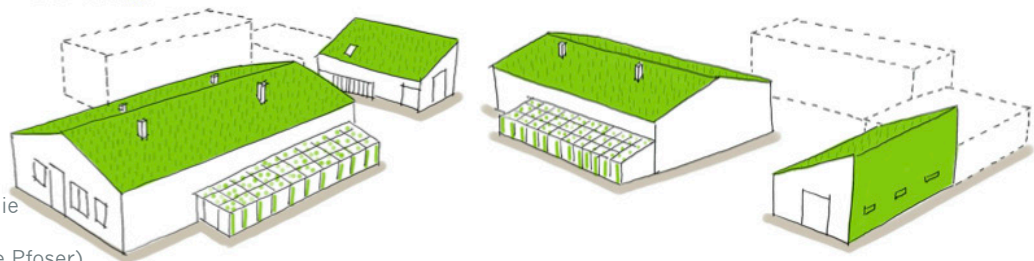
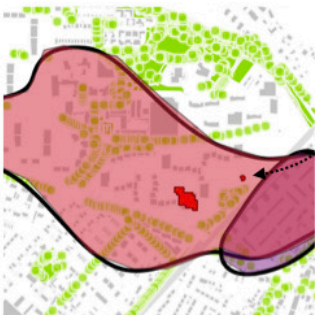


Abb. 128: Maßnahmenstudie Turnseehort und Werkstatt (Nicole Pfoser)

Bereich Weingarten/Haslach-Egerten



LS112 – Spielturm Weingarten

- Fassadenbegrünung
- TYP 1/TYP 2: Begrünung der fensterlosen Wandfläche mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Identifikation, einfach & günstig



Abb. 129: Maßnahmenstudie Spielturm Weingarten (Nicole Pfoser)

Bereich Stühlinger/Haslach-Egerten



LS250 – Verwaltung Eschholzstraße 86

- Fassadenbegrünung**
- TYP 1/TYP 2: bodengebundene Begrünung mit Gerüstkletterpflanzen, alternativ als wandgebundene Begrünung. (Datenlage nicht ausreichend, Klärung vor Ort erforderlich)

Priorität Vorbildcharakter & Klima



Abb. 130: Maßnahmenstudie Verwaltung Eschholzstraße 86 (Nicole Pfoser)

Bereich Gewerbegebiet Hochdorf



LS055 – Feuerwehr Hochdorf, Leinenweberstraße 3

- Dachbegrünung**
- TYP 1: Extensive Flachdachbegrünung und extensive Begrünung des Gerätehausdachs

- Fassadenbegrünung**
- TYP 1: bodengebundene Begrünung der Südseiten mit Kletterpflanzen

Priorität Fläche & Klima



Abb. 131: Maßnahmenstudie Feuerwehr Hochdorf, Leinenweberstraße 3 (Nicole Pfoser)

Bereich Stühlinger/Haslach-Egerten



LS239 – Feuerwehr Eschholzstraße

- Dachbegrünung**
- Typ 1: extensive Flachdachbegrünung
 - TYP 2: intensive Dachbegrünung über tragenden Wänden
 - ggf. Optimierung der bestehenden Gründächer hinsichtlich Biodiversität

- Fassadenbegrünung**
- TYP 3: wandgebundene Begrünung, flächig

Priorität Klima & Image

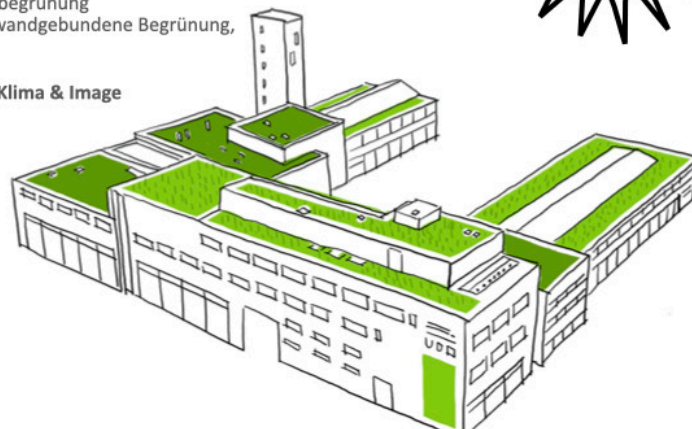


Abb. 132: Maßnahmenstudie Feuerwehr Eschholzstraße (Nicole Pfoser)

Bereich Industriegebiet Nord



LS308 – Wohnheim Mooswaldallee 10 a

Fassadenbegrünung

- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Südseite mit Kletterpflanzen an vertikalen Aufleitungen
- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Ost- und Westseite mit Gerüstkletterpflanzen, flächig

Priorität Umfeldverbesserung & Identifikation

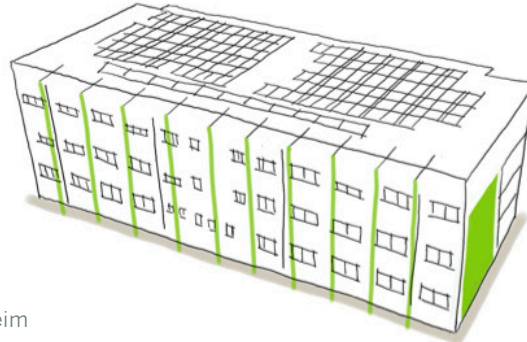


Abb. 133: Maßnahmenstudie Wohnheim Mooswaldallee 10a (Nicole Pfoser)

Bereich Altstadt



Stadtbibliothek Münsterplatz 17

Fassadenbegrünung

- TYP 3: wandgebundene Begrünung der Nordfassade

Priorität Vorbildcharakter & Bürgerinteresse

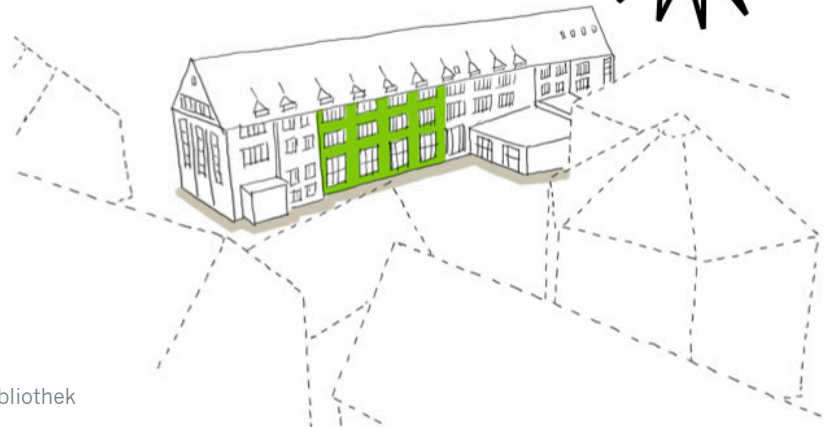


Abb. 134: Maßnahmenstudie Stadtbibliothek Münsterplatz 17 (Nicole Pfoser)

Bereich Mittel-/Oberwies und Oberau



LS009 – Turnhalle Turnsee-Schule

Dachbegrünung

- TYP 1: Ersatz der Bekiesung durch extensive Begrünung

Fassadenbegrünung

- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Südfassade mit Gerüstkletterpflanzen (Klärung Boden-/Bodenwasseranschluss)

Priorität Image & Vorbildcharakter

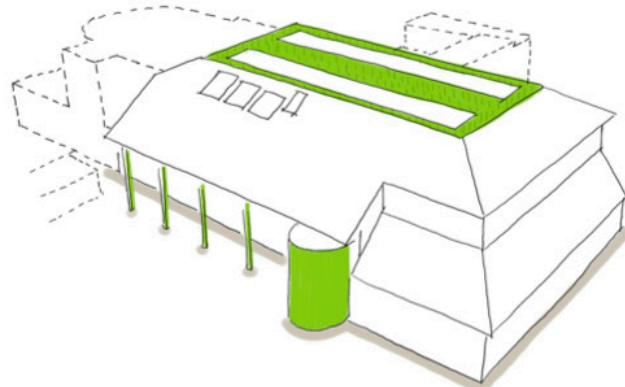


Abb. 135: Maßnahmenstudie Turnhalle Turnsee-Schule (Nicole Pfoser)

Bereich Industriegebiet Nord



LS209 – Wohnheim Hermann-Mitsch-Straße 21b

- Fassadenbegrünung
- TYP 1/TYP 2: Begrünung der Südseiten mit Gerüstkletterpflanzen

Priorität Identifikation

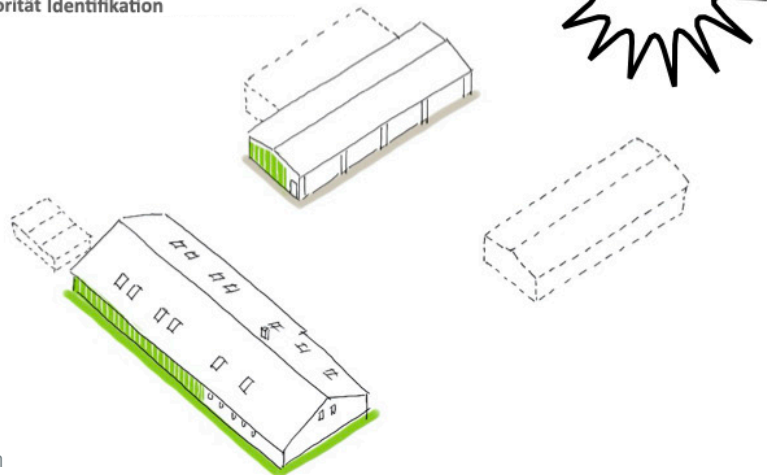


Abb. 136: Maßnahmenstudie Wohnheim Hermann-Mitsch-Straße 21b (Nicole Pfoser)

Bereich Industriegebiet Nord



LS322 – Wohnheim Tullastraße 63A

- Dachbegrünung
- ggf. Optimierung des bestehenden Gründachs hinsichtlich Biodiversität
- Fassadenbegrünung
- TYP 1: bodengebundene Begrünung der Zugangsseiten mit Gerüstkletterpflanzen an vertikalen Aufleitungen

Priorität Umfeldverbesserung & Identifikation



Abb. 137: Maßnahmenstudie Wohnheim Tullastraße 63A (Nicole Pfoser)

Bereich Mittel-/Oberwiehre und Oberau



LS009 – Turnsee-Schule Garage

- Dachbegrünung
- TYP 1: extensive Begrünung des Flachdachs
- Fassadenbegrünung
- TYP 1: Begrünung mit Selbstklimmern oder Gerüstkletterpflanzen (Klärung Boden-/Bodenwasseranschluss und Fensterflächen)

Priorität einfach & günstig

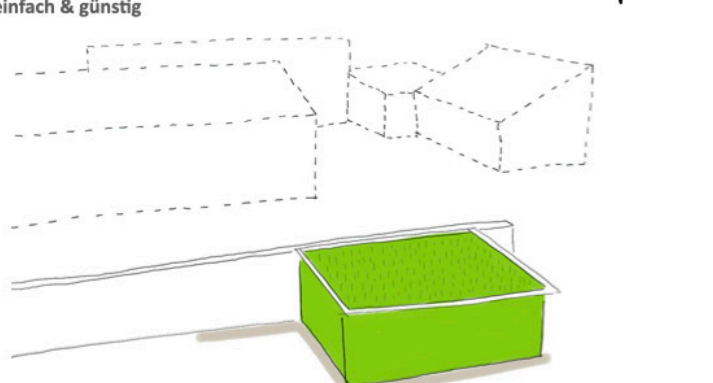


Abb. 138: Maßnahmenstudie Turnsee-Schule Garage (Nicole Pfoser)

Nach interner Abstimmung der städtischen Vertreter erfolgte als zweiter Schritt eine weitere Priorisierung der Projekte vor dem Hintergrund des Sanierungsstandes der jeweiligen Gebäude sowie der aktuellen Sanierungsplanungen in die Kategorien „hoch“ und „niedrig“. Die Wentzinger Schule wurde aufgrund der Pla-

nung einer PV-Anlage und des Bedarfs einer Aufenthaltsfläche auf dem Dach im Untersuchungsumfang der Studie ergänzt.

Nachfolgend das Ergebnis des zweiten Priorisierungsschrittes durch die Stadtverwaltung als Auflistung in hoch und niedrig priorisierte Gebäude.

Hoch priorisierte Gebäude	Niedrig priorisierte Gebäude
• Turnhalle Berufsschule Walter-Eucken-Gymnasium • Kindergarten Krozinger Straße 50 • Kindergarten Sprungbrett, Zehntsteinweg 9 a • Kindertagesstätte Rieselfeld, Adelheid-Steinmann-Straße 6 • Feuerwehr Hochdorf, Leinenweberstraße 3 • Feuerwehr Tullastraße 59 • Wohnheim Haslacher Straße 11 OASE • Verwaltung Eschholzstraße 86 • Stadtbibliothek Münsterplatz 17 • Wentzinger Schule	• Rotteck-Gymnasium, Lessingstraße 16 • Kaufmännische Berufsschule Walter-Eucken-Gymnasium • Turnsee-Schule Garage • Rathaus Innenstadt, Anbau Gauchstraße 12 • Feuerwehr Eschholzstraße • Kinderhaus Arche Noah, Cornelia-Schlosser-Allee 17 • Clara-Grunwald-Schule II, Willy-Brandt-Allee 15 • Clara-Grunwald-Schule, Johanna-Kohlund-Straße 3 • Wohnheim Hermann-Mitsch-Straße 30 (St. Gabriel) • Turnhalle Lortzingschule • Spielturm Weingarten • Wohnheim Mooswaldallee 10 a • Turnseeschule • Gemeindehaus Maria-von-Rudloff-Platz 2 • Wohnheim Bötzingen Straße 50a • Kindergarten Universität

Abb. 139: Priorisierungsschritte durch die Stadtverwaltung (hoch und niedrig priorisierte Gebäude)

Phase 1 Begrünungsgeeignete Gebäude, 2-stufige Vorauswahl			
	Prüfungsumfang	Schritt 1 Priorisierung der Gutachter*innen	Schritt 2 Priorisierung der Stadtverwaltung
	alle städtischen, vom Gebäudemanagement verwalteten Gebäude in HitzeHotSpots der Stadt Freiburg (gem. Klimaanpassungskonzept Hitze, 2019)	• Hitzebelastung • Sensitivitätsfaktoren • Flächenpotenzial • hoch frequentiert • imagefördernd • einfach & günstig Ausschlusskriterien • bereits begrünt • nicht konsequent den Kriterien der Priorität entsprechend • Ausschluss durch Denkmalschutz	• Sanierungsstand • PV-Anlage in Planung (führte zur Erweiterung des Untersuchungsumfangs) Ausschlusskriterien • Abgängigkeit des Gebäudes • angemietete Gebäude
Ergänzung			Wentzinger Schule
Ausschluss		-18	-11
Gesamtumfang	54	36	26
Höchste Priorität		2	10
Höhere Priorität		3	
Hohe Priorität		7	
Begrünungsg geeignet		4	16

Abb. 140: Abschließende Übersicht des Prozesses der Gebäudevorauswahl



Abb. 141: Wandgebundene Begrünung (© Vertiko)

Fazit Vorauswahl

Gebäudebegrünung ist eine Möglichkeit zur Umfeldverbesserung. Weitgehend ungenutzte Dachflächen sowie die oftmals versiegelte Ausgangssituation in öffentlichen Bereichen macht dieses Vorhaben zu einer anspruchsvollen Planungsaufgabe.

Im Rahmen der Maßnahmenstudie wurde aufgezeigt, welche Formen der Dach- und Fassadenbegrünung möglich erscheinen, und welche Vor- und Nachteile verschiedene Optionen mit sich bringen. Welche Variante oder Kombination von Varianten letztlich infrage kommt, resultiert aus der Zielsetzung für die Dach- bzw. Fassadenbegrünung:

Sollen ökologische Aspekte im Vordergrund stehen? Soll die Begrünung durch architektonische Aufwertung oder zusätzliche Flächennutzung zur Verbesserung der Akzeptanz und Lebensqualität bei Anwohnern oder im Stadtteil beitragen? Soll die Begrünung zum Imagefaktor werden? Bei jeglicher Gebäudebegrünung ist zu klären, welcher Gesamteindruck mit der Begrünung

erreicht werden kann. Ist ein architektonisch-monochromes Bild gewünscht? Soll die Begrünung ganzjährig wirksam sein? Soll sie möglichst bunt und vielfältig wirken?

Mit dem Aufzeigen verschiedener Varianten und deren Vor- und Nachteile besteht nun eine Basis, um weitere Planungsschritte anhand der Zielsetzungen zur Fassadenbegrünung einzuleiten. Planung, Ausführung und dauerhafte Pflege müssen nach den anerkannten Regeln der Technik erfolgen (vgl. Kapitel Versorgungstechnische Kriterien, S. 28 ff.) und von Fachfirmen für Gebäudebegrünung ausgeführt werden, um ein fehlerfreies und dauerhaftes Ergebnis sicher zu stellen.

Die folgenden Übersichten betrachten ausgewählte Projekte, des durch das Gebäudemanagement der Stadt Freiburg (GMF) verwalteten Gebäudebestandes, in Hotspots der Hitzebelastung hinsichtlich Begrünung, Konstruktions- und Instandhaltungskriterien, sowie den erreichbaren Nutzen.

Abb. 142: Mögliche Zielsetzungen (Motivation) zur Gebäudebegrünung (Nicole Pfoser)



Klimaadaptation



Ökologie/Umweltaspekte



Umfeldverbesserung



Imagefaktor



Kostenvorteile



Abb. 143: Wentzinger Schule, Pausenhof (© Vertiko)

Bewertung der Begrünungsvarianten

Nachfolgend werden Konzeptvarianten zur Umsetzung von Dach- und Fassadenbegrünungen des durch das Gebäudemanagement der Stadt Freiburg (GMF) verwalteten Gebäudebestandes in Hotspots der Hitzebelastung vorgestellt.

Die Varianten gehen auf die jeweils unterschiedliche Ausgangssituation ein. So bedarf es Lösungen für Gebäude mit unterschiedlichen Dachformen (Flachdach, Schrägdach) sowie Begrünungslösungen für Fassaden, die versiegelten, bzw. nicht versiegelten Bereichen zugeordnet sind. In den Varianten wird auf die verschiedenen Expositionen der Flächen eingegangen. Es handelt sich um klassische, wiederkehrende Ausgangssituationen, sodass Lösungsvorschläge bei Bedarf auch auf andere Gebäude übertragen werden können.

Dachbegrünung

Typ 1 | Varianten mit Priorität Gewichtseinsparung Extensive Begrünung

- Variante DE1 | Sedum-/Moosmatten (Textilsystem)
- Variante DE2 | Textil-Substrat-System
- Variante DE3 | Substratschüttung 5-15 cm

Typ 2 | Varianten mit Priorität Nutzung Intensive Begrünung

- Variante DI1 | Substratschüttung > 15 cm
- Variante DI2 | Pflanzgefäße

Untervarianten für Dachbegrünungen

Multifunktionsdächer

- a | Solargründach
- b | Biodiversitätsgründach
- c | Retentionsdach
- d | Wasserrgründach
- e | Gebäudeintegrierte Farmwirtschaft

Wand- und Fassadenbegrünung.

Typ 1 | Varianten für nicht versiegelte Bereiche Bodengebundene Begrünung

- Variante FB1 | Selbstklimmer, immergrün
- Variante FB2 | Selbstklimmer, sommergrün
- Variante FB3 | Gerüstkletterpflanzen an vertikalen Seilen oder Stäben
- Variante FB4 | Gerüstkletterpflanzen an horizontalen Seilen oder Stäben
- Variante FB5 | Gerüstkletterpflanzen an Netzstrukturen oder Gittern
- Variante FB6 | Einjährige Gerüstkletterpflanzen

Typ 2 | Varianten für versiegelte Bereiche Bodengebundene Begrünung

Untervarianten zu Typ 1

- a | Wurzelraum im Boden mit Pflanzscheibe
- b | Wurzelraum im Boden mit Wurzelsperre zu angrenzenden Bauteilen/Infrastrukturen oder in Containern
- c | Wurzelraum in Rücksprünge/Nischen
- d | Betonung der Obergeschosse

Typ 3 | Varianten für versiegelte Bereiche Wandgebundene Begrünung

- Variante FW1 | Pflanzen in horizontalen Pflanzgefäßen (Einzel-/Linearbehälter)
- Variante FW2 | Pflanzen in modularen, vertikal ausgerichteten Einheiten
- Variante FW3 | Pflanzen in flächigen Begrünungsträgern

Bei der Beschreibung der Varianten wird auf folgende Kriterien eingegangen:

- Gestalterische Kriterien
- Vegetationstechnische Kriterien
- Bautechnische Kriterien
- Wirtschaftliche Kriterien

Grafisch wird die Bewertung durch Piktogramme zusammengefasst. Es wird dargestellt:

- die Leistung zur Klimaadaptation
- welchen ökologischen Wert die Variante hat
- wie sie zur Umfeldverbesserung beiträgt
- ob es sich um eine intensive oder extensive Gestaltung handelt
- mit welchem Pflegeaufwand zu rechnen ist
- wie kostenintensiv-/extensiv die Lösung ist

Damit werden alle relevanten Punkte beleuchtet, die zu einer Entscheidungsfindung notwendig sind. Abschließend wird eine Empfehlung zur Begrünung des betreffenden Gebäudes ausgesprochen und es werden Hinweise zur Pflanzenauswahl gegeben.

Als konzeptionelle Beratung können die vorliegenden Varianten als Basis für eine weitere Planung dienen, stellen aber weder einen (Vor-)Entwurf noch eine Ausführungsplanung dar. Sie sollen die Bandbreite der Möglichkeiten bei unterschiedli-

chen Voraussetzungen aufzeigen und durch die Erläuterung der Vor- und Nachteile die Basis für eine fundierte Entscheidungsfindung bilden. Um die weiteren Schritte zu verdeutlichen, wurden auf S. 42 die Planungskriterien verschiedener Bauweisen aufgeführt. Diese sind bei der späteren Ausführungsplanung zu beachten.

Ein wichtiges Entscheidungskriterium sind meist die Kosten. Bei der Fassadenbegrünung ist das Verhältnis von Bau- und Pflegekosten zu berücksichtigen:

- In der Herstellung günstige Bauweisen, wie z. B. die Direktbegrünung mit Selbstklimmern, verursachen aufgrund der Wüchsigkeit der Pflanzen meist hohe Pflegekosten oder, bei mangelnder Pflege, Schäden an Gebäude oder Bauteilen. Auch bei extensiven Dachbegrünungen sind die Pflegeintervalle einzuhalten.

- Kostenintensivere Bauweisen mit Gerüstkletterpflanzen, die eine Wuchskonstruktion benötigen, verursachen durch ihren Abstand zum Gebäude meist geringere Pflegekosten (sofern Pflanze und Kletterhilfe aufeinander abgestimmt sind).

- Wandgebundene Bauweisen sowie intensive Dachbegrünungen sind in Herstellung und Unterhaltung gleichermaßen aufwändig. Hier müssen die besondere Wirkung, die stadtköologischen Potenziale sowie der Image- bzw. Nutzungsvorteil gegen die Kosten abgewogen werden.

Keine Begrünung ist kosten- oder pflegefrei. Ihr gebäudeoptimierender sowie umfeldverbessernder Beitrag ist dafür eine dauerhafte Investition in eine lebenswerte und lebendige, urbane Umgebung.

Abb. 144: Piktogramme zur grafischen Bewertung der Varianten (Nicole Pfoser)





Abb. 145: Dach KiTa Rieselfeld (© Vertiko)

Ausgangslage der Typen Dachbegrünung

Ergänzend zur Nutzung von Dachflächen für die Solarenergiegewinnung kommt den Dachbegrünungstechniken wegen ihres gestalterischen und ökologischen Potenzials eine wachsende Beachtung zu. Neben den häufig ausgeführten reinen Begrünungen von Substratschüttungen gibt es inzwischen bewährte multifunktionale Lösungen, die in dieser Arbeit zusammengefasst, und als Unterkategorien im Anschluss ebenfalls ausführlich beschrieben werden.

Begrünung von flachen und geneigten Dächern

Typ 1 | Varianten mit Priorität Gewichtseinsparung, extensive Begrünung

Hierbei handelt es sich um naturnah gestaltete Vegetationsformen, die sich weitgehend selbst erhalten und weiterentwickeln, mit geringem Aufwand herstellbar und zu unterhalten sind. Die extensive Begrünung ist in unserem Baualltag der Begriff für kostengünstige, wartungsarme Dachbegrünungen. Sie lässt sich in verschiedenen Varianten ausführen.

In Anlehnung an Spontanbegrünungen gibt es eine Reihe geeigneter Trägersysteme mit oder ohne Substrat, welche einerseits dem Anspruch an Gewichtsreduktion sowie andererseits dem Einsatz einer erhöhten Pflanzenbandbreite von Moosen über den Sedumteppich bis hin zu Stauden und Kleingehölzen gerecht werden. Diese Vielfalt von interessanten wie auch erfolgreichen Begrünungstechniken ist auf flachen und

schrägen Dachflächen einsetzbar. Auch Extensivbegrünungen genügen heute dem zunehmenden Anspruch der Flächenmultifunktionalität, z. B. als Solar-, Biodiversitätsgründach.

Typ 2 | Varianten mit Priorität Nutzung, intensive Begrünung

Für Begrünungen von genutzten Dachgärten besteht die Forderung nach einer möglichst wenig eingeschränkten Pflanzenwahl, da diese zumal in öffentlichen Bereichen höheren mechanischen und klimatischen Belastungen sowie Vorgaben für Gestaltung und Nutzung der Oberfläche gerecht werden muss. Der Aufbau verlangt hierzu eine qualitative Nachbildung des gewachsenen Bodens.

Mit der Speicherfähigkeit von geeigneten Substraten beginnt die Schütthöhe mit 15 cm, kann aber flächig oder stellenweise (Standorte für Gehölze/Bäume) deutlich darüber liegen (Bäume ab 80 cm). Wo solche Aufbauhöhen wegen der örtlichen Verhältnisse nicht flächig realisiert werden können, besteht die Möglichkeit, mit Pflanzgefäßen bereichsweise Raum für ein ausreichendes Substratvolumen als Wurzelraum zu schaffen.

Der Aufbau eines Retentionsdachs ist für eine möglichst große Abflussrückhaltung des Regenwassers optimiert. Wasserdächer bieten zudem mit ihrer sichtbaren Wasserfläche zusätzliche Gestaltungspotenziale und Biodiversität.



Abb. 146: Siemsen, GreenR12 Moos-Sedum-Matten (© Vertiko)

Typ 1 | Varianten mit Priorität Gewichteinsparung, extensive Begrünungen

Spontanbegrünungen in der Natur sind das Vorbild extensiver Begrünungen: Moosdecken, Kräuter, Gräser oder Stauden auf Felsen, im Nebel der Wasserfälle oder die von Moosen und leuchtend gelben Flechten bedeckten Mauerkronen von Bruchsteinwänden haben sich spontan – unmittelbar von selbst – aus ihren Standortbedingungen gebildet. Dieser Entwicklung folgen die Techniken der Extensivbegrünung, um Flach- oder Steildachflächen trotz aller Einfachheit mit einer vielfältigen Begrünungsgestaltung herzustellen.

Eine bauseitige wasserableitende Flächenabdichtung ebener und geneigter Dachflächen ist die Voraussetzung für alle Arten der Dachbegrünung.

Variante DE1 | Sedum-/Moosmatten (Textilsystem)

Gestalterische Kriterien

Textilmattenbegrünungen bieten den Vorteil ihrer möglichen Vorkultivierung, sodass ein fertiger

Moos-/Sedumteppich schon mit der Gebäudefertigstellung optisch wirksam und ökologisch einsatzbereit sein kann. Beim konventionellen Aufbau als Rohmatte mit eingebrachten Sprossen benötigt ein gestalterisch und ökologisch wirksamer Anwuchs der Fläche 3–4 Jahre.

Der Gestaltungsspielraum begrenzt sich auf die Flächenwahl, das Farbenspiel ergibt sich aus den gewählten Moos-/Sedumarten.

Bei reinen Moosmatten reicht das Farbspektrum je nach Feuchtezustand von z. B. rostrot bis zu hellgrün.

Vegetationstechnische Kriterien

Vorkultivierte Sedum-/Moosmatten bestehen aus einem Wasserspeichervlies und ggf. einem dreidimensionalen Wirrgewebe als Vegetationsträger. Sie werden mit ihrem Gewicht von ca. 20 kg/m² direkt auf die Dachabdichtung befestigt (Klebung).

Für den Fall der Anforderung einer dauerhaften frischen Grünwirkung ist die Entscheidung einer

Abb. 147: Bewertung der Variante DE1 | Sedum-/Moosmatten (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 148: Moosmatte (© Vertiko)

künstlichen Bewässerung (bei reinen Moosmatten Regenwasser) zu treffen.

Bautechnische Kriterien

Der Einsatz von Moos-/Sedummatten erfolgt besonders bei im Industrie- und Gewerbebau. Es können aber auch herkömmliche Flach- und Schrägdachaufbauten mit dieser Technik begrünt werden.

Die Dachstatik muss auch für diese „leichte“ Form der Begrünung ausreichend dimensioniert sein, die Entscheidung zur Begrünung ist insoweit bauaufsichtlich relevant.

Bei Warmdächern muss auf eine lückenlose Dampfsperre geachtet werden, da die Feuchteverhältnisse des begrüntes Belags auch in der warmen Jahreszeit eine kühlere Oberfläche des Dachaufbaus bewirken kann.

Die Entwässerung von flachen und schrägen Flächen erfolgt über die Mattenoberfläche, unkorrekte Gefälleausbildungen würden daher zu anstau-

enden Pfützenbildungen führen. Eine zusätzliche mechanische Fixierung der Dachabdichtung ist ggf. erforderlich wegen möglicher Sogkräfte, besonders bei Attikaaufbauten.

An Traufen von Schrägdächern ist eine sorgfältige linear durchlaufende Befestigung der Mattenabschlüsse in der einliegenden Kehlrinne erforderlich, damit Windverwirbelungen das System nicht unterfahren können.

Wirtschaftliche Kriterien

Der Investitionsaufwand der reinen Begrünungstechnik (ohne künstliche Bewässerung und Nährstoffversorgung) liegt im unteren Bereich, ebenso der Wartungs- und Pflegeaufwand.

Die Kosten für den Begrünungsaufbau sind abhängig von der Bauweise, der Pflanzenauswahl, der Gesamtgröße und Erreichbarkeit sowie den Dachdurchdringungen und einem evtl. Bewässerungssystem. Für weitere Kosteninformationen wird an dieser Stelle auf das Gutachten zum Förderprogramm verwiesen.



Abb. 149: Sedummatten (© BOTT Begrünungssysteme GmbH)

Variante DE2 | Textil-Substrat-System

Gestalterische Kriterien

Die Bauweise ist mit dem Textilsystem verwandt, jedoch nicht gleichartig. Der Einfluss auf die Gestaltung ist infolge der umfangreicheren Pflanzenauswahl durch eine enthaltene Substratschicht größer. Als ebenfalls leichtes Begrünungssystem ist es, vorbehaltlich einer statischen Klärung, auf allen Dachkonstruktionen mit geeigneter Neigung anwendbar.

Vegetationstechnische Kriterien

Vorkultivierte Sedum-/Moosmatten kommen auch hier zum Einsatz. Zusätzlich befindet sich darunter eine Substratschicht auf einem Schutz- und Speichervlies. Der höhere Systemaufbau führt in trockenen Zeiten zu einer verstärkten Feuchtespeicherung.

Bautechnische Kriterien

Es gelten prinzipiell die für das Textilsystem aufgeführten Kriterien. Auch bei dieser Variante ist die mechanische Fixierung des Aufbaus an der Dachabklebung erforderlich. Vorkultiviert

mit einer Sedumbepflanzung wiegt der Begrünungsaufbau 30–50 kg/m², bei Bepflanzung mit Sedum und Flachballenstauden etwa 60–90 kg/m². Die zusätzliche Substratschicht verbessert die Versorgungsbedingungen der Begrünung und führt zu einem widerstandsfähigeren, dichteren Bewuchs.

Wirtschaftliche Kriterien

Mit der zusätzlichen Substratschicht gelangt der Investitionsaufwand in den mittleren Bereich. Der Pflegeaufwand sowie der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand sind gering bis mittel einzustufen. Durch ihr Auflagegewicht kann die sonst übliche Flächenauflast gegen Windsogkräfte eingespart werden. Auch hier ist der Kostenrichtwert des Begrünungsaufbaus abhängig von der Pflanzenauswahl, von Dachdurchdringungen, von der Gesamtgröße und Erreichbarkeit und einem evtl. Bewässerungssystem. Kosten für Wartung und Pflege entstehen u. a. durch Nährstoffversorgung und ggf. durch Bewässerung.

Abb. 150: Bewertung der Variante DE2 | Textil-Substrat-System (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 151: Wohnheim OASE , Freiburg (© Vertiko)

Variante DE3 | Substratschüttung 5–15 cm

Gestalterische Kriterien

Die Gestaltung der klassischen Extensivbegrünung zeigt sich in der Flächenwirkung mittelfristig je nach Pflanzenauswahl (Art, Textur, Farbgebung, Belaubungsphase).

Vegetationstechnische Kriterien

Die Pflanzenauswahl erfolgt nach Winterhärte, Herkunft des Pflanzguts (autochtones, regionales Saat- und Pflanzgut – ggf. auch lokales Druschgut) und Lebensform (Lichtverhältnisse, Wasserbedarf, pH-Wert) sowie Geselligkeit, Blatt-, Blüh- und Farbaspekten. Aufgrund der niedrigen Substratschüttung sind bei einer Staudenverwendung Flachballenstauden zu wählen. Der Aufbau besteht aus einer höhenvariablen Substratschüttung sowie einer Schutz-, Speicher- und Entwässerungslage oberhalb der Abdichtungsebene. Aufgrund der wasserspeichernden Substratschicht und der robusten Pflanzenauswahl ist in der Regel keine künstliche Bewässerung erforderlich. Um die Vitalität in lang anhaltenden Trockenperioden zu erhalten, sollte jedoch ein Wasseranschluss vorgesehen werden.

Bautechnische Kriterien

Alle Dachkonstruktionen mit entsprechender Neigung können unter Berücksichtigung der Bauphysik und der erhöhten Dachlast begrünt werden. Dieser Aufbau kann infolge seines erhöhten Gewichts eine Kies- oder Plattenbeschwerung ersetzen, daher ist eine Fixierung der Dachabdichtung nicht erforderlich. Kostengünstig ist eine extensive einschichtige Dachbegrünung (Substrat über Schutzlage, ohne Entwässerungslage). Dies setzt hohe Ansprüche an die Substratqualität (z. B. Wasserspeicherfähigkeit, Durchlässigkeit) voraus.

Wirtschaftliche Kriterien

Der Pflege- sowie der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand sind gering bis mittel einzustufen. Die Investition für den Begrünungsaufbau ist wieder abhängig von der Pflanzenauswahl, der Gesamtgröße und Erreichbarkeit und der evtl. Installation eines Bewässerungssystems zur Unterstützung in lang anhaltenden Trockenperioden. Kostenrichtwerte für den Begrünungsaufbau sowie für Wartung und Pflege sind dem Gutachten zum Förderprogramm zu entnehmen.

Abb. 152: Bewertung der Variante DE3 | Substratschüttung 5–15 cm (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 153: Intensive Dachbegrünung wagnis 4, München | Wamsler Rohloff Wirzmüller FreiRaumArchitekten (Foto: © Nicole Pfoser)

Typ 2 | Varianten mit Priorität Nutzung, intensive Begrünungen

Das Potenzial ungenutzter Flachdächer als begrünter Dachgarten, als Spielraum, als gewerbliches Angebot oder hochwertige Wohnungserweiterung etc. ist groß. Ein wertvoller Gebrauchsnutzen ist eine gute Grundlage für Erhalt und Pflege.

Die Nutzung begrünter Dächer umfasst meist befestigte Wege- und Terrassenflächen. Eine gesamtflächige Nutzung der Dachbegrünung setzt entsprechend belastbare Gras-/Wiesenflächen voraus. Umwehrungen zum Schutz gegen Absturz und Durchsturz (z. B. Lichtkuppeln) sind bei Nutzung erforderlich. Zu beachten sind die Regelwerke zum barrierefreien Bauen, DIN 18040-1, DIN 18040-2 und (öffentliche Flächen) die DIN 18040-3. [9, S. 26] Bautechnische Gesichtspunkte zur Nutzung werden in DIN EN 1991-1-1, DIN 18531-1, DIN 18195-1 und, soweit relevant, in der ZVDH/HDB – „Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“ vorgegeben. [9 S. 26] Zur statischen Berechnung und Ermittlung der Nutzlasten in Abhängigkeit von den Nutzungskategorien nach DIN EN 1991-1-1 ist die vorgesehene Nutzung festzulegen. Nutzungsänderungen der Dachbegrünung sind zu beachten. (FLL 2008: 26)

Voraussetzungen einer sicheren Nutzung sind eine ganzjährige gefahrlose Begehrbarkeit (Nachweis zur Tragfähigkeit, Verkehrssicherheit/Absturzsicherung), die Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschriften, der Brandschutz sowie

die Einhaltung nachbarrechtlicher Regelungen. Nutzungsumfang, Erhaltungsbeitrag und Pflegezuständigkeit sind zu klären.

Für spätere Pflege- und Wartungsarbeiten ist ein Anseilschutz nach DIN EN 795 oder DIN EN 795 A1 vorzusehen. Es sind bauseits entsprechende Anschlagpunkte erforderlich.

Ist die Dachabdichtung bereits fertiggestellt, empfiehlt sich für den Einbau das Anbringen von Anschlagpunkten unter Vermeidung einer Durchdringung der Dachhaut (z. B. Befestigung an tragendem aufgehenden Bauteilen oder durch Auflast gehaltenen Sicherungssystemen). (FLL 2008: 30)

Für eine Dachbegrünung baulicher Anlagen, die in die Denkmalliste eingetragen bzw. als Denkmal anerkannt sind, ist im Einzelfall eine vorausgehende denkmalschutzrechtliche Genehmigung erforderlich. (FLL 2008: 18) Zu prüfen ist die Vereinbarkeit einer Dachbegrünung mit dem Schutzziel und dem Schutzzumfang. Kann der Begrünungsaufbau nicht hinter einer Bestandsattika (von außen nicht sichtbar) untergebracht werden, ist er so weit vom Dachrand zurückzusetzen, dass die Gebäudeansichten unverändert bleiben. Die konstruktive Eignung der geschützten Substanz für die Aufnahme von Zusatzlasten (Gründachaufbau/Wasserrückhalt) und Sicherheitsbauteilen (Absturzsicherung) ist zur Genehmigung nachzuweisen.



Abb. 154: Intensive Dachbegrünung wagnis 4, München | Wams-ler Rohloff Wirzmüller FreiRaumArchitekten (Foto: © Nicole Pfoser)

Variante DI1 | Substratschüttung > 15 cm

Gestalterische Kriterien

Der Pflanzenauswahl sind bei dieser Form von Intensivdächern bei entsprechender Substrathöhe keine Grenzen gesetzt. Die geplante Flächenwirkung wird mittelfristig, je nach Pflanzenauswahl, Art, Textur, Farbgebung sowie Belaubungsphase erreicht.

Vegetationstechnische Kriterien

Die Pflanzenauswahl stellt hohe Ansprüche an den Schichtaufbau. Intensivbegrünungen sind nur durch intensive Pflege und regelmäßige Wasser- und Nährstoffversorgung dauerhaft zu erhalten. Auch hier erfolgt die Pflanzenauswahl nach Winterhärte, Lebensform, Geselligkeit, Blatt-, Blüh- und Farbaspekten. Eine künstliche Bewässerung ist empfehlenswert. Zumindest sollte eine Einrichtung zur Notbewässerung für Trockenzeiten (möglichst als Regenwasser) vorhanden sein.

Bautechnische Kriterien

Geeignete Dachkonstruktionen sind Massivbauten mit flachen oder flachgeneigten (0°–5°) Betondecken, unterirdische Betonbauwerke oder andere

statisch stabile Konstruktionen. Der Aufbau hat folgende Lagen (von unten nach oben): Wurzelfeste Dachabdichtung, Schutz- und Speichervlies, Drain- und Wasserspeicherelemente (optional Wurzelschutzbahn, Speichervlies, mineralisches Drainsubstrat), Filtervlies, Substratschichten auf Vegetation abgestimmt (Rasen, Stauden und Gehölze, Bäume bei einer Substrathöhe ab 80 cm). Das Aufbaugewicht ist statisch relevant und muss bei der Planung berücksichtigt werden.

Wirtschaftliche Kriterien

Der Pflege-, Wartungs- und Instandhaltungsaufwand ist hoch und, wie auch die Nutzungsmöglichkeiten und die Gestaltungsvielfalt, mit bodengebundenen Freiräumen vergleichbar. Anfallende Kosten für die Installation, Pflege und Wartung sind abhängig von der gewählten Substratstärke, der Pflanzenauswahl, von Gestaltungsvorgaben (artifizuell/naturnah), der Gesamtgröße und Erreichbarkeit der Fläche sowie von der Versorgung mit Wasser und Nährstoffen (s. Gutachten zum Förderprogramm).

Abb. 155: Bewertung der Variante DI1 | Substratschüttung > 15 cm (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 156: Intensive Dachbegrünung wagnis 4, München | Wamsler Rohloff Wirzmüller FreiRaumArchitekten (Foto: © Nicole Pfoser)

Variante DI2 | Pflanzgefäße

Gestalterische Kriterien

Das große Potenzial der Begrünung mit Pflanzgefäßen liegt in der flexiblen Handhabung und Veränderbarkeit. Intensivbegrünungen sind so ohne flächigen Gründachaufbau oder zur Ergänzung extensiver Gründächer (Erhöhung der Biodiversität) möglich. Diese Lösung eignet sich neben dem gestalterischen Nutzen zusätzlich für Absperrungen, Einfassungen und den Sichtschutz von Bereichen. Über eine Leitbepflanzung und Begleitpflanzen kann eine jahreszeitlich abgestimmte Gestaltung erreicht werden.

Vegetationstechnische Kriterien

Vorkultivierte Füllungen mit Staudengewächsen, Gräsern, dichtem Buschwerk aus Gehölzen und Bäumen sind möglich. Die Substratfeuchte, Wasserspeicherschicht, Drainage, Wasser- und Nährstoffversorgung sind der Pflanzenauswahl anzupassen. Staunässe in den Behältern muss vermieden werden. Eine Drainage, abgedeckt mit einem Vlies, ist daher zu empfehlen. Die Exposition (Licht- und Windverhältnisse), Pflege- und

Wartungszugänglichkeit sind bei der Planung zu berücksichtigen. Die geplante Bepflanzung hat direkten Einfluss auf die Behälterhöhe (für ca. 2 m hohe Sträucher mindestens 50 cm).

Bautechnische Kriterien

Zur Begrünung eignen sich alle statisch ausreichend dimensionierten ebenen Flächen (max. ca. 5°). Bei druckempfindlichen Materialien wie Flachdächern mit Dämmungsaufbau müssen druckverteilende Platten untergelegt werden. Wichtig ist die Beachtung der Standfestigkeit auch unter Sturm einfluss. Bei einem Einsatz auf Umkehrdächern oder nachträglich mit Perimeterdämmung gedämmten Flächen sollte für eine Durchlüftung der Standflächen gesorgt werden.

Wirtschaftliche Kriterien

Kosten resultieren vor allem aus der Gefäß- und Pflanzenwahl sowie aus der gewählten Bewässerungslösung und dem nötigen Wartungs- und Pflegeaufwand (hier vor allem Wasser- und Nährstoffversorgung sowie Pflanzenschnitt).

Abb. 157: Bewertung der Variante DI2 | Pflanzgefäße (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 158: Solargründach: ufaFabrik, Berlin (Werner Wiartalla)



Abb. 159: Photovoltaik-Dachgarten: Versuchsanlage, BOKU Wien

Typ 1/2 | Untervarianten für Dachbegrünungen – Multifunktionsdächer

Die zunehmende bauliche Dichte erfordert alternative Lösungswege. Eine konsequente Durchgrünung und Entsiegelung zur Maximierung der Verdunstungsleistung, um städtischer Überhitzung und Starkregenereignissen entgegenzuwirken sowie eine maximale Nutzung des Hüllflächenpotenzials von Gebäuden, sollte das Leitbild zukünftiger Planungen sein. Ziel ist es, zugunsten von Begrünungen, den Platzbedarf für Gebäudetechnik möglichst zu begrenzen. Im folgenden werden multifunktionale Flächenlösungen, auch zur Erhöhung der Biodiversität vorgestellt.

a | Solargründach

Gestalterische Kriterien

Um die Begrünungsfläche nicht unnötig einzuschränken, können Anlagen zur solaren Energiegewinnung aufgeständert in die Dachbegrünung integriert werden. [Pfoser 2018]. Um verschattenden Pflanzenaufwuchs im Bereich von niedrigen Solaranlagen zu vermeiden, kann die zu erwartende Pflanzenhöhe vor energieaktiven Paneelvorderseiten durch eine reduzierte Substrathöhe (bis 7 cm) oder durch eine geringere Wasserhaltung in diesem Bereich geregelt werden. Zur Bepflanzung eignen sich niedrigwachsende Arten ohne Blütenstände bzw. mit kurzen Blütenständen. Zur Unterstützung einer höheren Artenvielfalt am Standort kann die Substrathöhe unter und hinter den Paneelen höher aufgebaut werden (12 cm). Damit

wird in der Regel auch der Pflanzenaufwuchs kräftiger. (Brenneisen 2014)

Vegetationstechnische Kriterien

Es gelten die zuvor beschriebenen vegetations-technischen Kriterien des geplanten Begrünungsaufbaus. Zusätzlich kommt eine technisch funktionale und sichere Bündelung der Energieversorgung der Instandhaltung zugute. Abstände der Paneelreihen sind in Abhängigkeit zu Substratdicke, Pflanzenart, Wuchshöhe und Wartungszugänglichkeit festzulegen. Das Pflanzenwachstum wird über die Substratdicke und die Bewässerung gesteuert. Der Aufwand für Pflege und Wartung der Dachbegrünung kann durch eine gute Planung wirtschaftlich gestaltet werden. (Brenneisen 2014) Pflege- und Wartungsintervalle sind festzulegen und einzuhalten. Ziel ist eine optimierte PV-Anlage auf einem vitalen Gründach mit all seinen Leistungsfaktoren zur Gebäudeoptimierung und Umfeldverbesserung. (Pfoser 2018)

Bautechnische Kriterien

Die Dachkonstruktion ist auf ihre Eignung für ein Solar-Gründach zu prüfen, die Tragfähigkeit bzw. mögliche Punkte zur Lasteinleitung zu ermitteln, Auflast und Windsog sind zu berücksichtigen. Alle Dachkonstruktionen mit entsprechender Neigung von 0–5° können unter Berücksichtigung der Bauphysik sowie der erhöhten Dachlast mit einer Kombination aus Dachbegrünung und Solaranlage

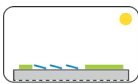
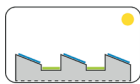
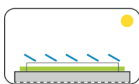
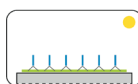
								
PV-Anwendung	Flachkollektoren	Sheddach mit PV-Nutzung	neigungs-optimiert	lichtgesteuert, nachgeführt	aufgeständert, neigungs-optimiert	Ost-West-Anlage, semi-transparent	bifazial, senkrechte Aufständering	semitransparent, auf Pergola
Flächenbelegung	anteilig, monofunktional	anteilig, monofunktional	bifunktional	bifunktional	bifunktional	bifunktional	bifunktional	dreifach
Durchdringung der Abdichtungsebene	ja	ja/nein Aufdachlösung oder gebäudeintegriert	ja minimiert	ja punktuell	nein	nein	nein	ja minimiert
Zugänglichkeit Pflege & Wartung	optimal	optimal	sehr gut	sehr gut	gut	gut	sehr gut	optimal
Begrünungsanwendung, Kühlungs-potenzial	extensiv/intensiv	extensiv/intensiv	extensiv/einfach intensiv	extensiv/einfach intensiv	extensiv	extensiv	extensiv	extensiv/intensiv
Nutzungs-vielfalt	Grünfläche, Energieertrag, Aufenthalt	Grünfläche, Energieertrag	Grünfläche, Energieertrag	Grünfläche, Energieertrag	Grünfläche, Energieertrag	Grünfläche, Energieertrag	Grünfläche, Energieertrag (schneefrei)	Grünfläche, Energieertrag, Aufenthalt

Abb. 160: Diverse Kombinationen und Anwendungen von Solarmodulen und Gründachlösungen (© Prof. Dr. Nicole Pfoser)

gen ausgestattet werden (Anwendungslösungen s. Abbildung unten). Neben den Richtlinien zur Dachbegrünung ist die DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712) 2006: Errichten von Niederspannungsanlagen zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu klären, ob und auf welche Weise umgebende Gebäude und Vegetation die geplante Installation beeinflussen.

Wirtschaftliche Kriterien

Die Kombination aus solarer Energiegewinnung und Dachbegrünung bietet bei der Flächennutzung diverse Vorteile. Diese liegen, je nach Art der

Kombination, in der Leistungssteigerung der PV-Module durch eine Senkung der Betriebstemperatur infolge der Verdunstungskühlung von Pflanzen, in der Sicherung der Module gegen Kippen durch Beschweren der Aufständering mit Substrat und Begrünung sowie in einer einfachen und schnellen Montage. Eine Kosteneinsparung bei Dacheindichtungsarbeiten durch die Vermeidung von Durchdringungen der Dachabdichtung und Punktlasten sowie der Schutz der Dachabdichtung vor UV-Belastung, Temperaturextremen und Witterungseinflüssen bilden die wesentlichen Vorteile der Begrünung für das Bauwerk.

Abb. 161: Solaranlagen und Dachbegrünung (© Prof. Dr. Nicole Pfoser, nach: Brenneisen, S. 4)

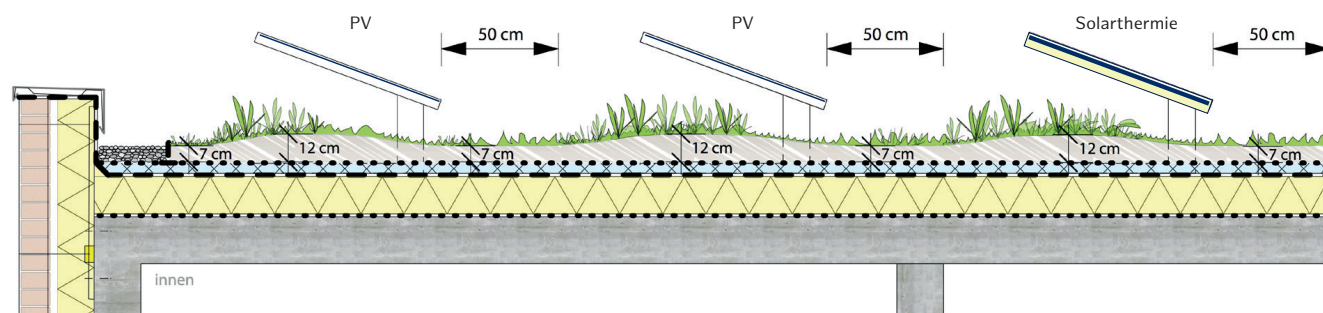




Abb. 162: © Prof. Dr. Nicole Pfoser, HfWU

b | Biodiversitätsgründach

Gestalterische Kriterien

Biodiversitätsdächer sind Extensivbegrünungen mit Anhögelungen, Zonen einfacher Intensivbegrünungen mit einer Wildstauden-Gehölze-Vegetation und oder/und intensiv begrünten Bereichen. Unterschiedliche Substrathöhen mit einer hohen Pflanzendiversität, Wasserflächen, vegetationsfreie Bereiche, Totholz und Insektennisthilfen bieten zusätzlichen Arten Heimat. Auf dem Dach entstehen somit ungestörte Lebensräume mit geringem Konkurrenzdruck zur Biotopvernetzung und zur Förderung der Artenvielfalt am Standort.

Vegetationstechnische Kriterien

Ziel ist eine Erfüllung möglichst vollständiger Lebensraumsprüche durch die Einbindung von Bauwerken in Ökosysteme, die Bildung eines „urbanen Biotopverbunds“ aus u. a. Parkanlagen, Fassadenbegrünungen, Baumalleen und Dachbegrünungen sowie stadtnahen Grünflächen. (Pfoser 2012)

Stimmen die baulichen und vegetationstechnischen Voraussetzungen, lässt sich der blühende, artenreiche Vegetationsaspekt mit wenig Pflegeaufwand erhalten. Je nach Vegetations- und Pflegeziel muss das Biodiversitätsdach 2–4 Mal im Jahr begangen werden, Fremdbewuchs (vor allem unerwünschte Gehölze) entfernt, hohe Vegetationsbestände gemäht, Biodiversitätsbausteine (Steinhaufen, Sandlinsen, Wasserflächen) von

überwucherndem Bewuchs befreit und die Entwässerungseinrichtungen kontrolliert und ggf. gesäubert werden. Das Mähen (Minimierung zu stark aufkommender Grasbestände und höherer Vegetation, die niedrigwüchsigeren Arten das Licht wegnimmt) darf erst nach der Blüte durchgeführt werden. Anfallendes Mähgut muss vom Dach entfernt werden. Ggf. ist eine Erhaltungsdüngung notwendig, um die Artenvielfalt zu fördern. Je nach Gründachaufbau kann bei langanhaltender Trockenheit eine zusätzliche Bewässerung (Frischwasser, Grauwasser, Regenwasser, Grundwasser) notwendig werden. Nisthilfen müssen kontrolliert, ggf. gesäubert bzw. ausgetauscht werden.

Ein „Biodiversitätsdach“ unterliegt der natürlichen Entwicklung, es bilden sich mit der Zeit andere Vegetationsformen aus. (BUGG 2020, S. 17)

Bautechnische Kriterien

Ein Biodiversitätsgründach kann als Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahme und ggf. auch als Ausgleichsmaßnahme für Eingriffe in die Naturschutzgüter geeignet sein, wenn sie folgende Bausteine der Biodiversität umsetzt (FLL 2008: 58 f.):

- Passende Substratauswahl, Oberflächenmodulation für Begrünungsziel und Artenreichtum
- Vegetationsfreie Areale (z. B. Sand- oder Lehm-linsen, Kiesbeete, Schotterflächen)
- Rückzug für Bodentiere (Substratanhögelungen, Gehölzpflanzungen, höhere Pflanzbeete)

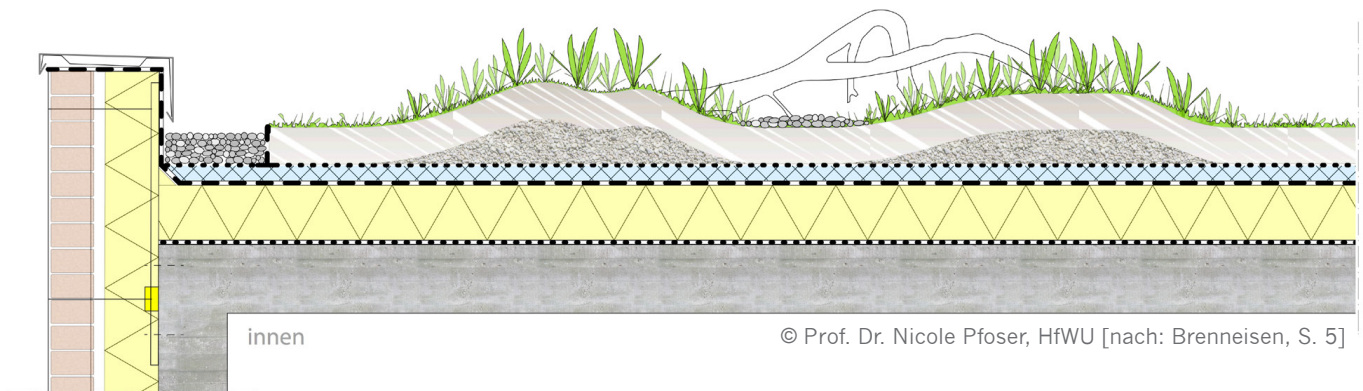
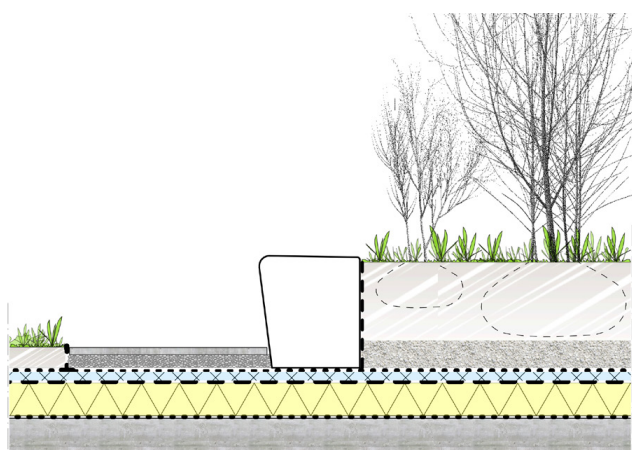


Abb. 163: Oberflächenmodulation und strukturreiche Materialien (hier z. B. Totholz und Kiesbeet)

- Einbeziehung von Futterpflanzen für Insekten und Vögel in das Bepflanzungskonzept (ganzjährig)
- Einbringung von Totholz (Haufen aus Ästen, Wurzelstöcken, Baumscheiben)
- Einsatz von wind- und wassersicheren Nisthilfen für Vögel und Insekten
- Platzierung von Wasserelementen, ggf. mit geeigneter Flora (z. B. Wassertränken, Teiche)

Ein detaillierter Ausführungsplan ist möglichst unter Einbeziehung von Biologen zu erstellen. Als Beitrag zur Artenvielfalt sowie nach Grad der vorgesehenen Anrechnung der Dachbegrünung für Minderung oder Ausgleich kann die Verwendung

Abb. 164–165: Niveauunterschiede des Substrats durch bauliche Einfassungen (© Nicole Pfoser, nach: Krupka, S. 119)



von standortgerechtem Pflanzenmaterial/gebietseigenem Saatgut gefordert werden. (FLL 2008: 18, 58, 95, 81)

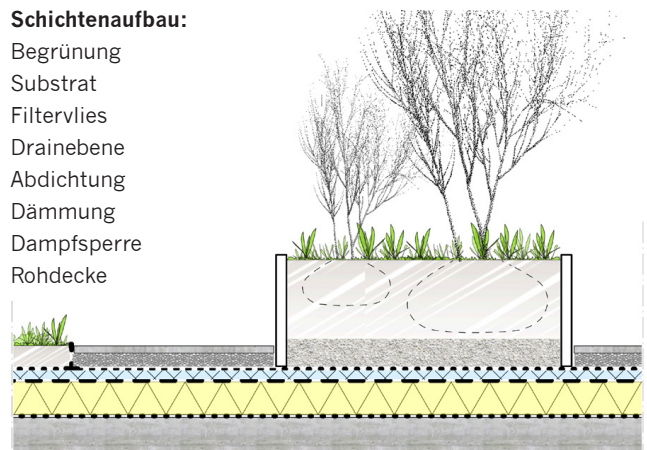
Das Bundes Naturschutzgesetz (BNatSchG), städtische Biodiversitätsziele, der städtischen Aktionsplan Biodiversität, die örtliche Bauordnung sowie die Strategie zur Biologischen Vielfalt sind zu berücksichtigen.

Wirtschaftliche Kriterien

Die Erweiterung der Nahrungs- und Lebensraumangebote und damit die Vorbeugung des Artensterbens (z. B. Sicherung Nahrungskette/Bestäubung), stellen einen unbezahlbaren Wert dar (Kostenrichtwerte für Herstellung und Pflege s. Gutachten zum Förderprogramm).

Schichtenaufbau:

Begrünung
Substrat
Filtervlies
Drainebene
Abdichtung
Dämmung
Dampfsperre
Rohdecke



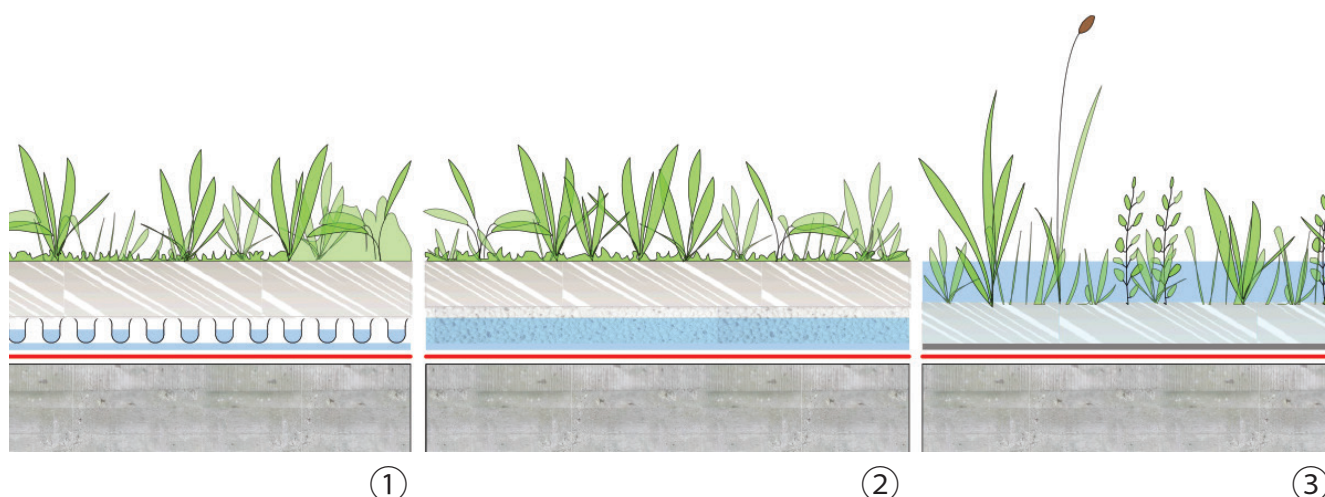


Abb. 166: Systematische Darstellung der verschiedenen Feuchtdachtypen: Retentionsdach – regulierte Wasserführung unter dem Substrat 1 und im Substrat 2; Wasserdach – regulierte Wasserführung über dem Substrat 3 (© Nicole Pfoser 2013)

c | Retentionsdach

Gestalterische Kriterien

Wasser ist eine wichtige Ressource und im Klimasystem gleichzeitig ein wichtiger Energieträger. Das Ableiten von Regenwasser in die Kanalisation besitzt erhebliche Nachteile für das Klima. Daher gilt es Wasserrückhalt, Verdunstung und Kondensation zu fördern. (Berlin 2010)

Retentionsdächer unterscheiden sich optisch nicht von Extensiv- oder Intensivdächern. Der Unterschied liegt lediglich in der Stärke- und Zusammensetzung des Substrats sowie ggf. in der Art der Drainage.

Vegetationstechnische Kriterien

Das Pflanzenwachstum entspricht dem klassischer Gründächer. Hinweise zur Versorgung gelten entsprechend. Der Fokus kann jedoch auf einer höheren Verdunstungsleistung ausgewählter Pflanzen liegen – in Trockenphasen ist dann eine Mindestwasserversorgung (z. B. über eine Regenwasserzisterne) zu gewährleisten (Kaiser/Köhler 2020).

Spezielle Drainagen halten Wasser mittel- oder längerfristig zurück (bis zu 80 Liter/m²). Über einen kapillaren Anschluss kann das Substrat so langfristig feucht gehalten und die Pflanzen mit Regenwasser versorgt werden.

Bautechnische Kriterien

Eine erhöhte Speicherfunktion extensiver oder intensiver Dachbegrünungen wird zunächst über eine dickere Substratschicht erreicht. Größere Drainschichten, ggf. mit besonderen Vorrichtungen zur Wasserstandsregulierung, verstärken die Rückhaltung wesentlich. (Kaiser/Köhler 2020)

Im Grundzustand wird Regenwasser für Trockenzeiten gespeichert und steht der Vegetation zur Verfügung. Vor starken Regenereignissen kann, je nach Bauweise, gespeichertes Wasser kontrolliert an die Kanalisation abgegeben werden, um dann wiederum Niederschläge aufnehmen zu können. Starkregenspitzen erfolgen so in der Regel ohne zusätzlichen Abfluss in die Kanalisation.

Der erhöhten Wasserspeicherkapazität ist mit einer ausreichend statisch dimensionierten Primärkonstruktion Rechnung zu tragen.

Wirtschaftliche Kriterien

Neben der Möglichkeit der Kühlung von Gebäuden spielt die Regenwasserverdunstung eine unmittelbare Rolle zur Vermeidung von Hitzeinseln in Stadträumen. Ein weiterer Vorteil liegt je nach Aufbau in der Einsparung von Trinkwasser zur Bewässerung der Pflanzen. (Kostenrichtwerte s. Gutachten Fassadenbegrünung)



Abb. 167: Wasserdach Kelterei Possmann Frankfurt/Main (Foto: Nicole Pfoser 2012)

d | Wassergründach

Gestalterische Kriterien

Die Artenvielfalt der Fauna wird durch Wasserflächen und Repositionspflanzen erhöht. Wassergründächer bieten einen andersartigen Lebensraum und bedeuten daher eine positive Erweiterung für die städtische Fauna. Die gewünschte Flächenwirkung entsteht kurzfristig, bei Vorkultur sofort.

Vegetationstechnische Kriterien

Bei Bauweisen mit einer Wasserführung oberhalb der Substratschicht werden Repositionspflanzen feuchter Lebensbereiche verwendet (Seggenarten, Binsen, Sumpfdotterblumen etc.).

Die Aufrechterhaltung des Pumpenkreislaufs ist erforderlich. Die Pflege von Wasserdächern beschränkt sich auf das regelmäßige Entfernen unerwünschter Spontanvegetation.

Bautechnische Kriterien

Die Dachoberfläche als Aufbaugrund muss dauerhaft und zuverlässig dicht sein. Dachflächen als Umkehrdach oder mit nachträglich aufgebrachter Dämmung sind ungeeignet. Aufschwimmende Bauteile müssen vermieden werden.

Gebäudebegrünung kann an dieser Stelle sichtbar zur Nutzung von Regenwasser beitragen. Über Wasserdächerdächer wird Regenwasser zurückgehalten (50-90 % N/a). Bestenfalls dient es zur direkten Kühlung des Bauwerks bzw. indirekt über die Nutzung des Regenwassers für technischen

Kühlzwecke (z. B. Wärmetauscher). Die mit der Kühlenergie der Pflanzen erreichte Temperaturdifferenz beträgt 2,5–10 K je nach Dimensionierung. (Dörries/Zens 2003) Wasserdächer können bei Gebäuden, bei denen ein hoher Bedarf an Klimatisierung von Räumen oder Energieeinsparung bei der Rückkühlung von Energiekreisläufen besteht, zum Einsatz kommen. (Dörries/Zens 2003) Regenwasser ist für Kühlzwecke besonders geeignet, da es gegenüber dem Trinkwasser aus dem Versorgungsnetz einen geringeren Anteil gelöster Stoffe besitzt und eine Aufbereitung (entsalzen/enthärten) entfallen kann (Kaiser 2008). Bei Einsatz von Betriebswasser (technische, gewerbliche, hauswirtschaftlichen Anwendung) wird dieses durch die Begrünung gereinigt, Schadstoffe werden gefiltert.

Wirtschaftliche Kriterien

Der Nachweis der Wirkung ist vorteilhaft. Das Ziel dieser begrünten Dachbauweise ist die Regenwasserrückhaltung zu klimatischen, pflanzenspezifischen oder verfahrenstechnischen Zwecken. Auch die Reduktion der Regenwasserableitung insgesamt und besonders die Vermeidung ihrer Spitzenwerte bei Starkregen kann im Umfang des Retentionsvermögens verbessert werden.

Anfallende Kosten für die Begrünung, Pflege und Wartung sind äußerst gering (Pflanzenkosten nach Pflanzenauswahl).



Abb. 168: Intensive Dachbegrünung wagnis 4, München | Wamsler Rohloff Wirzmüller FreiRaumArchitekten (Foto: © Nicole Pfoser)

e | Gebäudeintegrierte Farmwirtschaft

Gestalterische Kriterien

Die Zukunftsfähigkeit von Städten ist u. a. abhängig von ihrer Energie- und Ressourceneffizienz. Ein sinnvoller Ansatz ist die in Wert Setzung ungenutzter Flächen. Anbauflächen unter freiem Himmel und Dachgewächshäuser können u. a. auf Flachdächern von Supermärkten, Kulturzentren, Schulen, Restaurants, Industrie- und Wohngebäuden errichtet werden. Deutschlands Städte bieten nach Einschätzung von Fraunhofer-Forschern rund 360 Millionen Quadratmeter an Flachdächern von Nicht-Wohngebäuden, die für den Anbau von Pflanzen in Gewächshäusern genutzt werden können. (UMSICHT 2011) Das entspricht in etwa einem Viertel der Größe Deutschlands Ackerflächen, die für den Gemüseanbau verwendet werden. Zusätzlich stehen vertikale Gebäudeflächen für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung.

Vegetationstechnische Kriterien

Abhängig von der Art gebäudeintegrierter Farmwirtschaft (Anbau auf Dächern bzw. in Dachgewächshäusern, Nutzung von Fassaden) ist die Bereitstellung und der Transport von Materialien für Pflege und Wartung zu klären, als auch der Abtransport von Erzeugnissen und nicht kompostierbarem Abfall. Details zur Wasserver- und Entsorgung sind festzulegen. Die Versorgung und Pflege der Anbauflächen sowie Produkte entspricht der in Klein-, Saisongärten und Gewächshäusern am Boden. Der saisonale Anbau von Produkten ist

sinnvoll, um kostengünstig zu produzieren.

Fruchtwechsel und Mischkulturen vermindern Anbauprobleme durch Nährstoffmangel, Parasiten und Krankheiten. Aussaat-, Anbau und Erntezeiträume sind zu berücksichtigen. Einzelne Produkte stellen unterschiedliche Ansprüche an den Aufbau. So benötigen beispielsweise Kräuter andere Substratstärken, als Wurzelgemüse. Substratstärken ab 8 cm sind geeignet für Salate und Kräuter, ab 20 cm u. a. für Zucchini, Auberginen, Kürbis, Kohl, Melonen, Erdbeeren, ab 40 cm Substratstärke gedeihen u. a. Tomaten, Bohnen und Beerenfrüchte, Wurzelgemüse. Bienen-/Hummelvölker sorgen für eine gute Bestäubung. (Pfoser 2015) Auch ein gewerblicher Anbau ist insbesondere in Dachgewächshäusern möglich. Grundsätzlich muss abgewogen werden, welches Anbauverfahren (Anbau in Erde, in Substrat, Hydroponik, Aquaponik) und welcher Gewächshaustyp für die jeweilige Zielsetzung geeignet ist. (ZALF 2012)

Bautechnische Kriterien

Relevante Standortkriterien für eine gebäudeintegrierte Farmwirtschaft sind Flächengröße, Aufbau und Belastbarkeit der Primärkonstruktion, die Zugänglichkeit, die Belichtung sowie rechtliche Aspekte. (ZALF 2012) Anbauflächen auf dem Dach unterscheiden sich im Aufbau nicht von flächigen Intensivbegrünungen. Eine Schutzlage schützt den Dachaufbau vor mechanischer Einwirkung. Das Substrat sollte den Kriterien des Nahrungs-



Abb. 169: Intensive Dachbegrünung wagnis 4, Münchb. | Wamsler Rohloff Wirzmüller FreiRaumArchitekten (Foto: © Nicole Pfoser)

mittelanbaus genügen. Pflanztröge und Hochbeete auf dem Dach sind heute keine Seltenheit mehr. Die Größe der Anbaufläche ist abhängig vom Nutzungskonzept. (Pfoser 2015) Die Personensicherheit muss gegeben sein, die Ver- und Entsorgung mit Wasser und Nährstoffen ist sicherzustellen. Ressourcen- und Stoffkreisläufe (z. B. Speicherung und Einsatz von Regenwasser, Nutzung von Solarenergie, Kompostierung organischer Abfälle) sind sinnvolle Strategien. Dachgewächshäuser kommerzieller Projekte haben, abhängig von der Produktions- und Vertriebsplanung in der Regel eine Mindestfläche von ca. 1.000 m². Eine umweltgerechte Optimierung von Dachgewächshäusern kann beispielsweise durch den Einsatz von

Kraft-Wärme-Kopplungen, Wärmepumpen, Solarenergie, adiabate Abluftkühlung, Abwasserwärmehückgewinnung und Betriebswassernutzung erfolgen. (ZALF 2012) Es gelten die Richtlinien der Gebäudebegrünung sowie zusätzlich DIN EN 13031-1:203-09 und DIN EN 1991-1:2010-12.

Wirtschaftliche Kriterien

Innerstädtischer Obst- und Gemüseanbau auf, an oder in Gebäuden ist durch kurze Versorgungswege, Wasser-, Energie- und Stoffkreisläufe energie-, ressourcenschonend und CO₂ reduzierend. Multifunktionale, nachhaltige Infrastrukturentwicklung und urbane Resilienz sind wesentliche Zukunftsthemen.

Abb. 170: Gebäudeintegrierte Farmwirtschaft (Pfoser 2015/ Pfoser 2018: 69)

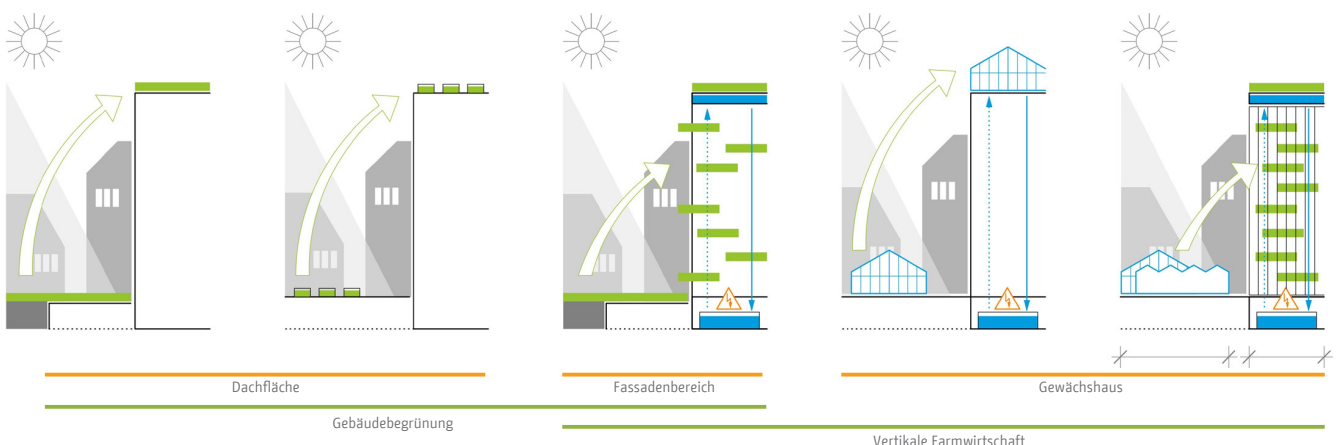




Abb. 171: leitbarer Bewuchs, Vitis (Foto: © Vertiko)

Ausgangslage der Typen Fassadenbegrünung

Bei bestehendem Denkmal- oder Ensembleschutz muss insbesondere bei den Varianten, die mit Rankkonstruktionen arbeiten, Absprache mit den zuständigen Ämtern gehalten werden. Wenn Maßnahmen zur Wärmedämmung geplant sind oder bereits durchgeführt wurden, müssen Begrünung und Dämmung so abgestimmt werden, dass es weder zu Schäden der Begrünung noch der Wärmedämmung kommen kann.

Wand- und Fassadenbegrünung

Typ 1 | Varianten für unversiegelte Bereiche (z. B. Vorgärten und Gartenhöfe)

Sind Vorgärten vorhanden, ist eine Begrünung von Fassaden meist unproblematisch. Dennoch sind auch bei Begrünungen im Vorgartenbereich Verläufe von Hausanschlüssen zu klären und geeignete Pflanzsubstrate zu verwenden. Bei der Pflege der Vorgärten ist, insbesondere in der Anwuchsphase, darauf zu achten, dass die Fassadenbegrünung nicht beschädigt wird. Werden Gerüstkletterpflanzen gewählt, muss ggf. die vorhandene Vorgartenbepflanzung im Rahmen der Bauarbeiten (Anbringen der Rankhilfe) geschützt werden. Vorhandene Balkone/Loggien können bei der Wahl von Gerüstkletterpflanzen in die Gestaltung einbezogen werden. Begrünte Außenwände, die nicht der Straße zugewandt sind, können die Aufenthaltsgüte positiv beeinflussen.

Typ 2/Typ 3 | Varianten für versiegelte Bereiche (z. B. Gehwege und Zufahrten)

Fassadenbegrünungen im Gehwegbereich sind sehr anspruchsvoll in der Planung und Ausführung. Dafür haben sie funktional und gestalterisch die größte Außenwirkung. Vorgelagerte Freiflächen (Pflanzstreifen) sind meist nicht gegeben. Es ist davon auszugehen, dass im Bereich des Gehwegs unterirdisch Kabeltrassen und die Hausanschlüsse für Gas, Wasser, Abwasser, Strom oder Kommunikationstechnik verlaufen. Der Boden im Bereich des Gehwegs ist stark verändert. Bei bodengebundenen Begrünungen muss auf ein geeignetes, überbaubares Pflanzsubstrat zurückgegriffen werden. Alternativ bieten sich die Lösungen der wandgebundenen Begrünung an, die keinen Anspruch an einen Boden- und Bodenwasseranschluss haben, da sie künstlich mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden.

Es ist zu prüfen, inwieweit bestehende Gehölze die Wasserversorgung behindern/verändern (Regenschatten). Um eine ausreichende Besonnung und Wasserversorgung der Fassadenbegrünung zu ermöglichen, sollte bei engen Straßenquerschnitten auf eine zusätzliche Neupflanzung von Baumreihen verzichtet werden – zumal die Fassadenbegrünung eine bessere Durchlüftung der Straße gewährleistet und somit dem Ansammeln von Luftschadstoffen im Straßenraum (Tunneleffekt) entgegen wirkt.



Abb. 172: Vollbegrünung der Fassade mit Efeu. (© Nicole Pfoser)



Abb. 173: Efeu – Bienen- und Vogelweide, Nistplatz und Rückzugsmöglichkeit (© Nicole Pfoser)

Typ 1 | Varianten für unversiegelte Bereiche, bodengebunden

Begrünungslösungen mit Boden-/Bodenwasseranschluss zeichnet in der Regel ein geringer Investitions- und Erhaltungsaufwand aus. Selbstklimmer haben den Vorteil, dass sie Fassadenflächen ohne die Hilfe von Rankgerüsten und daher kostengünstig bewachsen können. Sie bilden im Laufe der Jahre einen dichten Bewuchs (in der Altersform Sicherung gegen Abrutschen ggf. erforderlich) und stellen daher ein wichtiges Habitat und Trittsteinbiotop für Vögel und andere Tiere dar. Andererseits bedürfen Selbstklimmer aber auch einer kontinuierlichen Pflege (Rückschnitt), um bautechnisch sensible Bereiche nicht zu gefährden. Mit ihnen lassen sich vor allem flächig wirkende Begrünungseffekte erzielen.

Variante FB1 | Selbstklimmer, immergrün

Gestalterische Kriterien

Die flächige Wirkung der Selbstklimmer wird durch die Auswahl immergrüner Pflanzen betont. Die Fassadenbegrünung bildet sowohl im Som-

mer als auch im Winter eine homogene Fläche. Sie betont damit den monolithischen Charakter des Gebäudes. Wird der immergrüne Bewuchs nur in bautechnisch sensiblen Bereichen zurückgenommen, bleibt ihr archaischer Habitus erhalten, und sie hat den höchsten Biotopwert aller Lösungen. Soll das architektonische Moment stärker betont werden, ist auch ein flächiger Schnitt möglich, so dass der Sockelbereich hervorgehoben wird. Die Begrünung mit Selbstklimmern ist eine Entscheidung auf Dauer (sichtbare Haftorgane und ggf. Verfärbung der Fassadenfläche nach Entfernung des Bewuchses).

Vegetationstechnische Kriterien

Hedera Helix (Efeu) ist die einzige immergrüne Pflanze, die für diesen Einsatzzweck geeignet ist, entsprechende Pflege (Rückschnitt) vorausgesetzt. Standort: Absonnig bis vollschattig, anpassungsfähig an den Boden. Wuchsgeschwindigkeit ca. ein Meter pro Jahr (Wuchshöhe ca. 25 m in ca. 25 Jahren – in den ersten Jahren kaum, nach

Abb. 174: Bewertung der Variante FB1 | Selbstklimmer, immergrün (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 175: Aluminiumprofil mit elektrischer Spannung als Wuchsbegrenzung
(© GG Green, Peter Boogaerts)

ca. 10 Jahren aufholend). Blüte erst nach ca. 10 Jahren, dann sehr wertvolles Nährgehölz für Bienen etc. im Herbst (Herbstblüher, IX-X)! Die Früchte reifen im darauffolgenden Frühjahr (Nährgehölz für Vögel!). Beeren verursachen Probleme durch Fleckenbildung und Selbstaussaat. Negativer Phototropismus (Einwuchs lichtfliehender Pflanzentriebe), daher fugenloser Untergrund und Schutz bautechnisch sensibler Bereiche durch jährlichen Pflegeschnitt zwingend erforderlich. Infrastruktur zur Pflege: Steiger oder Hubbühne, insbesondere wenn das Efeu flächig geschnitten werden soll.

Bautechnische Kriterien

Rissfreier und fugenloser Untergrund (Massivwand, Beton oder Mauerwerk) erforderlich. Gesamtgewicht Einleitung in Wand. Oberflächen, wie kunststoffvergütete Anstriche und dünne Spachtelputze, sind für eine Begrünung mit Selbstklimmern ungeeignet (pflanzenphysiologisch geeigneter Untergrund erforderlich). Die Bewässerung in Trockenperioden muss in der Anwuchsphase gewährleistet sein (kein kalkreiches

Wasser). Anforderungen an die Pflanzgrube und mögliche Kabeltrassen sind zu berücksichtigen.

Wirtschaftliche Kriterien

Die Begrünung mit Selbstklimmern ist eine Entscheidung auf Dauer (sichtbare Haftorgane und ggf. Verfärbung der Fassadenfläche nach Entfernung des Bewuchses). Die Pflanzen sind negativ phototrop (Einwuchs lichtfliehender Pflanzentriebe), daher ist ein riss-/fugenfreier Untergrund und der Schutz bautechnisch sensibler Bereiche durch einen jährlichen Pflegeschnitt erforderlich. Vorleistungen für Pflege und Wartung: Wasserversorgung in der Anwuchsphase und in extremen Trockenphasen, Stromanschluss. Mit zunehmender Wuchshöhe Hubbühnen etc. unumgänglich. Kostengünstige Realisierung durch einfache Zugänglichkeit (Bau, Wartung) und Kräfteinleitung. Diese Art der Begrünung (Pflanzenkosten und Installation) ist, je nach gewünschter Wirkung, besonders preiswert. Pflege und Wartung sind 1 x jährlich durchzuführen. Die Kosten hierfür, wie auch der ökologische Wert, steigen mit dem Alter der Begrünung und dem Höhenwachstum.



Abb. 85

Abb. 176: Selbstklimmer Wilder Wein „Veitchii“, macht den Verzicht auf eine Rankhilfe möglich (Nicole Pfoser 2019)

Variante FB2 | Selbstklimmer, sommergrün

Gestalterische Kriterien

Durch die Auswahl eines sommergrünen Selbstklimmers wird die flächig-monochrome Wirkung der Direktbegrünung gebrochen. Die Fassade erlebt einen jahreszeitlichen Wandel: Im Austrieb bronzefarben, im Sommer glänzend grün, dann leuchtend goldorange bis scharlachrot oder dunkelkarminrot im Herbst, schließlich als dunkle Astnetz-Struktur im Winter. Dadurch bieten sich sommergrüne Selbstklimmer besonders für ein spannungsvolles Spiel aus architektonischer Strenge und vegetativer Dynamik an. Durch Blüte und Fruchtbildung wichtiges Bienen- und Vogel-nährgehölz, allerdings geringere Habitatwirkung als Efeu.

Vegetationstechnische Kriterien

Parthenocissus tricuspidata 'Veitchii' (Dreispietz-Jungfernebe oder Wilder Wein) wäre für den Einsatzzweck geeignet, entsprechende Pflege (Rückschnitt) vorausgesetzt. Standort: Sonnig bis halbschattig, anpassungsfähig an den Boden,

kann in sehr strengen Wintern leiden. Wuchsgeschwindigkeit ca. 1,3 m pro Jahr (erwartete Wuchshöhe ca. 12 bis 15 m (bis 20 m), stark horizontal wachsend (Breite bis 40 m). Blüte VI-VII, Traubenausbildung im Herbst. Nährgehölz für Vögel, daher Problem der Fleckenbildung und Selbstaussaat. Wie Efeu negativ phototrop (Einwuchs durch lichtfliehende Triebe), daher fugenloser Untergrund und Schutz bautechnisch sensibler Bereiche durch jährlichen Pflegeschnitt zwingend erforderlich. Infrastruktur zur Pflege: Steiger oder Hubbühne.

Bautechnische Kriterien

Fugenloser Untergrund (Massivwand, Beton oder Mauerwerk) erforderlich. Das Gesamtgewicht wird in die Primärkonstruktion eingeleitet (vom Statiker ist zuvor die maximale Belastbarkeit der Wand zu prüfen). Anstriche oder Putze, die ein Haften der Selbstklimmer verhindern, sind zu vermeiden. Die Bewässerung in Trockenperioden

Abb. 177: Bewertung der Variante FB2 | Selbstklimmer sommergrün (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 178: Bodengebundene Fassadenbegrünung mit sommergrünem *Parthenocissus tricuspidata*, links: Sommer, mitte: Herbst, rechts: Winter (Fotos: © Nicole Pfoser)

Gerüstkletterpflanzen

muss in der Anwuchsphase gewährleistet sein. Anforderungen an die Pflanzgrube und mögliche Kabeltrassen sind auch hier zu berücksichtigen, Wuchsbegrenzung durch Metallrandwinkel ggf. erforderlich.

Wirtschaftliche Kriterien

Kosten resultieren aus den Vorleistungen für die Pflege und Wartung: Ein Wasseranschluss sollte für die Anwuchsphase und für extreme Trockenzeiten vorgesehen sein, auch ein Stromanschluss ist anzuraten. Mit zunehmender Wuchshöhe werden Hubsteiger oder ähnliches unumgänglich. Eine einfache Zugänglichkeit (Pflege, Wartung) und Krafteinleitung ergeben eine kostengünstige Realisierung. Diese Begrünungsform ist besonders preiswert. Die Pflege/Wartung sollte 1 x pro jährlich erfolgen. Kosten hierfür steigen mit dem Höhenwachstum der Pflanzen (Erreichbarkeit).

Gerüstkletterpflanzen bieten vielfältige Möglichkeiten, um die architektonische Aussage des Entwurfs zu unterstreichen oder zu brechen.

Es sind vertikale, horizontale oder (partiell) flächenhafte Lösungen realisierbar. Durch die separate Wuchsebene (Wuchshilfe) können Gerüstkletterpflanzen stärker gelenkt werden als Selbstklimmer und sind daher in Bereichen mit bautechnisch sensiblen Bauteilen weniger problematisch. Wichtig ist die Abstimmung von Pflanze und Wuchshilfe. Hier passieren durch fehlende Informationen oder fehlendes Fachwissen vermeidbare Fehler.

Die Varianten FB3–FB5 können in den ersten Jahren durch temporäre, einjährige Pflanzen (s. Abb.95–96, S. 40–41) unterstützt werden, bis die gewünschte Wirkung der dauerhaften Pflanzen erreicht ist.



Abb. 179: Stadthaus M1, Freiburg (Foto: © Jakob AG)

Variante FB3 | Gerüstkletterpflanzen an vertikalen Seilen oder Stäben

Gestalterische Kriterien

Vertikale Wuchshilfen betonen die Höhe des Gebäudes und lassen es bei punktueller Verteilung gleichzeitig leichter erscheinen (Anmutung eines Säulenbauwerks, vgl. Stadthaus M1, Freiburg / Parkhaus Sihlcity, Zürich). Es stehen immergrüne (permanent begrünt) und sommergrüne Pflanzen (jahreszeitliche Dynamik) zur Auswahl. Die Strenge der architektonischen Aussage kann durch die vertikalen Strukturen gesteigert werden, wird aber von Passanten und Anwohnern durch das vegetative Moment als angenehm empfunden.

Vegetationstechnische Kriterien

Die oft verwendete *Wisteria sinensis* (Glycine) ist als Starkschlinger aufgrund ihrer extremen Wüchsigkeit und ihrer negativ phototropen Eigenschaft ungeeignet, auch die Blütenbildung wäre aufgrund der Exposition bzw. Verschattung

nicht zufriedenstellend. *Aristolochia macrophylla* (Pfeifenwinde) wäre als Schlinger/Winder bei regelmäßiger Pflege für den Einsatzzweck besser geeignet. Wuchsgeschwindigkeit ca. 1,80 m pro Jahr (die Endhöhe beträgt ca. 10–12 m). Standort: Halbschattig bis schattig, bevorzugt nährhafte und genügend feuchte Böden. Blüte VII–VIII, kapselförmige Früchte, große herzförmige Blätter (30 cm) und auffallend grüne Rinde. Alternativ könnten auch *Actinidia arguta* oder *Actinidia chinensis* (Kiwi, Höhe bis 7 m) zum Einsatz kommen, beide sind aber etwas frostempfindlich und bevorzugen einen sonnigen Standort. Bei *Actinidia chinensis* auffallend roter Jungaustrieb. Das Rankgerüst muss auf die Wuchskraft der Pflanze und das Fruchtgewicht abgestimmt sein. Schutz bautechnisch sensibler Bereiche durch jährlichen Pflegeschnitt erforderlich. Infrastruktur zur Pflege: Steiger oder Hubbühne.

Abb. 180: Bewertung der Variante FB3 | Gerüstkletterpflanzen an vertikalen Seilen oder Stäben (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 181: Kletterrose (Foto: © fassadengruen.de)

Variante FB4 | Gerüstkletterpflanzen an horizontalen Seilen oder Stäben

Bautechnische Kriterien

Stabile Aufleitungen auf Distanz zur Fassade, dahinter punktweise Einleitung Gesamtgewicht über die Tragkonsolen in die Primärkonstruktion des Gerüsts. Die Bewässerung in Trockenperioden muss gewährleistet sein. Anforderungen an die Pflanzgrube und mögliche Kabeltrassen sind auch in dieser Variante zu berücksichtigen. Erforderlich sind ggf. Wuchsbegrenzungen durch korrosionsfreie Metallrandwinkel.

Wirtschaftliche Kriterien

Vorleistungen sind ein Wasseranschluss für extreme Trockenphasen sowie ein Stromanschluss. Mit zunehmender Wuchshöhe werden Hubsteiger etc. unumgänglich. Die Kosten für Begrünungen mit Gerüstkletterpflanzen (s. Gutachten zum Förderprogramm) resultieren aus der Pflanzenwahl und der Wuchsvorstruktur. Die Pflege/Wartung sollte 1–2 x jährlich erfolgen. Kosten für Pflege und Wartung steigen mit dem Höhenwachstum. Ggf. ist eine Baugenehmigung erforderlich.

Gestalterische Kriterien

Horizontale Rankhilfen betonen die Länge des Gebäudes, es wirkt niedriger und weniger monolithisch. Je nach Positionierung kann die Basis oder der obere Abschluss optisch hervorgehoben werden (vgl. S. 47). Durch regelmäßigen Rückschnitt wird das horizontale Moment betont, bei fehlendem Rückschnitt ergibt sich ein eher bauschiges, wolkenartiges Bild. Für niedrigere Gebäude sind nur Kletterpflanzen mit entsprechend geringem Höhenwachstum geeignet (s. Abb. 58–66). Es stehen fakultativ wintergrüne Pflanzen (Kletterrosen) sowie die Bandbreite der Ranker als sommergrüne Pflanzen (jahreszeitliche Dynamik) zur Auswahl.

Alternativ würde eine lineare, flächige/modulare wandgebundene Fassadenbegrünung einen starken gestalterischen Imagefaktor darstellen, und das Gebäude dadurch positiv herausstellen (Anziehungspunkt für Architektur- und Gartentourismus). Diese Alternative würde jedoch einen



Abb. 182/183: Weinreben als waagerechte Kordons (Fotos: © fassadengruen.de)

deutlichen Mehraufwand in Planung, Realisierung, Pflege und Unterhaltung bedeuten. Daher wird hier nicht weiter darauf eingegangen.

Vegetationstechnische Kriterien

Aristolochia macrophylla (Pfeifenwinde) wäre als Schlinger/Winder bei regelmäßiger Pflege für den Einsatzzweck ebenfalls geeignet. Ggf. müsste die Pfeifenwinde im Rahmen der Pflegearbeiten an die horizontale Kletterhilfe geleitet werden. Wuchsgeschwindigkeit ca. 1,80 m pro Jahr (die Endhöhe beträgt ca. 10–12 m).

Standort: halbschattig bis schattig, bevorzugt nährhafte und genügend feuchte Böden. Blüte VII–VIII, kapselförmige Früchte, große herzförmige Blätter (30 cm) und auffallend grüne Rinde. Alternativen könnten sein: *Actinidia arguta* oder *Actinidia chinensis* (Kiwi, siehe 1B). *Campsis radicans* und *Campsis x tagliabuana* 'Mme. Galen' (Klettertrompete). Eigentlich ein Selbstklimmer, der

aber auch leicht schlingt, wobei letztere weniger Haftwurzeln ausbildet.

Ein konsequenter Pflegeeinsatz ist erforderlich, um das gewünschte Wuchsbild zu erreichen. Gleiches gilt für die zahlreichen *Lonicere* (Geißblatt) und die sehr attraktive *Akebia* (*Akebia*). Das Rankgerüst muss auf die Wuchskraft der Pflanze abgestimmt sein. Schutz bautechnisch sensibler Bereiche durch jährlichen Pflegeschnitt erforderlich. Infrastruktur zur Pflege: Steiger oder Hubbühne.

Bautechnische Kriterien

Stabiles Wuchsgerüst auf Distanz zur Fassade. Abstand zur Fassade (s. Abb. 49, 58–66). Punktweise Einleitung Gesamtgewicht über die Tragkonsolen in die Primärkonstruktion. Die Bewässerung in Trockenperioden muss gewährleistet sein. Anforderungen an die Pflanzgrube und mögliche Kabeltrassen sind zu prüfen. Wuchsbegrenzung durch Metallrandwinkel ggf. erforderlich.

Abb. 184: Bewertung der Variante FB4 | Gerüstkletterpflanzen an horizontalen Seilen oder Stäben (Nicole Pfoser 2020)





Abb 185: Rosenspalier, Holzkonstruktion, Prinz-Georg-Garten Darmstadt (Foto: © Nicole Pfoser)

Variante FB5 | Gerüstkletterpflanzen an Netzstrukturen oder Gittern

Wirtschaftliche Kriterien

Die Vorleistungen für die Pflege und Wartung sind ebenfalls ein Wasseranschluss für extreme Trockenphasen sowie Stromanschluss. Mit zunehmender Wuchshöhe werden ein Hubsteiger o. ä. unumgänglich. Die Kosten entstehen durch die Pflanzenauswahl, die Wuchs-/Rankstruktur, der Installation und einer evtl. Versorgung mit Wasser und Nährstoffen (zumindest in der Anwuchsphase). Die Pflege-/Wartungskosten sind abhängig von der Lage der Begrünung und steigen mit einem evtl. Höhenwachstum. Die Pflege und Wartung sollte 1–2 x jährlich erfolgen. Ggf. ist eine Baugenehmigung erforderlich.

Gestalterische Kriterien

Durch netz- oder gitterartige Kletterhilfen kann der Eindruck eines grünen Vorhangs erzeugt werden. Je filigraner die Ausführung, desto stärker die schwebende Wirkung der Fassade als separate Ebene. Diese Lösung vermittelt eine große Leichtigkeit, mit der sie das Gebäude vollständig „umhüllt“ (vgl. Studentenwohnheim TUM in Garching / PTH St. Georgen Frankfurt). Hier kann die Wirkung von selbstklimmenden Pflanzen ohne deren Nachteile erreicht werden. Die Fülle der Gestaltungsoptionen ist umfangreich (Raster/Rauten unterschiedlicher Feldweiten/Pflanzenauswahl s. Abb. 49, 58–66). Fassadenöffnungen, Regenfallrohre etc. müssen hierbei sensibel eingebunden werden, um Gestaltung und Bauteilschutz zu vereinen.

Vegetationstechnische Kriterien

Neben Kletterrosen eignen sich hier vor allem Ranker (Abb. 58), wie z. B. Vitis-Arten (echter



Abb. 99

Abb. 186: Laubengangverschattung, PTH Frankfurt, Kissler + Effgen (Foto: Nicole Pfoser 2013)

Wein), einige Clematis-Arten (Waldrebe) oder Ampelopsis glandulosa (Scheinrebe). Letztere punktet mit erbsenkleinen Früchten, die in den Farben Grünblau, Türkis, Tiefblau bis glänzend Amethyst variieren. Ein konsequenter Pflegeeinsatz ist auch bei dieser Variante erforderlich, um das gewünschte Wuchsbild zu erreichen. Durch die netzartige Struktur wird die Pflege (und damit der Schutz bautechnisch sensibler Bereiche) erschwert. Das Rankgerüst muss auf die Wuchskraft der Pflanze abgestimmt sein.

Infrastruktur zur Pflege: Steiger oder Hubbühne.

Bautechnische Kriterien

Die Gebäude-Realisierung wird von der künftigen separaten Begrünungsebene praktisch nicht beeinflusst.

Lediglich für die Tragstruktur zwischen Begrünungsschleier und Gebäudefassade sind Montagevoraussetzungen bereit zu stellen. Die Aussteifung wird u. a. über Konsolen erreicht, diese

unterliegen einem statischen Nachweis. Die Rankkonstruktion muss auf die Wuchskräfte und das Gesamtgewicht (Gerüst, Pflanze, Frucht, Schnee-, Eis- und Windlast) abgestimmt sein. Die Bewässerung in Trockenperioden muss sichergestellt werden. Anforderungen an die Pflanzgrube und mögliche Kabeltrassen sind zu berücksichtigen.

Wirtschaftliche Kriterien

Auch bei dieser Lösung bestehen die Vorleistungen für Pflege und Wartung aus der Errichtung eines Wasseranschlusses für extreme Trockenphasen und einem Stromanschluss. Zur Pflege/Wartung werden ggf. mit zunehmender Wuchshöhe Hubsteiger o. ä. erforderlich. Kosten resultieren zudem aus der Pflanzenauswahl, der Rankstruktur sowie einer evtl. nötigen Bewässerung in Anwuchs- und Trockenphasen. Eine Pflege und Wartung sollte 2 x jährlich erfolgen. Die Kosten steigen mit dem Breiten- und Höhenwachstum der Pflanzen. Ggf. ist eine Baugenehmigung erforderlich.

Abb. 187: Bewertung der Variante FB5 | Gerüstkletterpflanzen an Netzstrukturen oder Gittern (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 188: Hopfen
(Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 189: Mit Hopfen begrüntes Regenfallrohr (Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 190: Hopfen – mehrere Etagen Balkongrün (© fassadengruen.de)

FB6 | Einjährige Gerüstkletterpflanzen

Gestalterische Kriterien

Diese Lösung ähnelt der Variante 1B, hat aber durch den staudigen Wuchscharakter deutliche Vorteile beim Schutz bautechnisch sensibler Bereiche. Die Höhe des Gebäudes wird betont, wirkt leichter und weniger monolithisch. Die Wahl einjähriger bzw. staudig wachsender Kletterpflanzen macht einen schnellen Begrünungserfolg möglich. Dass sich die rasche Wuchsleistung der Pflanzen positiv auf die Gestaltung und Wahrnehmung des Gebäudes auswirkt, ist zu erwarten.

Vegetationstechnische Kriterien

Humulus lupulus (gewöhnlicher Hopfen) kommt hier infrage, denn die Triebe der mehrjährigen Pflanze sind nur einjährig. Höhe ca. 2,5 bis 6 m (auch 12 m). Standortansprüche: Halbschattig bis sonnig, bevorzugt tiefgründige, gleichmäßig frische Substrate. Sollen die typischen Hopfenfrüchte sichtbar sein, müssen auch weibliche Pflanzen gesetzt werden. Die Blätter sind sehr rau, was in öffentlichen Bereichen einen guten Selbstschutz vor mechanischer Beschädigung

ergibt. Da die Triebe einjährig sind, ist eine dauerhafte Beschädigung (bei Schutz der Austriebsstelle) kaum möglich. Das Rankgerüst muss auf die Wuchskraft der Pflanze abgestimmt sein. Bei ausreichendem Abstand zu bautechnisch sensiblen Bereichen, ist durch einen jährlichen Pflegeschnitt kein weiterer Schutz erforderlich. Da die Pflanze nur einjährige Triebe hervorbringt, können keine Triebe dauerhaft einwachsen – ein großer Vorteil dieser Lösung. Ob die Triebe im Winter bzw. im darauf folgenden Frühjahr zurück geschnitten werden sollen oder nicht, hängt von der gewünschten gestalterischen Wirkung ab. Soll ein streng architektonisches Bild erzielt werden, können die abgestorbenen Vorjahrestriebe störend wirken. Infrastruktur zur Pflege: Steiger oder Hubbühne.

Bautechnische Kriterien

Stabile vertikale Aufleitungen auf Distanz zur Fassade, dahinter punktweise Einleitung des Gesamtgewichts über Tragkonsolen in die Primärkonstruktion. Die Bewässerung in Trockenperioden



Abb. 105

Abb. 191: Bierhopfen im Sommer (Foto: © fassadengruen.de)

muss gewährleistet sein. Anforderungen an die Pflanzgrube und mögliche Kabeltrassen sind zu berücksichtigen. Wuchsbegrenzung durch Metallrandwinkel möglich.

Wirtschaftliche Kriterien

Auch bei dieser Form der Begrünung werden für die Pflege und Wartung ein Wasseranschluss (für extreme Trockenphasen) sowie ein Stromanschluss benötigt. Hubsteiger etc. erleichtern die Pflege und den Rückschnitt der vorjährigen Triebe. Kosten resultieren hauptsächlich aus der Pflanzenwahl und der Rankstruktur sowie aus der Pflege und Wartung, die 1–2 x jährlich erfolgen sollte. Sie steigen ggf. mit dem Höhenwuchs der Pflanzen. Ggf. ist eine Baugenehmigung erforderlich.

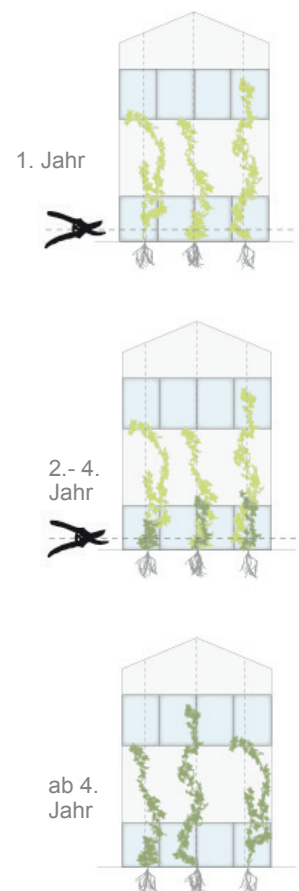


Abb. 192 (rechts): Temporäre einjährige Fassadenbegrünung für einen kurzfristigen Begrünungseffekt bis die ausdauernden Pflanzen das gewünschte Erscheinungsbild erreicht haben (© Nicole Pfoser)

Abb. 193 (unten): Bewertung der Variante FB6 | Einfährige Gerüstkletterpflanzen (Nicole Pfoser)





Abb. 194: Bestandssituation versiegelter Boden (Foto: © Vertiko)

Typ 2 | Varianten für versiegelte Bereiche Bodengebundene Begrünung

Untervarianten zu Typ 1

Wie in der Ausgangslage dargestellt, ist die Begrünung der Fassaden im Bereich des Gehwegs sehr anspruchsvoll. Im Erdreich kann es zu Konflikten mit Kabeltrassen und Hausanschlüssen kommen, der Boden ist für eine Bepflanzung meist ungeeignet und weder dürfen die Pflanzen zum Hindernis für Passanten werden, noch sollen die Pflanzen durch Fahrzeuge oder Fußgänger beschädigt werden. In den Varianten für Gebäude, die dem „Typ 2 | Varianten für versiegelte Bereiche“ zugeordnet wurden, wird daher verstärkt auf diese Problematik eingegangen.

Die Varianten eignen sich grundsätzlich sowohl für öffentliche, für genossenschaftliche Liegenschaften wie für private Immobilien. Eine Begrünung privater Immobilien im öffentlichen Raum kann allerdings nur dann empfohlen werden, wenn seitens der Stadt eine Unterstützung möglich und gewährleistet ist (z. B. Klärung Leitungsinfrastruktur, rechtliche Aspekte).

Wichtiges Entscheidungskriterium für die Wahl der Begrünung ist bei beiden Typen das Vorhandensein von Balkonen. Hier muss das Begrünungssystem gestalterisch und funktional auf die bauliche Ausführung abgestimmt sein.

a | Wurzelraum im Boden mit Pflanzscheibe

Gestalterische Kriterien

Bau- und Fluchtlinie werden nicht angetastet. Die Pflanzen werden mit ihren Pflanzgruben im Bereich des Gehwegs platziert (min. 50 cm Tiefe, exklusive Einfassung), die Pflanzscheiben ggf. durch Pflanzgitter vor dem Betreten durch Passanten etc. gesichert. Auch hier bleibt die homogene Erscheinung der Fassade erhalten. Durch eine flächige Begrünung mit Selbstklimmern kann die homogene Wirkung verstärkt werden. Gerüstkletterpflanzen stellen mit ihrer Rankhilfe einen Eingriff in den öffentlichen Raum dar (Fuß- und Radweg). Eine Genehmigung der Bauaufsicht ist einzuholen.

Vegetationstechnische Kriterien

Eine Begrünung mit Selbstklimmern ist aufgrund der Platzverhältnisse vorzuziehen (vgl. Typ 1 | Varianten für Vorgärten und Gartenhöfe, Variante



Abb. 195: Bekieste Pflanzgrube für einen alten Efeu-Solitär
(Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 196: Pflanzring mit Schnitt in Granitkrustenplatten, Stabgitter zum Schutz des Haupttriebs (Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 197: Einschnitt in Verbundpflaster, Distanzgitter aus Gusseisen. (Foto: © fassadengruen.de)

1A | Selbstklimmer). Auf ausladende Gerüstkletterpflanzenlösungen sollte verzichtet werden. Der Einsatz temporärer Begrünungseffekte ist möglich. Die Pflanzen sollten bei dieser Lösung auch oberhalb des Wurzelhalses vor mechanischer Beschädigung durch Passanten, Kehrfahrzeuge etc. geschützt werden. Unterirdisch bestehen ggf. Konflikte mit Hausanschlüssen, da hier nur ein geringer Wurzelraum zur Verfügung steht. Je nach Pflanzenauswahl ist auf den Schutz bautechnisch sensibler Bereiche (Fensterläden, Balkongeländer, Lüftungsklappen etc.) zu achten. Infrastruktur zur Pflanzenversorgung: Steiger, Hubbühne oder hohe Leiter für Wartung/Pflege.

Bautechnische Kriterien

Bei dieser Lösung sind Konflikte mit den unterirdischen Kabeltrassen (Verlegetiefe ca. 80 cm) zu vermeiden, deren Überbauen mit Kletterpflanzen

ist nicht möglich. Da sich die Pflanzgruben im Gehwegbereich befinden, dürfen sie kein Hindernis für Fußgänger darstellen (Sicherheitsaspekt, Barrierefreiheit).

Es muss auf ein ausreichendes Volumen der Pflanzgrube geachtet werden, ebenso auf ein geeignetes Pflanzsubstrat. Die Bewässerung bei anhaltenden Trockenperioden muss insbesondere in den ersten Jahren gewährleistet sein. Wuchsbegrenzungen durch Metallrandwinkel sind ggf. erforderlich.

Wirtschaftliche Kriterien

Vorleistungen für Pflege und Wartung: Wasseranschluss für extreme Trockenphasen, Stromanschluss. Mit zunehmender Wuchshöhe Hubsteiger oder ähnliches erforderlich. Pflanzgruben und Wuchshilfen im öffentlichen Raum bedürfen der Zustimmung der Stadtverwaltung.

Abb. 198: Bewertung der Variante „Wurzelraum im Boden mit Pflanzscheibe“ (Nicole Pfoser)



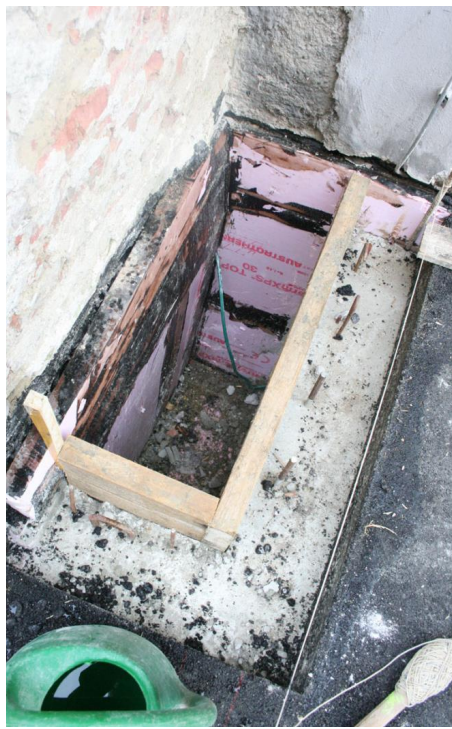


Abb. 199–201: Pflanzgrube mit wurzelfester Betonumrandung, Ortlieb­gasse 17, Wien (Fotos. Jürgen Preiss)

b | Wurzelraum im Boden mit Wurzelsperre zu angrenzenden Bauteilen/Infrastrukturen oder in Pflanzgefäßen

Gestalterische Kriterien

Die Lösung entspricht gestalterisch der Variante Typ 2a. Bau- und Fluchtlinie werden nicht angetastet. Die Pflanzen werden mit ihren Pflanzgruben im Bereich des Gehwegs platziert (min. 50 cm Tiefe, exklusive Einfassung). Die homogene Erscheinung der Fassaden bleibt erhalten, sie können flächig begrünt werden. Gerüstkletterpflanzen würden auch hier einen Eingriff in den öffentlichen Raum darstellen. Alternativ zur Pflanzgrube mit Wurzelsperre können bodengleich eingesenkte Pflanzcontainer mit begehbaren Gitterrosten angewandt werden, die im Falle notwendiger Leitungsarbeiten herausgehoben werden können, unter weitgehendem Erhalt der Pflanze. Soweit die Gehsteigbreite es zulässt, können auch mobile oberirdische Wuchsbehälter (s. Abb. 162–163, S. 79) verwendet werden.

Vegetationstechnische Kriterien

Eine Begrünung mit Selbstklimmern wäre aufgrund der Platzverhältnisse vorzuziehen. Der Einsatz temporärer Begrünungen ist möglich. Kabeltrassen werden bei dieser Lösung mit einer Wurzelsperre vor Einwurzelungen geschützt.

Wurzeln und Substrat werden im Falle von Kabelarbeiten (Reparatur, Austausch etc.) nicht beschädigt. Die Pflanzgrube bleibt nach unten offen. Die Wurzelsperre leitet die Pflanzenwurzeln bis in eine Tiefe unterhalb der Kabeltrassen. Der Schutz der Pflanzen vor mechanischer Beschädigung über Oberkante Boden bleibt erforderlich, ebenso der Schutz bautechnisch sensibler Bereiche und der Einsatz von Steiger, Hubbühne oder hoher

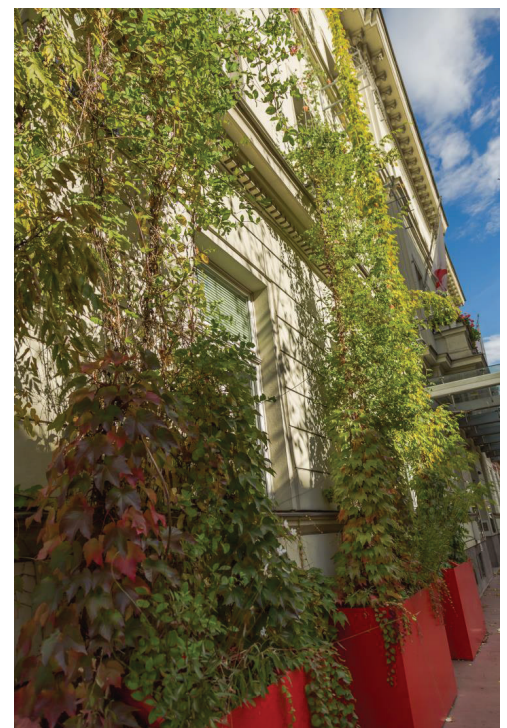


Abb. 202–203: Mobile Pflanzcontainer, Bezirksamt St. Margareten, Wien (Fotos: © Jürgen Preiss)

Leiter für Wartung/Pflege.
Bodengleich eingesenkte Pflanzcontainer benötigen für die Pflanzenwahl geeignetes strukturstabiles Substrat (im Lichten mindestens H 50/ T 50 cm), ggf. Wasserversorgung, Entwässerung, Drainage/ggf. Wasseranstau-Ebene. Gleiches gilt für mobile oberirdische Wuchsbehälter.

Bautechnische Kriterien

Diese Lösungen entschärfen den Konflikt zwischen Pflanze und möglichen Kabeltrassen besser als 2A. Die Unterkante der Wurzelsperre muss deutlich unterhalb Unterkante Kabeltrasse liegen. Die Wasserversorgung wird durch die Wurzelsperre bzw. Behälter eingeschränkt, sodass dauerhaft auf eine Bewässerung in Trockenperioden geachtet werden muss (ggf. Feuchtefühler).

Auch ein übermäßiger Wassereintrag (z. B. Übersättigung durch Starkregen/Niederschlagwasser Dachflächen) ist zu vermeiden (Wurzelfäule, Absterben der Pflanze). Die Pflanzgruben und die Wurzelsperre sowie bodengleich eingesenkte Pflanzcontainer dürfen kein Hindernis im öffentlichen Raum darstellen. Sie bedürfen, wie auch mobile oberirdische Wuchsbehälter, einer bauaufsichtlichen Genehmigung.

Wirtschaftliche Kriterien

Vorleistungen für Pflege und Wartung: Wasseranschluss für extreme Trockenphasen, Stromanschluss. Mit zunehmender Wuchshöhe Hubsteiger oder ähnliches erforderlich. Wie in Variante 2A ggf. Nachgenehmigung der Pflanzgruben/Container im öffentlichen Raum.

Abb. 204: Bewertung der Variante „Wurzelraum im Boden mit Wurzelsperre zu angrenzenden Bauteilen/Infrastrukturen oder in Pflanzgefäßen“ (Nicole Pfoser)





Abb. 205: Pfeifenwinde, hier *Aristolochia macrophylla durior* (Foto: © fassadengruen.de)



Abb. 206: Einjährige Prunkwinde an vertikalen Drahtseilen (© fassadengruen.de)



Abb. 207: *Aristolochia tomentosa* (Foto: © fassadengruen.de)

c | Wurzelraum in Rücksprünge/Nischen

„Nischen“ und „Rücksprünge“ sind weitere Option, den Pflanzen mehr (Wurzel-) Raum zu gewähren. Sie sind genehmigungstechnisch einfacher zu realisieren. Für die Aufnahme des Wurzelbereichs in baulichen Nischen/Rücksprünge gelten für den Schutz der Kabeltrassen, wenn erforderlich, die in Punkt 2B beschriebenen Lösungen analog.

Gestalterische Kriterien

Lösung für Gebäude mit Nischen oder Rücksprünge, in denen die Pflanzen wachsen können. Aus gestalterischer Sicht eignet sich die Nische besonders zur Betonung vertikaler Strukturen durch Gerüstkletterpflanzen. Die Rankhilfe kann bündig mit dem Gebäude abschließen oder hervorspringen (in den Gehwegbereich), um so

einen spannungsvollen Kontrast von Gebäude und Begrünung zu erzeugen. Selbstklimmer würden zwar auch eine flächige Begrünung ermöglichen, die Nischen würden dann aber `verschwimmen` – eine indifferente Gestaltungsaussage.

Aus architektonischer Sicht ist diese Variante in Kombination mit einer Begrünung mit Selbstklimmern schnell als Behelfslösung interpretierbar, der homogene Charakter der Fassade könnte verloren gehen. Gerüstkletterpflanzen sind deshalb vorzuziehen.

Vegetationstechnische Kriterien

Gestalterisch sind hier Gerüstkletterpflanzen, die an Seilen/Stäben aufgeleitet werden, eine gute Option (vgl. Variante Typ 2b). Der Einsatz



Abb. 208: Klettertrompete „Stromboli“
(Foto: © fassadengruen.de)

temporärer Begrünungseffekte ist möglich, sollte aber die eigentliche, dauerhafte Begrünung nicht behindern (Konkurrenzsituation). Die Pflanzgrube kann sowohl mit einer Pflanzscheibe als auch mit einer Wurzelsperre gesichert werden. Durch die Nische haben die Pflanzen mehr Wurzelraum, was Anwuchsprobleme entschärft. Der Schutz vor mechanischer/chemischer Beschädigung bleibt erforderlich, ebenso der Schutz bautechnisch sensibler Bereiche und der Einsatz von Hubbühne etc. für Wartung/Pflege.

Bautechnische Kriterien

Die Lösung entschärft den Konflikt mit den Kabeltrassen im Gehwegbereich, verschärft aber ggf.

den Konflikt mit den Kabeln, die unterirdisch in die Gebäude führen.

Passanten dürfen durch Rankhilfen nicht gefährdet werden. Auch hier muss auf ein ausreichendes Volumen der Pflanzgrube geachtet werden, ebenso auf ein geeignetes Pflanzsubstrat. Die Bewässerung in Trockenperioden muss gewährleistet sein.

Wirtschaftliche Kriterien

Vorleistungen für Pflege und Wartung: Wasseranschluss für extreme Trockenphasen, Stromanschluss. Mit zunehmender Wuchshöhe Hubsteiger oder ähnliches erforderlich. Bei der Realisierung könnte es zu Mehrkosten gegenüber einer nicht unterbrochenen Fassade kommen.

Abb. 209: Bewertung der Variante „Wurzelraum in Rücksprünge/Nischen“ (Nicole Pfoser)





Abb. 210: Waagerechte Begrünung mit Weinreben
(Foto: © fassadengruen.de)

d | Betonung der Obergeschosse

Gestalterische Kriterien

Bei dieser Variante tritt das vertikale Moment der Fassadenbegrünung gegenüber dem horizontalen durch die Betonung des Sturzes zurück. Als Sturz wird hier die Fläche oberhalb evtl. Türen/Fenster beschrieben. Die Variante ist am ehesten mit der Idee der Nische (2C) zu realisieren. Die Anzahl der Pflanzgruben ist abhängig von möglichen Pflanzstandorten. Eine flächige Wirkung kann, muss aber nicht erzeugt werden. Die Pflanzen gehen an mehreren Punkten in die Höhe, und erst im Bereich des Sturzes in die Fläche. Gerüstkletterpflanzen sind hier besonders gut geeignet.

Vegetationstechnische Kriterien

Gerüstkletterpflanzen können je nach gewünschtem Erscheinungsbild sowohl an Seilen/Netzen

als auch an Stäben/Gittern geleitet werden (vgl. Variante 1E). Pflanzenauswahl und Rankhilfe sind aufeinander abzustimmen. Eine temporäre Begrünung ist möglich, stellt aber aufgrund des geringen Platzangebotes eine Konkurrenz für die eigentliche, dauerhafte Begrünung dar. Die Pflanzgrube kann auch bei dieser Lösung sowohl mit einem Pflanzgitter als auch einer Wurzelsperre gesichert werden. Durch die Nische haben die Pflanzen mehr Wurzelraum als in den Varianten 2A, und ggf. 2B. Der Schutz vor mechanischer Beschädigung ist hier besonders wichtig, da sich die gesamte Begrünung aus zwei oder drei Punkten (Pflanzen) speist. Der Ausfall einer Pflanze durch Beschädigung kann daher nicht durch andere Pflanzen kompensiert werden. Auf den Schutz bautechnisch sensibler Bereich muss auch



Abb. 211: Vertikalbegrünung mit Wisteria an einem Gewerbebau in Dresden (Foto: © fassadengruen.de)

bei dieser Lösung geachtet werden. Regelmäßige Kontrolle und Rückschnitt sind unumgänglich. Negativ phototrope (lichtfliehende) Pflanzen sind auszuschließen, wenn die Fassade Fugen oder Risse aufweist, da sie mit ihren Trieben gezielt in diese Bereiche einwachsen. Auch Starkschlinger sind ungeeignet. Steiger oder Hubbühnen sind zur Pflege von Begrünungen in größeren Höhen zweckmäßiger als eine Leiter.

Bautechnische Kriterien

Die Lösung entschärft sowohl den Konflikt mit den Kabeltrassen im Gehwegbereich, als auch den Konflikt mit den Leitungsbereichen, die unterirdisch in das Gebäude führen, da hier nur zwei oder drei Pflanzgruben benötigt werden. Möglicherweise können Nachbargrundstücke die-

nen, um Raum für Pflanzgruben zu schaffen. Passanten dürfen auch bei dieser Lösung nicht durch die Rankhilfe gefährdet werden. Auf das ausreichende Volumen der Pflanzgrube muss hier ebenso sorgfältig geachtet werden, wie auf ein geeignetes Pflanzsubstrat. Die Bewässerung in Trockenperioden muss dauerhaft gewährleistet sein.

Wirtschaftliche Kriterien

Vorleistungen für Pflege und Wartung: Wasseranschluss für extreme Trockenphasen. Mit zunehmender Wuchshöhe Hubsteiger oder ähnliches unumgänglich. Eine Änderung der Gebäudekubatur zugunsten der Nischen ist notwendig. Bei der Umsetzung kann es zu Mehrkosten gegenüber einer nicht unterbrochenen Fassade kommen.

Abb. 212: Bewertung der Variante „Betonung der Obergeschosse“ (Nicole Pfoser)





Abb. 213: Flower Tower, Paris (Foto: © Nicole Pfoser)

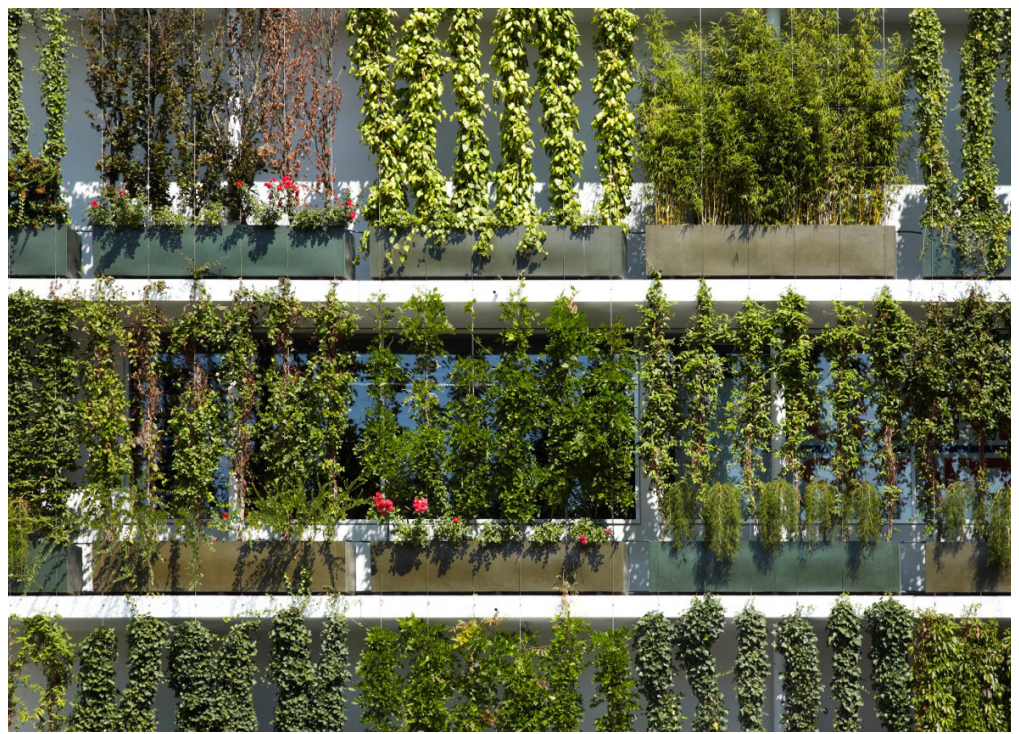


Abb. 214: Wandgebundene Begrünung, Regalsystem, Linearbehälter, Stücki Shopping, Basel (Foto: © Jakob AG)

Typ 3 | Varianten für versiegelte Bereiche, wandgebunden

Unter dem Begriff der wandgebundenen Begrünung werden Begrünungsanwendungen ohne Boden- und Bodenwasseranschluss zusammengefasst. Mit der Loslösung der Gebäudebegrünung vom Boden werden die Möglichkeiten der Pflanzenexposition erheblich erweitert. Dies fordert angepasste Techniken des konstruktiven Aufbaus, der Substrathaltung und einer ganzjährigen (in der Regel automatisierten) Versorgung mit Regenwasser (Zisterne) und Nährstoffen sowie die Berücksichtigung geeigneter Pflanzengesellschaften. (Pfoser/Jenner 2014; Pfoser 2016)

Variante FW1 | Pflanzen in horizontalen Pflanzgefäßen (Einzel/Linearbehälter)

Gestalterische Kriterien

Begrünte Regalsysteme sind die technische und gestalterische Weiterentwicklung des klassischen Blumenkastens zu einer architekturbestimmenden Pflanzenintegration in die Fassade. Sie sind vielfältig anwendbar, vor Wandflächen ebenso wie vor Verglasungen oder als Freiraumabschluss für eine erhöhte Privatheit von z. B. Loggien oder Dachterrassen. Wesentlicher Teil der Gestaltung sind die Form- und Materialwahl der stark in Erscheinung tretenden Pflanzgefäße. Bei Vorkultivierung ist die sofortige Flächen-

wirkung mit Baufertigstellung möglich. Gestaltungsziel ist die Betonung der Linearität. Bei geeigneter Pflanzenwahl ist Vollbegrünung herstellbar. Die steuerbare Wuchsdichte kann als Sonnenschutz (sommergrün) und/oder Ein- und Ausblickschutz (immergrün) dienen. Mit einer durchlichteten Regalbauweise kann das System vor Fensteröffnungen und Glasfassaden als Außenraum- und optische Innenraumbegrünung angewandt werden.

Vegetationstechnische Kriterien

Die Wuchsbehälter unterstützen das natürliche Vertikalwachstum der Pflanzen zum Licht hin. Die Pflanzenbandbreite reicht von Stauden, Gräsern, Farnen, Zwiebel- und Knollengewächsen sowie Kleingehölzen bis hin zu Kletterpflanzen. Die Auswahl ist je nach Anforderungen an Winterhärte und Wurzelraum eingeschränkt.

Die Wuchsrichtung (steigend, kragend oder hängend) ist ebenso wie die Blattfärbung und Belaubungsphase im Planungsprozess zu bedenken. Zur gestalterischen Formerhaltung sind Pflanzen mit geeigneter Endgröße zu wählen. Andernfalls entsteht ein erhöhter Pflegeaufwand und es werden je nach Wuchsgeschwindigkeit zusätzliche Rückschnitte erforderlich.

Als Substrat kommen bodenähnliche Mischun-



Abb. 215: Magistratsabteilung 48, Wien
(Foto: © Nicole Pfoser)

gen mit wasserspeichernden Stoffen zum Einsatz. Bewässerungsanlagen (automatisch oder manuell gesteuert) benötigen eine Drainage für überschüssiges Wasser, um unkontrollierter Substratübernässung bzw. dem Überlaufen der Pflanzgefäße vorzubeugen. Bewährt haben sich Pflanzmodule mit Nährstofftank in Kombination mit Kapillarmatten bzw. automatischer Feuchteregelung. Die Beschränkung der Pflanzenwahl auf winterharte, sommergrüne Pflanzen erspart eine künstliche Bewässerung im Winter.

Bautechnische Kriterien

Entsprechende Bauvorschriften (Absturzsicherung, Horizontallasten) sind zu beachten. Die Primärkonstruktion (Gebäudefwand) muss auf das Gesamtgewicht der Pflanzenregale abgestimmt sein. Das gilt ebenso für erforderliche Kragkonsolen oder Geschossumgänge zur Aufnahme von Pflanzenbehältern. Alternativ kann eine Vorkonstruktionsebene zur Aufnahme der Pflanzenbe-

hälter selbsttragend auf eigenen Fundamenten angeordnet werden.

Wirtschaftliche Kriterien

Eine dauerhafte Pflege- und Wartungszugänglichkeit, Wasser-, Nährstoffversorgung, Drainage sowie ein Stromanschluss sind erforderlich (Anstaubewässerung, Feuchteregelung empfohlen). Eine Übernässung ist zu vermeiden, Überschusswasser (z. B. Regen) durch Überläufe abzuführen. Je nach Installationshöhe sind Hubsteiger etc. erforderlich. Langfristig kostengünstige Lösungen werden durch eine einfache Zugänglichkeit für die Wartung erreicht (z. B. Wartungsgang). Kosten entstehen durch den Begrünungsaufbau, die Wasser- und Nährstoffversorgung sowie die 2 x jährliche Wartung und Pflege (abhängig von der Erreichbarkeit sowie der erforderlichen Bewässerungsintensität). Weitere Kostenangaben sind dem Gutachten zum Förderprogramm zu entnehmen.

Abb. 216: Bewertung der Variante FW1 | Pflanzen in horizontalen Pflanzgefäßen (Einzel/Linearbehälter) (Nicole Pfoser)





Abb. 217: Q7 Mannheim, Vertuss (Foto: © Nicole Pfoser)

Variante FW2 | Pflanzen in modularen, vertikal ausgerichteten Einheiten

Gestalterische Kriterien

Die Kennzeichen modularer Begrünungssysteme sind die Gliederung der Sichte Ebene in ein Flächenraster, die Anpassungsfähigkeit an Maßvorgaben der Fassadengeometrie sowie eine umfangreiche mögliche Pflanzenauswahl. Neben dem Vorteil der Sofortwirkung (mögliche Vorkultivierung) und leichter Änderbarkeit können Oberflächentextur, Aufbaustärke, Farbgebung und Blühphase frei gestaltet werden. Bündige Oberflächen Pflanze/Verglasung/Bekleidung erzeugen einen anspruchsvollen und rechtssicheren (Grenzeinhaltung) Architekturbeitrag.

Vegetationstechnische Kriterien

Bei wandgebundenen Begrünungen sind die Pflanzen von einer technischen Versorgung von Wasser und Düngung abhängig, Überprüfungsintervalle sind einzuhalten. Die Planung spielt eine wichtige Rolle. Zwei Pflegegänge im Jahr sind ausreichend, wenn Pflanzen im Konkurrenzverhalten verträglich sind. Die Pflege darf nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Abgestorbene, verblühte, störende oder zu lang gewordene Pflanzenteile werden geschnitten und entfernt. Ebenso Fremdaufwuchs (Vertiko GmbH). Die Substratdicke der Module bestimmt das Wurzelvolumen, die Wasseraufnahme und die Pflanzen-

entwicklung. Eine Übernässung ist zu vermeiden, zusätzliche Niederschläge sind zu beachten. Einer möglichen Austrocknung in Rand- und Sonnenbereichen ist schon in der Planung entgegenzuwirken. Tropfrohre sind rechtzeitig vor dem Frost zu entleeren.

Rinnensysteme zur Aufnahme von Schüttstoffsubstrat können ohne Begrünung ein fertiges Fassadenbild liefern, weshalb hier sommergrüne Pflanzen einsetzbar sind und eine Winterbewässerung ggf. eingespart werden kann. Vorsatzschalen aus Ziegelementen, Beton- oder Steinplatten (z. B. Tuffstein) dienen als Wachstumsgrundlage mit begrünungsfördernder Oberfläche für Flechten und Moose. Hier erfolgt u. U. eine künstliche Bewässerung durch Tropfschläuche im Hinterlüftungsraum oder mit aus den Fugen geführten Feinsprühdüsen.

Alternativ dienen bespannte Flachrahmen oder überspannte flächige Trägermaterialien zur Wasser- und Nährstoffaufnahme (Geotextile, Vliese, anorganische Filze), die je nach Pflanzenwahl durch Schlitzungen, Taschen oder Webstruktur Wurzelraum bieten.

Bautechnische Kriterien

Die Module, sind zumeist quadratische oder rechteckige Substratkästen mit Bautiefen von ca.

Zürich Stadtgärtnerei

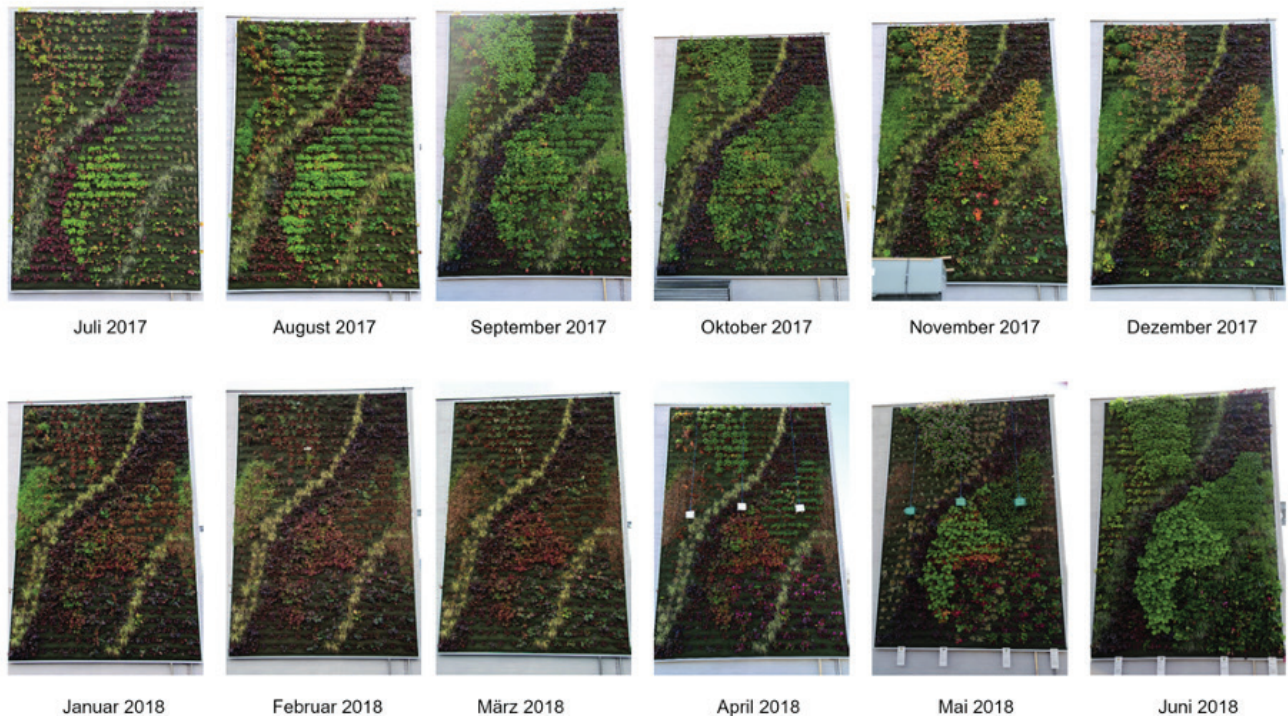


Abb. 218: Wandgebundene Begrünung Stadtgärtnerei Zürich (© Vertiko)

10–25 cm, werden vorkultiviert auf die abgestimmte Unterkonstruktion montiert und durch ein Rohrsystem mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Die Montagegeschwindigkeit entspricht der einer üblichen vorgehängten, hinterlüfteten Wandbekleidung. Größere Module erfordern ein geeignetes Hebegerät zur Montage. Gegen Durchfeuchtung der Primärkonstruktion sind eine Abdichtungsebene oder eine ausreichende Hinterlüftung erforderlich. Geschlossene Rückwände begrenzen den Hinterlüftungsraum und bilden zugleich eine Dichtebene zur Gebäudeaußenwand. Das senkrecht gehaltene Substratvolumen besteht in der Regel aus strukturstabilen feuchtespeichernden Materialien mit ausreichender Luftkapazität.

Für Gitterbehälter werden Recyclingkunststoffe oder korrosionsfreie Metalle eingesetzt. Unterhalb begrünter Flächen werden Fangbleche zur Ableitung von überschüssigem Wasser angeordnet (alternativ auch unter einzelnen Modulreihen). Durch handliche Montagevorgänge, leichten Gerä-

teeinsatz und preisgünstiger Vorkultivierung im Gartenbaubetrieb werden die Ergebnisse (besonders in Innenstädten) mit relativ kleiner und schneller Baustelleneinrichtung ermöglicht.

Wirtschaftliche Kriterien

Bezüglich Bauweise, Substrattechnik und zuverlässiger Wasser- und Nährstoffversorgung soll kein Kompromiss gemacht werden – Hochwertigkeit zahlt sich aus. Auch bei dieser Variante ist eine dauerhafte Pflege- und Wartungszugänglichkeit, Wasser- und Nährstoffversorgung erforderlich. Stromanschlüsse sichern die kontinuierliche Funktion von Pumpen sowie die Möglichkeit für Pflege und Wartung. Je nach Installationshöhe sind Hubsteiger etc. erforderlich.

Die Kosten sind abhängig von der Bauweise, der Pflanzenauswahl, der Gesamtgröße und Erreichbarkeit sowie der nötigen Bewässerungsintensität. Die Kosten für Wartung und Pflege betragen jährlich ca. 10 % der Herstellungskosten, zzgl. Bewässerung- und Nährstoffversorgung.

Abb. 219: Bewertung der Variante FW2 | Pflanzen in modularen, vertikal ausgerichteten Einheiten (Nicole Pfoser 2020)





Abb. 220/221: Wandgebundene Begrünung BHV Homme, Paris (Foto: © Nicole Pfoser)

Variante FW3 | Pflanzen in flächigen Begrünungsträgern

Gestalterische Kriterien

Wandgebundene Flächensysteme bieten Lösungen für eine teil- oder ganzflächig homogene Fassadenbegrünung, wo ein Boden- bzw. Bodenwasseranschluss nicht verfügbar ist. Flächenausschnitte können wie bei Modulbauweisen auf die Fenster bzw. die Verglasung der Gebäudeaußenwand reagieren. Bei Textil- und Textil-Substratsystemen bestimmt die Einschlitzzuglage das spätere Begrünungsbild. Sie erfolgt in der Regel nach dem Entwurf des Pflanzplans, der die Pflanzmischung nach den Kriterien „geeignete Geselligkeit“, „Ausmaß der Wuchsdynamik“, „Färbungen“ und „unterschiedlicher Licht-, Wasser- bzw. Nährstoffbedarf“ berücksichtigt. Die gewünschte Flächenwirkung tritt etwa nach zwei bis drei Monaten ein. Die Pflanzenwahlkriterien entsprechen der modularer Technik. Allein das geringere Wurzelvolumen reduziert das Wasserspeichervermögen und schließt besonders kälteempfindliche Pflanzen aus. Mit Moosen und Flechten lassen sich monochrome, sehr ebenflächige Wandbegrünungen erreichen. Infolge der ausdauernden Lebensstrategie können diese farbverändernd auch längere Trockenphasen überstehen.

Vegetationstechnische Kriterien

Diese Begrünungsform überzeugt, wie auch die

anderen wandgebundenen Lösungen durch die mögliche variable Bepflanzung, die Bodenfreiheit die zusätzliche Kühlwirkung durch künstliche Bewässerung sowie eine erhöhte (temperaturabhängige) Verdunstungsleistung.

Bei der Variante FW3 handelt es sich um eine leichte Bauweise. In der Installation wird der beste Wert Fläche/Zeit erreicht. Zum Einsatz kommen Stauden, Kleingehölze, Moose, bedingt Kletterpflanzen. Diese werden in der Regel mit einer nährstoffhaltigen Bewässerung über Substratersatzflächen (Geotextil) versorgt.

Auch bei dieser Variante erfolgt die Pflanzenauswahl nach Exposition (Licht-, Wind- verhältnis) und Pflanzengesellschaft. Die Pflege- und Wartungszugänglichkeit muss dauerhaft gewährleistet sein.

Bautechnische Kriterien

Pflanzen werden einzeln mit ihren Wurzeln in Einschlitzen des Geotextils eingebracht und überwachsen es vollständig. Größere Pflanzen wurzeln in aufgedoppelten, substratgefüllten Vliestaschen.

Die Montage des pflanzentragenden Geotextils erfolgt an einer systemeigenen, hinterlüfteten,



Abb. 222: Wandgebundene Begrünung, Freiburg (© Vertiko)

ganzflächigen, verrottungsfreien Trägerplatte bzw. Unterkonstruktion. Horizontal- und Vertikalkräfte werden über die Hinterlüftungsfuge hinweg in die tragende Außenwand eingeleitet (Eigengewicht feucht, Pflanzen- und Niederschlagsgewicht, Windkräfte). Bei problematischen Wandoberflächen (z. B. Wärmedämmverbundsystem, Keramikbelag, Vorsatzschale) ist in jedem Fall eine selbsttragende Sekundärkonstruktion vor der Wand nötig. Eine Lastabtragung des Systems auf eigene Fundamente lässt größere Wandabstände (Umgänge, Fluchttreppen) zu. Das Traggerüst nimmt eine Montageebene (z. B. aus Trapezblech, Alubond) auf, die den Pflanzenträger (im Raster vernähtes Doppelvlies bzw. Substratzwischenlage) trägt und die Abdichtung zum Gebäude bildet. Während die Hauptverteilung der Wasser- und Nährstoffversorgung in der tragenden Sekundärkonstruktion liegt, sind die dünneren Tropfschläuche direkt hinter dem Vlies verlegt.

Wirtschaftliche Kriterien

Eine dauerhafte Pflege- und Wartungszugänglichkeit, Wasser- und Nährstoffversorgung ist unerlässlich. Diese Form der Begrünung lässt nur kurzfristige Bewässerungsausfälle zu, sodass Feuchtfühler mit der Möglichkeit eines Fernmonitorings ratsam sind. Die kontinuierliche Funktion von Pumpen muss gewährleistet sein, um die Wasser- und Nährstoffversorgung sicherzustellen. Die Pflege und Wartungszugänglichkeit ist dauerhaft zu ermöglichen. Auch bei dieser Begrünungsform sind abhängig von der Installationshöhe ggf. Hubsteiger etc. erforderlich. Die Kosten richten sich nach dem Begrünungsaufbau (abhängig von der Bauweise, der Gesamtgröße und Erreichbarkeit und dem gewählten Bewässerungssystem. Die Kosten für die 2 x jährliche Wartung und Pflege sind höhenabhängig, die Bewässerung und Nährstoffversorgung ist einzuplanen. Kostenangaben siehe Gutachten zum Förderprogramm.

Abb. 223: Bewertung der Variante FW3 | Pflanzen in flächigen Begrünungsträgern (Nicole Pfoser)



BEGRÜNUNGSEMPFEHLUNGEN

Vorgehensweise

Nach der zweistufigen Vorauswahl begrünungsgeeigneter Gebäude in Phase 1 sowie der Bewertung der Begrünungsvarianten & Ortsbegehung in Phase 2 nach den Kriterien Klimaadaptation, Ökologie, Umfeldverbesserung, Gestaltung, Pflege sowie Kosten, werden folgend diese Schritte als Begrünungsempfehlungen in der Phase 3 zusammengeführt.

Für alle von der Stadt Freiburg vorgeschlagenen Objekte standen Luftaufnahmen zur Verfügung. Eine umfassende Datenbereitstellung (Grundrisspläne, Schnitte, Ansichten, Leitungspläne) zu hoch priorisierten Projekten machten detaillierte Analysen möglich. Sämtliche Objekte wurden im Anschluss vor Ort fotografiert und in Hinblick auf folgende Kriterien untersucht:

- Welche Flächen der Vorauswahl am Objekt kommen für eine Begrünung in Frage?
- Wie kann die Pflege einer Begrünung dauerhaft sichergestellt werden?
- Welche Belastbarkeit kann jeweils angenommen werden?
- Wie ist die Beschaffenheit der Wandaufbauten an den zu begrünenden und angrenzenden Flächen?
- Welche Exposition haben die begrünbaren Flächen?
- Welche Maßnahmen werden für eine Standortverbesserung erforderlich?
- Ist eine Bewässerung sinnvoll oder sogar erforderlichlich?

- Welche Pflanzen eignen sich – auch unter Berücksichtigung der Sicherheit im Betrieb? Es können z. B. keine bekletterbaren Rankhilfen eingesetzt werden, wenn die Gefahr besteht, dass sie von Kindern erklommen werden – dies wiederum hat Auswirkungen auf die Pflanzenauswahl.
- Wie kann die Begrünung möglichst kostengünstig realisiert und unterhalten werden?

Für Begrünungen bei hoch priorisierten Gebäuden wurden detaillierte Begrünungsempfehlungen erarbeitet. Diese zeigen ein Konzept der empfohlenen Begrünung auf und beinhalten Kostenschätzungen für Herstellung sowie Pflege und Wartung in Bruttopreisen.

Für Begrünungen bei niedrig priorisierten Gebäuden wurden weniger detaillierte Begrünungsempfehlungen erarbeitet. Eine Kostenschätzung für Herstellung sowie Pflege und Wartung in Bruttopreisen ist ebenfalls enthalten. Den drei hervorgehobenen niedrig eingestuften Projekten, siehe Abb. 224, wurde eine detaillierte Empfehlung gewidmet, da sie nach der Objektbegehung als besonders begrünungsgeeignet erschienen.

Alle Begrünungsempfehlungen sind bewertet in die Kategorien „empfohlen“ oder „möglich“. Die Kategorie „möglich“ zeigt auf, wenn die vorgeschlagene Begrünung durch wirtschaftliche

Gründe oder hohen Aufwand eingeschränkt zu empfehlen ist. Begrünungsgeeignet sind sämtliche Objekte und Vorschläge generell. Für eine zusätzliche übersichtshafte Darstellung wurden die ursprünglichen Bewertungskriterien der beschriebenen Begrünungssysteme übernommen und bildlich eingearbeitet. Es folgt zuerst der

Abschnitt „Begrünungsempfehlungen“ in Reihenfolge der Auflistung hoch und niedrig priorisierter Gebäude. Darauf folgt der Abschnitt „Technische Hinweise“ – unter anderem inklusive ergänzender systemspezifischer Hinweise, brandschutztechnischer Aspekte, Pflegehinweisen sowie Übersichten zu Kosten und Aufwand, etc.

Hoch priorisierte Gebäude	Niedrig priorisierte Gebäude
• Wentzinger Schule, Falkenbergerstraße 21 • Kindergarten Sprungbrett, Zehntsteinweg 9 a • Kindergarten, Krozinger Straße 50 • Kindertagesstätte Rieselfeld, Adelheid-Steinmann-Straße 6 • Wohnheim OASE, Haslacher Straße 11 • Feuerwehr, Tullastraße 59 • Turnhalle Walter-Eucken-Gymnasium, Glümerstraße 4 • Stadtbibliothek Münsterplatz, Waisenhausgässle • Feuerwehr Hochdorf, Leinenweberstraße 3 • Verwaltung, Eschholzstraße 86	• Clara-Grunwald-Schule II, Willy-Brandt-Allee 15 • Clara-Grunwald-Schule I, Johanna-Kohlund-Straße 3 • Rotteck-Gymnasium, Lessingstraße 16 • Walter-Eucken-Gymnasium, Glümerstr. 4 • Rathaus Innenstadt Anbau, Gauchstraße 12 • Kinderhaus Arche Noah, Cornelia-Schlosser-Allee 17 • Spielturm Weingarten, Krozinger Str. 80 • Wohnheim St. Gabriel, Hermann-Mitsch-Straße 30 • Uni-Kita Zaubergarten, Agnesenstr. 4 • Feuerwehr Hauptwache, Eschholzstraße 118 • Gemeindehaus, Maria-von-Rudloff-Platz 2 • Turnseeschule, Turnhalle und Hort (Garage), Turnseestr. 14 • Wohnheim, Bötzingen Straße 50a • Lortzingschule, Lortzingstr. 1 • Wohnheim, Mooswaldallee 10 a • Kindergarten Sprungbrett – Zehntsteinweg 9a

Abb. 224: Priorisierung durch die Stadtverwaltung (hoch und niedrig priorisierte Gebäude)



Abb. 225: Bestehender Dach-Schulhof mit Beton-Plattenbelag
(Foto/Darstellung: © Vertiko GmbH)

Wentzinger Schule – Falkenbergerstraße 21

D1 Dach-Schulhof: Holzdecks und Pergolen mit Beschattung durch Begrünung

Verschiedene Begrünungstypen

Bestand

Das Dach trägt flächig Betonplatten nebst einer Ausgleichsschicht ($> 200 \text{ kg/m}^2$). Daher ist es mindestens für eine Extensivbegrünung, eher auch für eine leichte Intensivbegrünung geeignet. Für den Auftrag weiterer Lasten ist die Tragfähigkeit zu prüfen. Die Aufenthaltsqualität ist durch die komplette Versiegelung gering. Der Dach-Pausenhof wird aktuell kaum genutzt.

Empfehlung

Empfohlen wird die Gestaltung der gesamten begehbaren Dachfläche als Gründach (extensive und intensive Bereiche) mit Holzdecks und Verbindungswegen. Mit sommergrünen Kletterpflanzen begrünte Pergolen schaffen schattige Plätze, die die Aufenthaltsqualität steigern. Dazu werden die Betonplatten durch wesentlich leichtere Holzdecks ersetzt und als größere und kleinere

Plätze angelegt, die durch „Stege“ miteinander verbunden werden. Für die Kostenschätzung sind wir von insgesamt sechs Aufenthaltsplätzen/Pergolen mit jeweils vier Pflanztrögen ausgegangen. Die Plätze werden mit einer leichten Konstruktion als Seil-Pergolen überspannt und mit schatten spendenden Kletterpflanzen begrünt. Die Kletterpflanzen wachsen aus Pflanzgefäßen, welche auf belastbaren Punkten (ggf. mit Lastverteilungsplatten) stehen. Die restlichen Flächen werden mit einer Extensiv- und/oder leichten Intensivbegrünung angelegt. Dadurch entstehen erlebbare „Klassenzimmer“ im Grünen. Themengärten sind möglich.

Grundsätzlich sind auch Pergolen mit (semi-) transparenten Photovoltaik-Modulen auf der Oberseite möglich. Wir empfehlen jedoch ausdrücklich nicht, eine Pergola mit Kletterpflanzen und Photovoltaik-Modulen zu gestalten, da dies einen enormen Pflege-, Planungs- und Wartungsaufwand mit sich bringen kann.

Falls dies dennoch gewünscht wird, empfehlen wir für die Begrünung andere Kletterpflanzen (z. B. Clematis alpina), die schwachwüchsiger sind und geringere Höhen erreichen, aber auch weniger Verschattung ermöglichen.

Alternativ wäre es möglich, beide Varianten voneinander zu trennen, also eine Pergola entweder zu begrünen oder mit Photovoltaik auszustatten.

Abb. 226: Mögliche Dachflächen zur Begrünung.
(Luftbild © Stadt Freiburg)

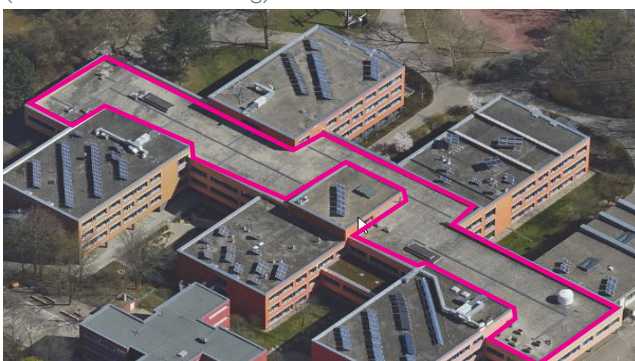




Abb. 227: Visualisierung des umgestalteten Dach-Schulhofs als „Grünes Klassenzimmer“ (Foto/Darstellung: © Vertiko GmbH)



Pflanzvorschlag Dachfläche

Neben den üblichen „Hungerkünstlern“ aus der Liste der Extensivbegrünungspflanzen wie Sedum, Schönoprasum etc. können auch Stauden und Gräser aus dem Lebensbereich Freiflächen (FR1) und vor allem Kräuter wie Salbei, Lavendel, Bergbohnenkraut gepflanzt werden. Dies erhöht die Biodiversität des Daches ungemein und erfüllt ganz nebenbei einen gewissen Bildungsauftrag.

Pflanzvorschlag Pergolen

Für die Seilpergolen am sonnigen Standort empfehlen wir hier farbenfrohe Blütenpflanzen und Pflanzen mit essbaren Früchten:

Clematis montana – Bergwaldrebe,
Clematis tangutica – Goldwaldrebe,

Clematis jackmanii Hybriden – Jackmanns W.,
Actinidia arguta ‚Weiki‘ – Bayerische Kiwi.

Versorgung

Die Versorgung erfolgt über eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Pflanzgefäßen sowie eine Düngung im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Die Dachbegrünung wird je nach Ausführung zwei bis vier Mal pro Vegetationsperiode gepflegt, Umsetzung oder Unterstützung ggf. auch als Schülerprojekt möglich. Die Kostenschätzung für Pflege und Wartung ist hier als Fremdleistung gerechnet. Die Wartung der Bewässerungsanlage erfolgt zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.

Kurzbeschreibung

Gestaltung der gesamten Fläche als Gründach (extensive und intensive Bereiche) mit Holzdecks und Verbindungswegen zur Steigerung der Aufenthaltsqualität. Schaffung von Schattenplätzen durch mit sommergrünen Kletterpflanzen begrünte Pergolen auf den Holzdecks (ggf. trogebunden).

Pflanzvorschläge: Actinidia arguta ‚weiki‘, Clematis montana, Clematis tangutica, Clematis jackmannii, ggf. Passiflora

Fläche: ca. 2.650 m²

Kostenschätzung Herstellung: je nach Ausführung bis zu ca. 315.400 Euro (ohne Photovoltaik)

Kostenschätzung Pflege/Wartung:
je nach Ausführung ca. 16.400 Euro/Jahr

- ! Abnahme der Betonplatten erforderlich, Tragfähigkeit prüfen, ggf. Lastverteilungsplatten erforderlich
- ! automatische Bewässerung der Tröge erforderlich
- ! enorme Steigerung der Biodiversität und Aufenthaltsqualität möglich
- ! Klassenzimmer im Grünen

++ Begrünung empfohlen



Wentzinger Schule – Falkenbergerstraße 21 D2 Restliche Flachdächer – Photovoltaik kombiniert mit extensiver Begrünung

Abb. 228: Bestehendes Kiesdach mit Photovoltaik-Anlage
(Foto/Darstellung: © Vertiko GmbH)



Typ 1 | Variante DE3 | Untervariante a | Solargründach

Bestand

Flachdach mit Kieseindeckung (100 kg/m²). Die Photovoltaik-Module sind gering aufgeständert.

Empfehlung

Empfohlen wird eine Extensiv-Begrünung mit Substratschüttung. Der vorhandene Kies wird überwiegend abgesaugt, ein Teil wird als Windsogsicherung an Attika und aufgehenden Bauteilen belassen. Die vorhandenen Photovoltaik-Module sollten aufgeständert werden, um eine Verschattung durch Vegetation zu vermeiden. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn. Der Einbau von Sekuranten ist erforderlich – sofern nicht bereits vorhanden.

Abb. 229: Mögliche Dachflächen zur Begrünung.
(Luftbild © Stadt Freiburg)



Pflanzvorschlag

Für die flächige Dachbegrünung schlagen wir eine Sedum-Kräuterflur vor.

Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1-2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich. Der Zugang ist über die angrenzende begehbare Dachfläche möglich.

Kurzbeschreibung

Extensive Begrünung der Kiesdächer.

Fläche: ca. 4.800 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 250.000 Euro
(ohne Aufständigung der PV-Anlagen,
ohne zusätzliche Sekuranten)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 22.600 Euro/Jahr

- ! ggf. zusätzliche Sekuranten erforderlich
- ! Aufständigung der Photovoltaik-Module empfohlen

++ Begrünung empfohlen



Wentzinger Schule – Falkenbergerstraße 21 F1 Geschossdecke Südseite F-Trakt – Bodengebundene Begrünung OG 1

Abb. 230: Visualisierung des begrünten Südseite des F-Trakts
(Foto/Darstellung: © Vertiko GmbH)



Typ 1 | Variante FB3 und FB4

Bestand

Die Klassenräume im OG auf der Südseite werden im Sommer mitunter stark erhitzt. Das EG ist von einer Betondecke überkragt.

Empfehlung

Die bestehenden Stahlpfosten unter der Betondecke werden oberhalb weitergeführt und die Stahlkonstruktion wird mit Zwischenpfosten ergänzt. Die Pfosten werden gegen die Decke/Dachkonstruktion abgestrebt. Zwischen Pfosten und Streben werden horizontal Seile als Kletterhilfe gezogen. Zur Aufleitung werden senkrechte Seile vom Boden bis nach oben gezogen und an der Stahlkonstruktion befestigt. In den Bodenstandorten wird ein Bodenaustausch vorgenommen. Zur Sicherung der Pflegearbeiten werden Sekuranten benötigt.

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit sommergrünen Schlingpflanzen an vertikal und horizontal geführten Seilen als Kletterhilfe, ggf. mit grüner „Dachfläche“.

Weiterführung der Stahlrahmenkonstruktion über bestehender Betondecke als tragende Konstruktion der Begrünung.

Pflanzvorschlag: Vitis oder Actinidia arguta ‚Weiki‘

Fläche: ca. 30 m x ca. 6 m

Kostenschätzung Herstellung: ca. 56.000 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.300 Euro/Jahr
(mit Hubsteiger)

Pflanzvorschlag

Vitis coignetiae – Scharlachwein und/oder Vitis vinifera – „Echter“ Wein (als „Hochstamm“ gezogen), ggf. auch Actinidia chinensis – Kiwi (etwas pflegeintensiver)

Versorgung

Eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Bodenstandorten wird vorgesehen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt einmal pro Jahr mit Leiter oder Hubsteiger, die Wartung der Bewässerungsanlage zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.

- ! freistehende Stahl-Konstruktion über Betondecke, ggf. Anschlusspunkt an oberer Fassade im WDVS erforderlich
- ! ggf. Sekurant oberhalb Betondecke erforderlich
- ! Bewässerungstechnik und Bodenaustausch erforderlich
- ! Pflege mit Leiter oder Hubsteiger möglich

++ Begrünung empfohlen



Wentzinger Schule – Falkenbergerstraße 21 F2 Fensterlose Freiflächen (z. B. B-Trakt) – Bodengebundene Begrünung

Abb. 231: Visualisierung der begrünten Fläche am B-Trakt
(Foto/Darstellung: © Vertiko GmbH)



Typ 1 | Variante FB3

Bestand

Am Gebäude befinden sich mehrere fensterlose Flächen. Die Wandaufbauten sind aus Wärmedämmverbundsystem (WDVS). Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf eine beispielhafte Fläche am B-Trakt an der Nordseite. Die Angaben können auf die anderen Flächen ebenfalls angewandt werden.

Empfehlung

Die Befestigung einer Kletterhilfe ist möglich, jedoch aufwändig. Eine Seilkonstruktion mit Überlastsicherungen und Klettersprossen wird an Doppelpunkthaltern (inkl. Stützhülsen im Dämmungsbereich) und horizontalen Flachstahlprofilen eingebaut. Im Bereich der Pflanzenstandorte wird ein Bodenaustausch vorgenommen.

Weitere
Planung
nur mit Plänen
(Wandaufbau)
möglich

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit sommergrünen Schlingpflanzen an vertikal bzw. v-förmig geführten Seilen als Kletterhilfe, Punktfundament im Pflanzquartier.

Pflanzvorschläge: Akebia (Sonne) oder Aristolochia (Halbschatten) Clematis vitalba (einheimisch)

Fläche: ca. 60 m² (4,00 m x 15,00 m), mehrere Flächen möglich

Kostenschätzung Herstellung: ca. 10.200 Euro/Fläche

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.000 Euro/Jahr u. Fläche (mit Hubsteiger)

Pflanzvorschlag

Aristolochia macrophylla – Pfeifenwinde (Nordseite), Akebia quinata – Klettergurke, Clematis vitalba – Waldrebe (einheimisch)

Versorgung

Eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Bodenstandorten wird vorgesehen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt einmal pro Jahr, die Wartung der Bewässerungsanlage zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen. Pflege erfolgt je nach Zufahrtsmöglichkeit mit Hubsteiger oder Rollgerüst (ggf. Sekuranten erforderlich).

- ! Anschlusspunkte an Fassade im WDVS erforderlich (mit Stützhülsen zur Überbrückung der Dämmung)
- ! Pflege je nach Zufahrtsmöglichkeit mit Hubsteiger oder Rollgerüst (ggf. Sekuranten erforderlich)
- ! Wasserhahn bereits vorhanden, hier einfache Bewässerungstechnik umsetzbar

+ Begrünung möglich



Kindergarten Sprungbrett – Zehntsteinweg 9 a D1 Extensive Begrünung mit Moos-Sedummatten

Typ 1 | Variante DE1

Bestand

Es besteht ein Flachdach mit stellenweise lichter Kieseindeckung (ca. 70 kg/m²). Die Dachabdichtung ist zum Teil sichtbar und der UV-Strahlung ausgesetzt. Im mittleren Bereich ist das Dach labil; es schwingt bei Begehung. Durch die Beschattung der umstehenden Bäume wächst teilweise Moos auf dem Kiesdach.

Empfehlung

Eine Begrünung mit Sedum-Moosmatten wird empfohlen. Der vorhandene Kies wird überwiegend abgesaugt, ein Teil wird als Windsogsicherung an der Attika und um Lichtkuppeln und Abläufe belassen. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn. Der Einbau von Sekuranten ist erforderlich. Für die Begrünung wird eine leichte

Kurzbeschreibung

Extensive Begrünung der Dachfläche mit Moos-Sedum-Matten.

Dachfläche: ca. 600 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 36.100 Euro

Kostenschätzung Pflege: ca. 3.000 Euro/Jahr

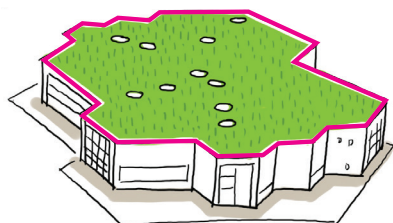


Abb. 232: Bestehendes Kiesdach (Foto/Darstellung, oben:

© Vertiko GmbH; unten: © Pfoser)



Drainmatte verlegt, da das Dach nur ein leichtes Gefälle aufweist. Mit den Sedum-Moosmatten kann eine Sofortbegrünung mit wenig Gewicht (je nach Aufbau bis zu 50 kg/m²) erzielt werden.

Pflanzvorschlag

Für eine flächige Dachbegrünung schlagen wir eine Sedum-Moos-Kombination als besonders extensive Variante vor.

Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1-2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich.

- ! bestehende Kiesabdeckung nicht ausreichend
- ! Wurzelfestigkeit und Dichtigkeit der vorhandenen Dachabdichtung prüfen (z. B. Elektro-Impuls-Verfahren)
- ! Drainagematte wg. geringem Gefälle erforderlich
- ! geringer Pflegeaufwand
- ! Pflege per Leiter möglich

++ Begrünung empfohlen



Abb. 233: Bestehendes Kiesdach (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH; rechts: © Pfoser)

Kindergarten – Krozinger Straße 50

D1 Extensives Gründach



Typ 1 | Variante DE3

Bestand

Es besteht ein Flachdach mit Lichtkuppeln und Kieseindeckung (ca. 100 kg/m²) auf Bitumendachbahnen. Sekuranten sind vorhanden.

Empfehlung

Empfohlen wird eine Extensiv-Begrünung mit Substratschüttung. Der vorhandene Kies wird überwiegend abgesaugt, ein Teil wird als Windsicherung an der Attika und um Lichtkuppeln und Abläufe sowie an aufgehenden Bauteilen (Nebengebäude) belassen. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn.

Pflanzvorschlag

Für eine flächige Dachbegrünung empfehlen wir eine Sedum-Kräuterflur.

Kurzbeschreibung

Extensive Dachbegrünung des Hauptgebäudes, extensive Begrünung mit Moos-Sedum-Matten der tiefer liegenden Dachfläche (Nebengebäude).

Dachfläche

Hauptgebäude: ca. 1.400 m²

Nebengebäude: ca. 170 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 85.700 Euro

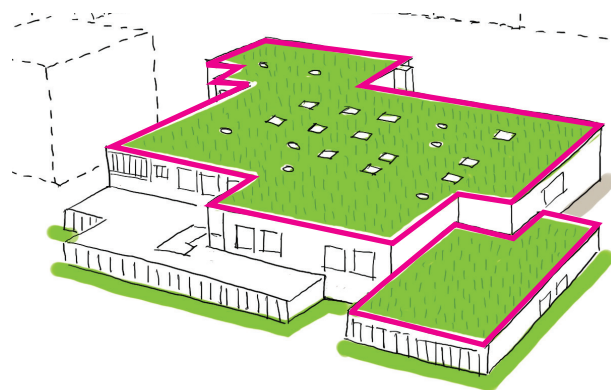
Kostenschätzung Pflege: ca. 7.400 Euro/Jahr

Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1-2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich. Der Zugang ist per Leiter möglich.



- ! Sekuranten auf Hauptgebäude bereits vorhanden
- ! geringer Pflegeaufwand
- ! Pflege per Leiter möglich

++ Begrünung empfohlen



Kindergarten – Krozinger Straße 50

F1 Flächige wandgebundene Begrünung im Eingangsbereich

Typ 3 | Variante FW3

Bestand

Es besteht ein Wandaufbau als vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF) mit Fassadenplatten (Aluminium-Verbundplatten) in Rot-Tönen.

Empfehlung

Die vorhandene VHF ist schon eine gute Voraussetzung, um darauf eine flächige wandgebundene Begrünung zu bauen. Die Nordseite ist für winter- und immergrüne Pflanzen gut geeignet (Winteraspekt).

Pflanzvorschlag

Immer- und wintergrüne Stauden, Gräser, Farne.

Weitere
Planung
nur mit Plänen
(UK Bestands-
fassade)
möglich

Kurzbeschreibung

Wandgebundene, flächige Begrünung mit immer- und wintergrünen Stauden und Gräsern im Eingangsbereich, ggf. mit Einbeziehung der vorderen Gebäudekante.

Pflanzvorschlag: immer- und wintergrüne Stauden, Gräser und Farne

Fläche: ca. 70 m² (ca. 25 m x ca. 4 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 54.700 Euro
(bei Nutzung der vorhandenen Unterkonstruktion)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 3.000 Euro/Jahr

Abb. 234: Visualisierung des begrünten Eingangsbereichs
(Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH; rechts: © Pfoser)

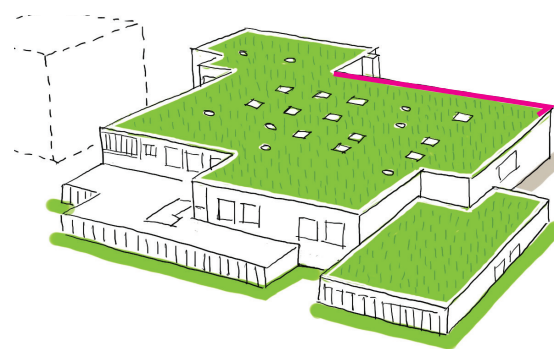


Versorgung

Die Versorgung mit Wasser und Nährstoffen erfolgt über eine automatische Bewässerungstechnik, ganzjährig mit Winterautomatik, von einem frostfreien Technikraum aus. Die Entwässerung kann außen leicht an der vorhandenen Oberflächenentwässerung angeschlossen werden.

Pflege und Wartung

Pflege und Wartung erfolgen jeweils zwei Mal pro Jahr. Die Pflege ist per Leiter umsetzbar.



- ! ggf. Nutzung der bestehenden Unterkonstruktion der vorgehängten, hinterlüfteten Fassade möglich (Statik/Zusatzlasten prüfen, ggf. Bauteilöffnung)
- ! automatisierte Bewässerungstechnik mit Winterautomatik erforderlich (frostfreier Technikraum und Wasseranschluss)
- ! Pflege per Leiter möglich

+ Begrünung möglich



Kindertagesstätte Rieselfeld – Adelheid- Steinmann-Straße 6 | D1/D2 Neben-/Haupt- gebäude Kiesdach – Extensive Begrünung

Typ 1 | Variante DE3

Bestand

Auf dem Nebengebäude besteht ein Flachdach mit blanken Bitumendachbahnen, ein UV-Schutz ist nicht gegeben. Auf dem Verbinder und dem Flachdachbereich des Hauptgebäudes besteht eine Kieseindeckung.

Empfehlung

Vorgeschlagen wird eine Extensivbegrünung mit Substratschüttung. Die Tragfähigkeit zu prüfen. Der vorhandene Kies wird überwiegend entfernt, ein Teil wird als Windsogsicherung an Attika und aufgehenden Bauteilen (Hauptgebäude) belassen. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn. Der Einbau von Sekuranten ist erforderlich.

Weitere
Planung nur
mit Plänen
(Tragfähigkeit
Dach D2)
möglich

Kurzbeschreibung

Extensive Dachbegrünung im Bereich des bestehenden Kiesdachs auf dem Hauptgebäude (D1) und auf dem gesamten Dach des Nebengebäudes (D2).

Dachfläche

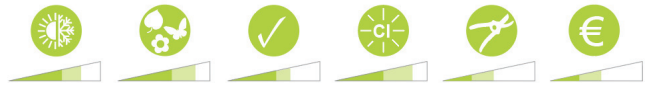
Hauptgebäude (D1): ca. 100 m²
Nebengebäude (D2): ca. 245 m²
Verbinder (D2): ca. 25 m²

Kostenschätzung Herstellung (D1 und D2): ca. 20.900 Euro

Kostenschätzung Pflege (D1): ca. 600 Euro/Jahr

Kostenschätzung Pflege (D2): ca. 1.400 Euro/Jahr

Abb. 235: Bestehendes Bitumendach Nebengebäude und Kiesdach Verbinder (D2) (Abb. oben: © Vertiko GmbH; unten: © Pfoser)



Pflanzvorschlag

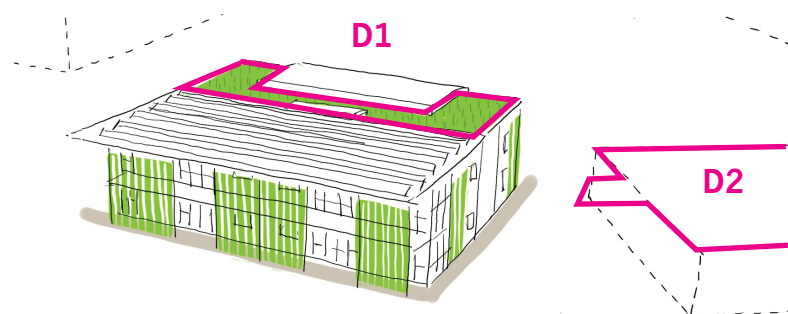
Für eine flächige Dachbegrünung empfehlen wir eine Sedum-Kräuterflur.

Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1-2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich. Der Zugang per Leiter ist möglich.



- ! Dach Nebengebäude (D2): UV-Schutz erforderlich
- ! Dach Nebengebäude (D2): Tragfähigkeit prüfen
- ! Dach Nebengebäude (D2), ggf. auch Hauptgebäude (D1): Sekuranten erforderlich

++ Begrünung empfohlen



Kindertagesstätte Rieselfeld – Adelheid-Steinmann-Straße 6 | F1 Nebengebäude – Begrünung mit Kletterpflanzen

Abb. 236: Bestehende Südfassade des Nebengebäudes (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH)



Typ 1 | Variante FB5

Bestand

Es besteht eine vorgehängte Fassade mit Holzplatten sowie eine starke Sonneneinstrahlung an der Südseite. Ein Bodenanschluss ist vorhanden.

Empfehlung

Vorgeschlagen wird eine Begrünung mit sommergrünen Kletterpflanzen an einer angelehnt stehenden Konstruktion (Lastabtragung in den Boden) aus Tragrohren mit eingehängten Rankgittern ab 1,50 m Höhe. Die Konstruktion kann auch vor den Fenstern geführt werden und so für eine sommerliche Verschattung der Fenster sorgen. Sommergrüne Kletterpflanzen lassen Licht und Wärme im Winter durch. Eine Bodenverbesserung ist erforderlich.

Weitere Planung nur mit Plänen (Wandaufbau Nebengebäude) möglich

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit sommergrünen Kletterpflanzen mit Rankgittern als Kletterhilfe über die gesamte Südfassade des Nebengebäudes (auch vor den Fenstern).

Pflanzvorschlag: Clematis montana, Clematis jackmanii, Vitis vinifera

Fläche: ca. 64 m² (ca. 16 m x ca. 4 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 15.500 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 600 Euro/Jahr

Pflanzvorschlag

Clematis montana – Bergwaldrebe, Clematis jackmanii Hybride, Vitis vinifera ‚Muskateller Traube‘ – Wein

Versorgung

Eine automatische Bewässerung ist erforderlich und voraussichtlich einfach und kostengünstig herzustellen. Ein Außen-Wasserhahn ist auf der Gebäude-Nordseite vorhanden.

Pflege und Wartung

Die Pflanzen sind sehr pflegeleicht. Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt einmal pro Jahr per Leiter. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

- ! Lastabtrag in den Boden möglich, Anschlusspunkte an Fassade erforderlich
- ! Wandabstand bis zu 50 cm möglich
- ! Montage der Rankgitter erst ab 1,50 m Höhe
- ! einfache zeitgesteuerte Bewässerungstechnik möglich (vorhandener Wasseranschluss Nordseite)

++ Begrünung empfohlen

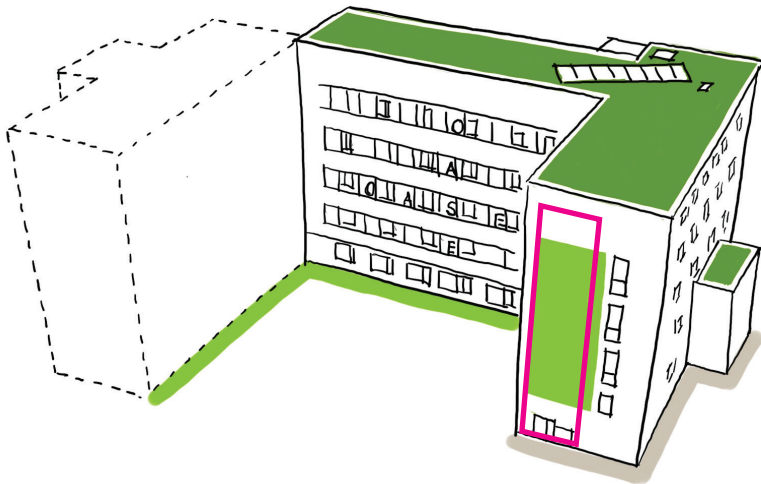


Abb. 237: Skizze der Gebäude-Südseite (Darstellung: © Pfoser)

Wohnheim OASE, Haslacher Str. 11 F1 Südseite – Begrünung mit Kletterpflanzen



Typ 1 | Variante FB3

Bestand

An der Südfassade besteht ein Wandaufbau aus Wärmedämmverbundsystem (WDVS).

Empfehlung

Die Befestigung einer Kletterhilfe ist möglich, jedoch aufwändig. Eine Seilkonstruktion mit Überlastsicherungen und Klettersprossen wird an Doppelpunkthaltern (inklusive Stützhülsen im Dämmungsbereich) und horizontalen Flachstahlprofilen eingebaut. Die Ankerpunkte werden im Bereich der Geschossdecken eingebaut, um Wärmebrücken zu vermeiden. Alternativ können auch thermisch trennende Anker verwendet werden (teurer). Im Bereich der Pflanzenstandorte wird ein Bodenaustausch vorgenommen. Die Aufleitung der Kletterpflanzen erfolgt rechts und links des Fensters.

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit sommergrünen Schlingpflanzen an Seilen mit Überlastsicherung bis zu einer Höhe von 15 m.

Pflanzvorschlag: Akebia quinata, Clematis vitalba

Fläche: ca. 45 m² (ca. 3 m x ca. 15 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 11.900 Euro (ohne Thermoanker)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.700 Euro/Jahr (mit verkehrsrechtlicher Anordnung und Hubsteiger)

Pflanzvorschlag

Akebia quinata – Klettergurke

Clematis vitalba – Waldrebe (einheimisch)

Versorgung

Eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Bodenstandorten wird vorgesehen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt einmal pro Jahr. Die Wartung der Bewässerungsanlage zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.

- ! Anschlusspunkte an Fassade auf Höhe der Geschossdecken im WDVS erforderlich (mit Stützhülsen zur Überbrückung der Dämmung)
- ! Bewässerungstechnik und ggf. Bodenaustausch erforderlich
- ! Pflege über Hubsteiger möglich (Aufstellfläche vorhanden)

+ Begrünung möglich



Wohnheim OASE, Haslacher Str. 11 F2 Turm und Wand Nordseite – Begrünung mit Kletterpflanzen (ohne Kletterhilfe)

Abb. 238: Betonfassade der Gebäude-Nordseite (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH)



Typ 1 | Variante FB2

Bestand

Es besteht eine Wand aus Stahlbeton, zum Teil mit geschlossenen Fugen, ansonsten fugenlos.

Empfehlung

Zur Begrünung der fensterlosen Betonfassade eignet sich ein Selbstklimmer. Gegenüber der angrenzenden Fassade mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) wird eine elektrische Wuchsbegrenzung eingebaut. Bei entsprechendem Bodenaustausch kann auf eine Bewässerung verzichtet werden (Nordseite).

Pflanzvorschlag

Parthenocissus tricuspidata ‚Veitchii‘ – Wilder Wein

Kurzbeschreibung

Begrünung der fensterlosen Betonfassade mit Selbstklimmern, elektrische Wuchsbegrenzung zur WDVS-Fassade.

Pflanzvorschlag: Parthenocissus tricuspidata ‚Veitchii‘

Fläche: ca. 200 m²

Höhe: ca. 15 m

Kostenschätzung Herstellung: ca. 6.800 Euro

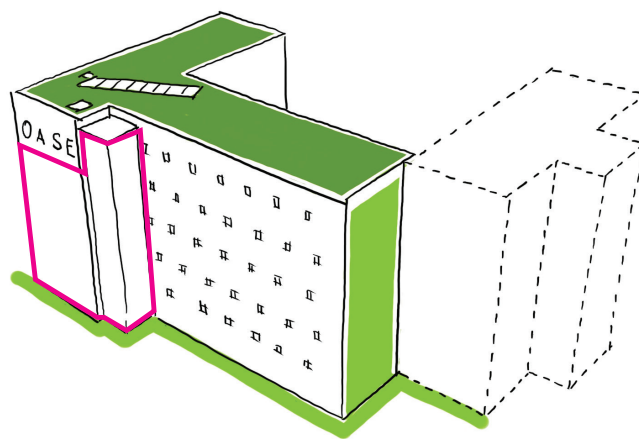
Kostenschätzung Pflege: ca. 1.700 Euro/Jahr
(mit verkehrsrechtlicher Anordnung und Hubsteiger)

Versorgung

Voraussichtlich ist keine Bewässerung erforderlich. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt einmal pro Jahr mit Hubsteiger.



- ! Pflege per Hubsteiger möglich
- ! elektr. Wuchsbegrenzung zu WDVS-Fassade erforderlich
- ! vorauss. keine Bewässerung erforderlich, ggf. Bodenaustausch erforderlich
- ! Begrünungsziel in ca. 5 Jahren erreichbar

++ Begrünung empfohlen



Feuerwehr – Tullastraße 59

D1 Extensive Flachdachbegrünung mit PV-Kombination

Typ 1 | Variante DE3 | Untervariante a | Solargründach

Bestand

Es besteht ein Flachdach mit Kieseindeckung (ca. 100 kg/m²). Sekuranten sind vorhanden.

Empfehlung

Vorgeschlagen wird eine Extensiv-Begrünung mit Substratschüttung in Kombination mit der vorhandenen Photovoltaik-Anlage. Der vorhandene Kies wird überwiegend abgesaugt, ein Teil wird als Windsogsicherung an Attika und als Abstandhalter südlich der Photovoltaik-Module belassen. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn.

Pflanzvorschlag

Für eine flächige Dachbegrünung empfehlen wir eine Sedum-Kräuterflur.

Kurzbeschreibung

Extensive Dachbegrünung im Bereich der bekiesten Dachflächen (ausgenommen vorhandene PV-Anlage).

Kies-Dachfläche (D1): ca. 350 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 19.700 Euro

Kostenschätzung Pflege: ca. 1.800 Euro/Jahr

Abb. 239: Bestehendes Kiesdach D1 (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH; unten: © Pfoser)

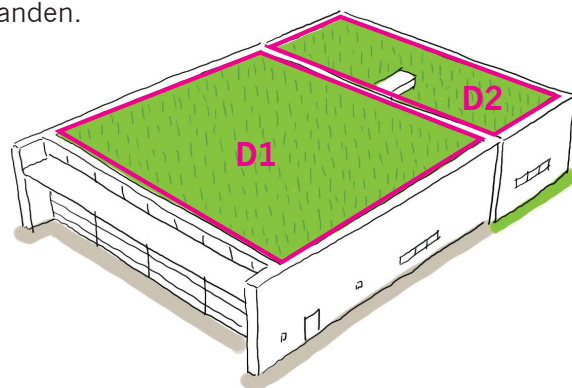


Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1–2 Kontroll- und 2 Pflegegänge erforderlich. Die Zuständigkeit hierfür sollte vorab geklärt werden. Der Zugang ist über eine fest installierte Leiter möglich. Sekuranten sind vorhanden.



- ! vorhandene PV-Anlage berücksichtigen (z. B. Kiesstreifen belassen als Abstandhalter zur Begrünung)
- ! Zugang zu Dachflächen möglich (Treppe/Leiter und Sekuranten vorhanden)
- ! Zuständigkeit für Pflege vorab klären

++ Begrünung empfohlen



Feuerwehr – Tullastraße 59

D2 Terrasse als Oase – Trogbepflanzung und Pergola-Beschattung

Abb. 240: Mögliche Dachflächen zur Begrünung. Schrägluftbild Feuerwehr Tullastraße (noch ohne PV-Anlage) (© Stadt Freiburg)



Bestand

Die Dachterrasse trägt auf der einen Seite flächig Betonplatten nebst Ausgleichsschicht ($> 200 \text{ kg/m}^2$). Daher ist es mindestens für eine Extensivbegrünung, eher auch für eine leichte Intensivbegrünung geeignet. Für den Auftrag weiterer Lasten ist die Tragfähigkeit zu prüfen. Die Aufenthaltsqualität ist gering.

Empfehlung

Umgestaltung der Dachterrasse als Plätze mit begrünter Pergola mit Seilen als Kletterhilfe und trogebundenen Kletterpflanzen (z. B. Clematis, Actinidia) zur Verschattung der Terrasse und Steigerung der Aufenthaltsqualität. Die Betonplatten werden aufgenommen und als kleinere Plätze angelegt, die durch einen Pfad miteinander verbunden sind. Die restlichen Flächen werden mit einer Extensiv- oder leichten Intensivbegrünung angelegt. Die Gestaltung sollte mit den zukünftigen Nutzern abgestimmt werden.

Kurzbeschreibung

Umgestaltung und Begrünung der Dachterrasse mit Pergola und trogebundenen Kletterpflanzen (z. B. Clematis, Actinidia) zur Verschattung der Terrasse und Steigerung der Aufenthaltsqualität.

Fläche: 160 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 16.000 Euro

Kostenschätzung Pflege: ca. 1.000 Euro/Jahr

Pflanzvorschlag

Für die Begrünung mit Kletterpflanzen empfehlen wir Clematis montana – Bergwaldrebe und Actinidia arguta ‚Weiki‘ – Bayrische Kiwi. Für die übrige Dachfläche empfehlen wir eine Sedum-Kräuterflur.

Versorgung

Es erfolgt eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Pflanzgefäßen sowie eine Düngung im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1–2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich. Die Kletterpflanzen werden einmal im Jahr gepflegt. Die Wartung der Bewässerungsanlage erfolgt zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.

- ! Brüstung vorhanden
- ! Tragfähigkeit prüfen
- ! Zuständigkeit für Pflege vorab klären

++ Begrünung empfohlen



Feuerwehr – Tullastraße 59

F1 Troggebundene Begrünung des Südbalkons mit Kletterpflanzen

Abb. 241: Visualisierung des mit Kletterpflanzen begrüntem Südbalkons (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko; unten: © Pfoser)



Typ 3 | Variante FW1

Bestand

Der Mehrzweckraum im Obergeschoss auf der Südseite wird aufgrund einer durchgehenden Fensterfront im Sommer stark erhitzt. Vorgelagert ist ein „überdachter“ Balkon mit Geländer.

Empfehlung

Beschattung der Fensterfront auf der Gebäude-Südseite durch Begrünung des Südbalkons mit sommergrünen Kletterpflanzen: Pflanztröge werden entlang des Geländers gesetzt. Eine Seilkonstruktion kann in der darüber auskragenden Betondecke verankert werden. Zur Sicherung der Pflegearbeiten können in der Decke Sekuranten eingebaut werden.

Kurzbeschreibung

Troggebundene Begrünung des Balkons mit sommergrünen Kletterpflanzen an Seilen mit Überlastsicherung als Kletterhilfe, Verankerung der Seile an oberhalb auskragender Betondecke.

Pflanzvorschlag: Akebia quinata, Humulus lupulus

Fläche: ca. 57 m² (ca. 19 m x ca. 3 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 24.500 Euro

Kostenschätzung Pflege: ca. 500 Euro/Jahr

Pflanzvorschlag

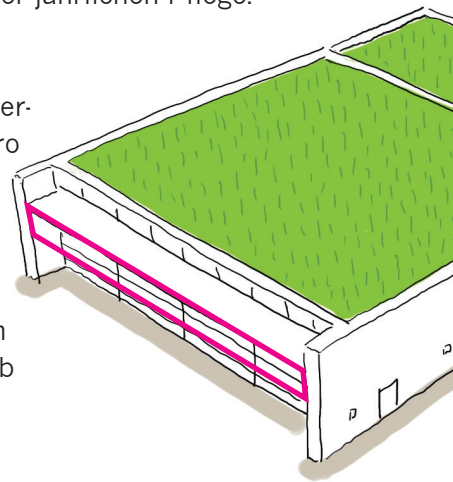
Akebia quinata (Klettergurke), Humulus lupulus (Hopfen)

Versorgung

Eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Pflanzgefäßen wird vorgesehen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen findet einmal pro Jahr statt, die Wartung der Bewässerungsanlage zwei Mal pro Jahr. Diese ist im Herbst winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.



- ! Statik/Zusatzlast Balkon prüfen (ca. 500 kg/m Pflanztrög)
- ! automatische Bewässerung erforderlich
- ! Zuständigkeit für Pflege vorab klären
- ! ggf. Sekuranten erforderlich

++ Begrünung empfohlen



Turnhalle Walter-Eucken-Gymnasium – Glümerstraße 4 | F1 Ostseite Turnhalle – Bodengebundene Begrünung

Abb. 242: Visualisierung der begrünten Ostfassade des Nebengebäudes (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko; unten: © Pfoser)



Typ 1 | Variante FB5

Bestand

Auf der Giebelseite besteht ein verputztes Mauerwerk, gegliedert durch Stützen.

Empfehlung

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen in drei Feldern, als jeweils komplett geschlossene Pflanzendecke mit Rankhilfe aus leichten Edelstahlgittern, die mit Einzelhaltern am Mauerwerk befestigt werden. Die Rankgitter werden ab 2,50 m Höhe über dem Boden montiert. Eine Bodenverbesserung ist erforderlich. Ggf. sind vorhandene Sträucher zu entfernen.

Pflanzvorschlag

Aristolochia macrophylla – Pfeifenwinde

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit sommergrünen Kletterpflanzen mit Rankgittern an Einzelhaltern als Kletterhilfe.

Pflanzvorschlag: *Aristolochia macrophylla*

Fläche: ca. 105 m² (3 Felder x ca. 3,50 m x ca. 10 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 10.800 Euro

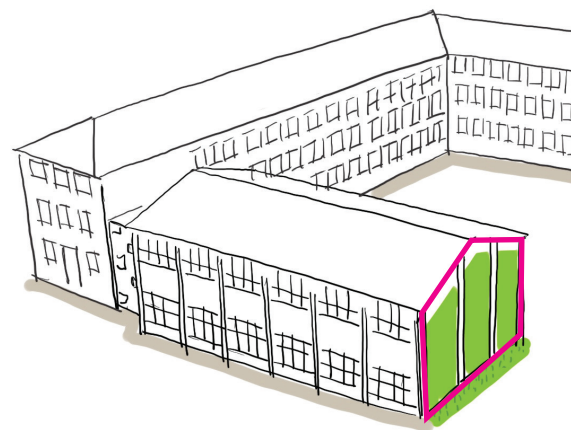
Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.700 Euro/Jahr (mit verkehrsrechtlicher Anordnung und Hubsteiger)

Versorgung

Eine Bewässerung ist nicht erforderlich. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Die Pflanzen sind sehr pflegeleicht. Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen ist einmal pro Jahr erforderlich. Die Pflege ist per Hubsteiger möglich.



- ! Bewässerung nicht erforderlich
- ! Montage der Rankgitter erst ab ca. 2,50 m Höhe, Aufleitung der Pflanzen über Schnüre möglich
- ! Pflege mit Hubsteiger möglich

++ Begrünung empfohlen



Stadtbibliothek Münsterplatz – Waisenhausgässle F1 Laubengang als begrünte Pergola

Typ 1 | Variante FB3

Bestand

Es besteht ein Weg aus Natursteinpflaster an einem denkmalgeschützten Haus mit frisch sanierter Fassade, der am Wandfuß als Rinne ausgebildet ist. Gegenüber befindet sich die Mauer des Nachbargrundstücks: es wirkt ein „Hohlwegcharakter“.

Empfehlung

Empfohlen wird eine bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen als freistehende Holzpergola, die auf Stahlträgern in Betonfundamenten gegründet wird. Die Holzpergola besteht aus Pfosten und Sparren, durch die eine Seilverspannung verläuft. Ein Bodenaustausch ist erforderlich, Fundamente inkl. Anpflasterung sind vorgesehen. Das Vorhandensein von Kabeltrassen ist zu prüfen. Eine Durchgangsbreite > 1,50 m ist gegeben.

Denkmal-
schutz
beachten

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit sommergrünen Kletterpflanzen an freistehender Konstruktion (ohne Wandberührung) aus Holzpfeilen und horizontal geführten Seilen als Kletterhilfe.

Pflanzvorschlag: *Vitis coignetiae*, *Vitis vinifera* oder *Wisteria sinensis*

Grundfläche: ca. 13 m x ca. 2,50 m

Höhe: ca. 3,50 m

Kostenschätzung Herstellung: ca. 35.600 Euro
(mit Bewässerungstechnik)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.400 Euro/Jahr

Abb. 243/244: Waisenhausgässle (links) und beispielhafte Begrünung (rechts) (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko; unten: © Pfoser)



Pflanzvorschlag

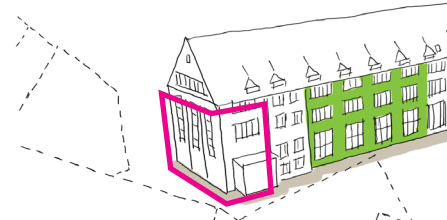
Vitis coignetiae – Scharlachwein, *Vitis vinifera* – „Edler“ Wein oder *Wisteria sinensis* – Blauregen

Versorgung

Eine automatische Bewässerung über Tropfrohre in den Bodenstandorten wird empfohlen, eine Düngung im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen findet einmal pro Jahr statt, bei *Wisteria* zwei Mal im Jahr. Die Wartung der Bewässerungsanlage erfolgt zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen. Die Pflege ist per Leiter möglich.



- ! Denkmalschutz: Aufnahme der gestalterischen Höhen in tragende Konstruktion und keine Wandberührung
- ! Fundamenten für freistehende Holzkonstruktion beidseits erforderlich
- ! Bodenaustausch erforderlich, Bewässerung empfohlen
- ! Pflege mit Leiter möglich

++ Begrünung empfohlen



Feuerwehr Hochdorf – Leinenweberstraße 3 F1 Fahrzeuggebäude – Begrünung der Nord-, West- und Südseite

Typ 1 | Variante FB5

Bestand

Es besteht eine Trapezblechfassade. Davor sind jeweils Grünflächen im Bestand.

Empfehlung

Vorgeschlagen wird eine bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an einer angelehnt stehende Konstruktion (Lastabtragung in den Boden) aus Tragrohren mit eingehängten Rankgittern. Der Wandabstand sollte 15 cm betragen. Diese Konstruktion kann auch vor den Fenstern auf der Südostseite installiert werden. Die Kletterpflanzen werden entsprechend der Exposition ausgewählt. Es ist eine Bodenverbesserung erforderlich. Eine automatische Bewässerung wird für die sonnenexponierten Seiten empfohlen.

Weitere
Planung nur
mit Plänen
(Bodenaufbau)
möglich

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Rankgittern als Kletterhilfe, angelehnt stehende Konstruktion.

Pflanzvorschlag: Rambler-Rose oder Periploca graeca (Südwest- und Südostseite), Lonicera henryi (Nordostseite)

Fläche: ca. 220 m² (ca. 44 m x ca. 5 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 43.000 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.500 Euro/Jahr

Abb. 245: Visualisierung der begrünten Südwestfassade (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH; unten: © Pfoser)



Pflanzvorschlag

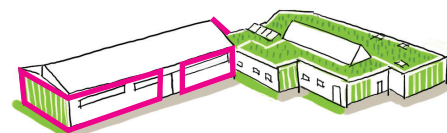
Rosa ‚Himalayan Musk‘ – Ramblerrose oder Periploca graeca – Baumschlinge (Südwest- und Südostseite), Lonicera henryi – Immergrünes Geißblatt (Nordostseite, rechts neben Eingang Verwaltung).

Versorgung

Eine automatische Bewässerung ist erforderlich. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Die Pflanzen sind sehr pflegeleicht. Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen einmal pro Jahr reicht aus. Die Pflege ist per Leiter möglich.



- ! Lastabtrag in den Boden möglich, Anschlusspunkte in der Fassade erforderlich (Tragkonstruktion prüfen)
- ! teilweise Bodenaustausch erforderlich
- ! Bewässerung erforderlich
- ! Pflege mit Leiter möglich

++ Begrünung empfohlen



Feuerwehr Hochdorf – Leinenweberstraße 3 D1 Fahrzeuggebäude – Begrünung mit Moos-Sedum-Matten

Abb. 246: Mögliche Dachfläche zur Begrünung. Schrägluftbild
Feuerwehr Hochdorf (© Stadt Freiburg)



Typ 1 | Variante DE1

Bestand

Es besteht ein leicht geneigtes Pultdach mit Trapezblech-Abdeckung, die sichtbar und der UV-Strahlung ausgesetzt ist. Die Belastbarkeit ist noch anhand von Plänen zu prüfen.

Empfehlung

Vorgeschlagen wird eine Begrünung mit Moos-Sedum-Matten, falls die Dachneigung $< 15^\circ$ beträgt. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn. Der Einbau von Sekuranten ist erforderlich. Mit Moos-Sedum-Matten kann eine Sofortbegrünung mit wenig Gewicht (je nach Aufbau bis 50 kg/m^2) erzielt werden.

Kurzbeschreibung

Extensive Begrünung des Fahrzeughaus-Schrägdachs mit Moos-Sedum-Matten möglich.

Fläche: ca. 380 m^2

Kostenschätzung Herstellung: ca. 25.000 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.900 Euro/Jahr

Pflanzvorschlag

Moos-Sedum-Matten

Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1-2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich. Die Pflege ist per Leiter möglich.

- ! Tragfähigkeit prüfen
- ! Dachneigung prüfen (Begrünung mit Moos-Sedum-Matten bis zu 15° ohne Schubsicherung möglich)
- ! Sekuranten erforderlich

+ Begrünung möglich



Abb. 247: Mögliche Dachfläche zur Begrünung. Schrägluftbild Feuerwehr Hochdorf (© Stadt Freiburg; Zeichnung: © Pfoser)

Feuerwehr Hochdorf – Leinenweberstraße 3 D2 Verwaltungsgebäude, Extensivbegrünung



Typ 1 | Variante DE3

Bestand

Es besteht ein Flachdach mit Bitumendichtbahn und Kies-Abdeckung. Abläufe sind vorhanden.

Empfehlung

Vorgeschlagen wird eine Extensiv-Begrünung mit Substratschüttung. Der vorhandene Kies wird überwiegend entfernt, ein Teil wird als Windsog-sicherung an Attika, Lichtkuppeln und aufgehenden Bauteilen belassen. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn. Der Einbau von Sekuranten ist erforderlich – sofern nicht bereits vorhanden.

Pflanzvorschlag

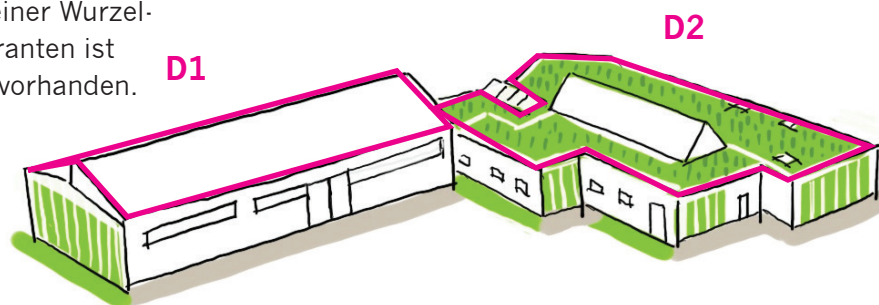
Für eine flächige Dachbegrünung empfehlen wir einen Sedum-Kräuterflur.

Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1–2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich. Der Zugang ist per Leiter möglich.



Kurzbeschreibung

Extensive Begrünung des Kiesdachs des Verwaltungsgebäudes empfohlen.

Fläche: ca. 450 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 25.800 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 2.200 Euro/Jahr

! ggf. Sekuranten erforderlich

++ Begrünung empfohlen



Verwaltung – Eschholzstraße 86

F1 Eingangsbereich – Wandgebundene Begrünung als Schaufläche

Abb. 248: Schrägluftbild des Verwaltungsgebäudes in der Eschholzstraße (© Stadt Freiburg; unten: Darstellung © Pfoser)



Typ 3 | Variante FW3

Bestand

Es besteht ein verputztes massives Mauerwerk mit Sandsteinsockel und kleiner davor gelagerter Grünfläche.

Empfehlung

Die weithin sichtbare exponierte Lage dieses Fassadenteils bietet sich als Schaufläche für eine wandgebundene Begrünung an. Möglich ist die Ausführung als vorgehängte hinterlüftete Fassade. Durch das sofortige Grün mit Stauden, Gräsern und Farnen lassen sich vertikale Gärten mit einem schönen Ganzjahresaspekt gestalten.

Pflanzvorschlag

Immer- und wintergrüne Stauden, Gräser, Farne.

Ggf.
Denkmal-
schutz
beachten

Kurzbeschreibung

Wandgebundene, flächige Begrünung mit immer- und wintergrünen Stauden und Gräsern als gut einsehbare Schaufläche mit Vorbildcharakter an stark frequentierter Eschholzstraße.

Fläche: ca. 30 m² (ca. 3,30 m x ca. 9 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 27.800 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: 3.700 Euro/Jahr
(mit verkehrsrechtl. Anordnung und Hubsteiger)

Versorgung

Die Versorgung der Pflanzen mit Wasser und Nährstoffen erfolgt über eine automatische Bewässerungstechnik ganzjährig mit Winterautomatik von einem frostfreien Technikraum aus.

Pflege und Wartung

Die Wartungs- und Pflegearbeiten mit Hubarbeitsbühne finden jeweils zwei Mal pro Jahr statt. Das Erfordernis einer verkehrsrechtlichen Anordnung ist anzunehmen (je ein Tag).



- ! Verankerung an Fassade erforderlich
- ! einsehbaren, seitlichen Hinterlüftungsraum verkleiden
- ! automatische Bewässerung erforderlich
- ! Pflege mit Hubsteiger möglich, ggf. verkehrsrechtliche Anordnung erforderlich

++ Begrünung empfohlen

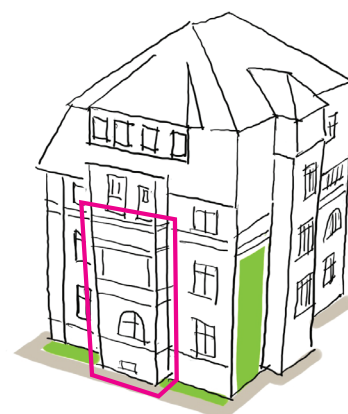


Abb. 249: Schrägluftbild des Verwaltungsgebäudes in der Eschholzstraße (© Stadt Freiburg; rechts: Darstellung © Pfoser)



Verwaltung – Eschholzstraße 86 F2 Straßenseite – Bodengebundene Begrünungen mit Blauregen

Typ 3 | Variante FB3

Bestand

Es besteht ein verputztes massives Mauerwerk mit Sandsteinsockel und kleiner davor gelagerter Grünfläche. Der Erker besteht aus einer massiven Konstruktion mit Säulen.

Empfehlung

Hier empfehlen wir eine ins Stadtbild passende Begrünung mit Blauregen, der horizontal vor den Brüstungen entlang gezogen wird und so gerne zum Blühen kommt. Der Einbau einer Wurzelsperre ist bei Blauregen erforderlich. Alternativ kann auch Bayrische Kiwi gepflanzt werden. Die Aufleitung erfolgt über eine stabile, angelehnt stehende, querverstrebte Edelstahlkonstruktion rechts und links des Erkers. Die horizontalen Strukturen um den Erker werden mit nachführbaren Seilen und Überlastsicherungen gebaut.

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit Blauregen (Wisteria) beidseitig des Erkers, stabile Tragkonstruktion aus vertikalen und horizontalen Stahlrohren erforderlich.

Pflanzvorschlag: Wisteria sinensis oder Actinidia arguta ‚Weiki‘

Kostenschätzung Herstellung: ca. 13.800 Euro
(ggf. günstiger bei Umsetzung beider Vorschläge)
(mit Wurzelsperre)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 2.600 Euro/Jahr
(mit verkehrsrechtl. Anordnung und Hubsteiger)

Pflanzvorschlag

Wisteria sinensis – Blauregen oder Actinidia arguta ‚Weiki‘ – Bayrische Kiwi

Versorgung

Eine automatische Bewässerung ist erforderlich. Diese lässt sich bei Umsetzung beider Empfehlungen über ein weiteres Ventil der wandgebundenen Begrünung (F1) einfach umsetzen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt erfolgt per Hubsteiger bei Wisteria zwei Mal, bei Actinidia ein Mal pro Jahr. Das Erfordernis einer verkehrsrechtlichen Anordnung ist anzunehmen (je ein Tag). Bei Wisteria sollte in den ersten vier Jahren eine parallele Aufleitung der Haupttriebe erfolgen, sodass der Haupttrieb nicht die Kletterhilfe umwächst. Die Wartung der Bewässerungsanlage findet zwei Mal pro Jahr statt.

- ! Bewässerung erforderlich
- ! Pflege mit Hubsteiger möglich, ggf. verkehrsrechtliche Anordnung erforderlich
- ! ggf. Nutzung der Bewässerung von Empfehlung F1 möglich

++ Begrünung empfohlen



Clara-Grunwald-Schule II – Willy-Brandt-Allee 15 | F1 Südseite: bodengebundene Begrünung an Seilkonstruktion

Abb. 250: Visualisierung der begrünten Südfassade (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH; unten: © Pfoser)



Typ 1 | Variante FB3

Bestand

Es besteht eine Gliederung der Südfassade mit Fensterfront durch auskragende Betonplatten.

Empfehlung

Wir empfehlen eine beabstandete Begrünung mit Kletterpflanzen an vertikalen Seilen. Die Seile werden unterhalb im Boden an Fundamenten und oberhalb an der Unterkante der jeweiligen Betonplatte – 20 cm von der Außenkante eingerückt – verankert. Die weitere Aufleitung erfolgt ebenso eingerückt mit Seilen zwischen den weiteren Betonplatten. Die Einrückung dient als Brandschutz. Die Betonplatten können als Wartungsgang für die Pflege genutzt werden. Ein Bodenaustausch ist sinnvoll, da für den Einbau der Fundamente ohnehin Boden ausgehoben werden muss.

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Seilen als Kletterhilfe.

Pflanzvorschlag: Akebia quinata

Fläche: ca. 270 m² (ca. 30 m x ca. 9 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 37.500 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.500 Euro/Jahr

Pflanzvorschlag

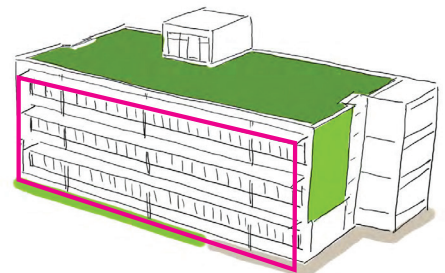
Akebia quinata – Klettergurke

Versorgung

Eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Bodenstandorten wird vorgesehen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt einmal pro Jahr, die Wartung der Bewässerungsanlage zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.



- ! Fundamente zur Verankerung der Seile im Boden erforderlich
- ! Bewässerung erforderlich
- ! tw. Bodenaustausch erforderlich
- ! Pflege über Betondecke als Wartungsgang möglich, ggf. Sekuranten erforderlich

++ Begrünung empfohlen



Clara-Grunwald-Schule I – Johanna-Kohlund-Straße 3 | F1 Bodengebundene Begrünung der nach außen zeigenden Fassade

Typ 1 | Variante FB3

Bestand

Es bestehen Balkongänge aus einer Stahlkonstruktion mit Überdachung an der Außenfassade des Hauptgebäudes. Die Sonneinstrahlung erhitzt das Gebäude, beinahe alle Jalousien sind herab gelassen.

Empfehlung

Zur Verschattung der Fenster wird eine bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Profilen und Seilen als Kletterhilfe empfohlen. Die vertikale Aufleitung der Pflanzen erfolgt über eine Verlängerung vorhandener Profile zum Boden. Ab 1,50 m Höhe werden horizontale Seile als Kletterhilfe eingebaut. Eine Bodenverbesserung ist erforderlich.

Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Profilen und Seilen als Kletterhilfe, Verlängerung vorhandener vertikaler Profile zum Boden zur vertikalen Aufleitung der Pflanze, Einbau horizontaler Seile als horizontale Kletterhilfe im EG und OG 1.

Pflanzvorschlag: Vitis coignetiae und/oder Vitis vinifera

Fläche: ca. 600 m² (ca. 100 m x ca. 6 m)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 54.100 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 2.900 Euro/Jahr

Abb. 251: Bestehende Fassade (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH)



Pflanzvorschlag

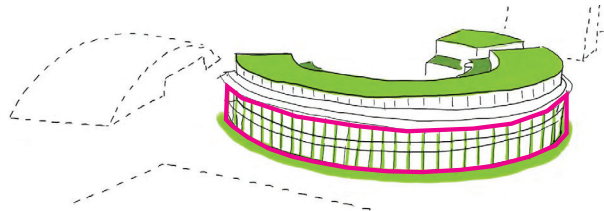
Vitis coignetiae – Scharlachwein und/oder Vitis vinifera – „Echter“ Wein, als Hochstamm erzogen.

Versorgung

Eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Bodenstandorten wird empfohlen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt einmal pro Jahr über den Balkongang, die Wartung der Bewässerungsanlage zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.



- ! Verlängerung vorhandener Profile als vertikale Kletterhilfe
- ! Bewässerung erforderlich
- ! Bodenverbesserung erforderlich
- ! Pflege über Balkon als Wartungsgang möglich

++ Begrünung empfohlen



Rotteck-Gymnasium – Lessingstraße 16 F1 Wandgebundene Fassadenbegrünung des Turms

Typ 3 | Variante FW3

Bestand

Zur Nordseite besteht im Eingangsbereich ein Turm mit Sichtbeton-Fassade.

Empfehlung

Zur Aufwertung des Gesamtgebäudes schlagen wir eine wandgebundene Begrünung am Turm neben dem Eingang vor. Möglich ist die Ausführung als vorgehängte hinterlüftete Fassade. Die Maximallast der tragenden Wans ist zu prüfen. Durch das sofortige Grün mit Stauden, Gräsern und Farnen lassen sich vertikale Gärten mit einem schönen Ganzjahresaspekt gestalten. Der Schriftzug kann vorgesetzt werden.

Pflanzvorschlag

Immer- und wintergrüne Stauden, Gräser, Farne.

Kurzbeschreibung

Zweiseitige, wandgebundene Begrünung des Sichtbeton-Turms mit immer- und wintergrünen Stauden und Gräsern, Schriftzug davor setzen.

Pflanzvorschlag: immer- und wintergrüne Stauden, Gräser und Farne

Fläche: ca. 39 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 40.500 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 3.500 Euro/Jahr (mit Hubsteiger)

Abb. 252: Visualisierung des begrünten Turms (Foto/Darstellung, oben: © Vertiko GmbH; unten: © Pfoser)

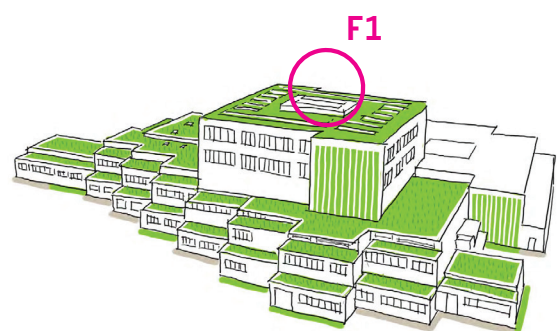


Versorgung

Die Versorgung der Pflanzen mit Wasser und Nährstoffen erfolgt über eine automatische Bewässerungstechnik ganzjährig mit Winterautomatik von einem frostfreien Technikraum aus.

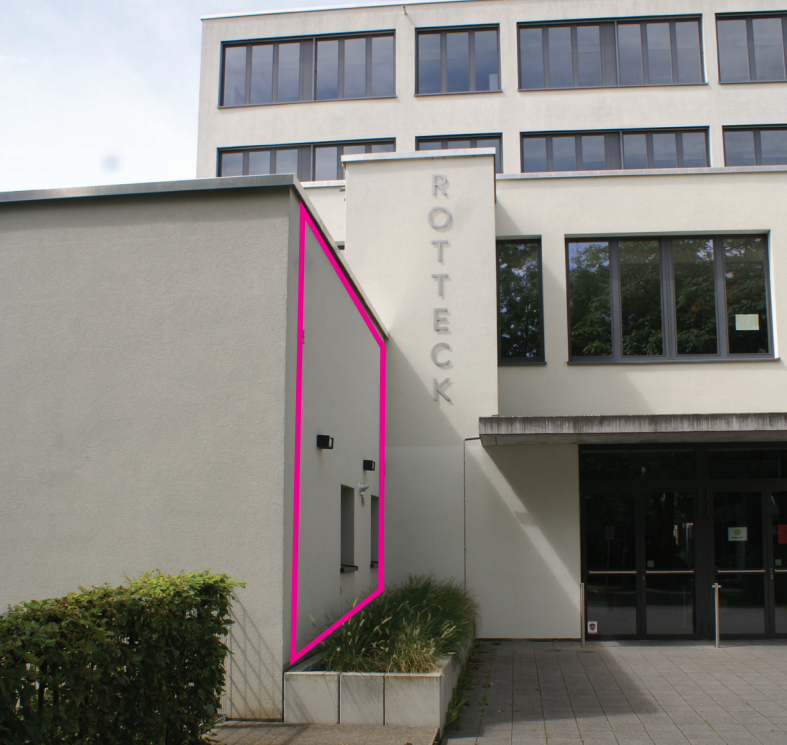
Pflege und Wartung

Pflege über eine Hubarbeitsbühne und Wartung erfolgen jeweils zwei Mal pro Jahr.



- ! Graffiti-schutz durch Begrünung
- ! Maximallast der tragenden Wand (Betonfertigteile) prüfen
- ! automatisierte Bewässerungstechnik mit Winterautomatik erforderlich (frostfreier Technikraum und Wasseranschluss)
- ! Pflege über Hubsteiger möglich (Zufahrtsbreite und Gewichtsbeschränkung auf 2,5 t beachten)

++ Begrünung empfohlen



Rotteck-Gymnasium – Lessingstraße 16 F2 Bodengebundene Fassadenbegrünung mit Kletterpflanzen am Osteingang

Typ 1 | Variante FB3

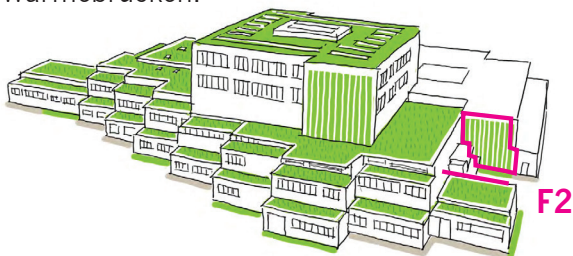
Bestand

Im östlichen Eingangsbereich besteht ein WDVS-Wandaufbau mit davor gelagerten Hochbeeten.

Empfehlung

Empfohlen wird eine bodengebundene Begrünung mit Gerüstkletterpflanzen aus den vorhandenen Hochbeeten. Eine Seilkonstruktion mit Überlastsicherungen und Klettersprossen wird an Doppelpunkthaltern (inklusive Stützhülsen im Dämmungsbereich) eingebaut. Thermisch trennende Anker verhindern Wärmebrücken.

Weitere
Planung
nur mit Plänen
(Wandaufbau)
möglich



Kurzbeschreibung

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Seilen als Kletterhilfe beidseitig des östlichen Eingangsbereichs aus vorhandenen Hochbeeten.

Pflanzvorschlag: Actinidia arguta ‚Weiki‘ oder Akebia quinata (jew. für südexponierte Fassade) und Schisandra chinensis (für nordexponierte Fassade)

Fläche: ca. 65 m² (gesamt)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 14.800 Euro (gesamt)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.000 Euro/Jahr (gesamt, mit Hubsteiger)

Abb. 253: Östlicher Eingangsbereich (Foto/Darstellung, oben:

© Vertiko GmbH; unten: © Pfoser)



Für die Pflanzenstandorte wird in den Hochbeeten eine Bodenverbesserung vorgenommen.

Pflanzvorschlag

Actinidia arguta ‚Weiki‘ (Bayerische Kiwi) oder Akebia quinata (Klettergurke, südexponierte Fassade), Schisandra chinensis (Beerentraube, nordexponierte Fassade).

Versorgung

Eine automatische Bewässerung mit Tropfrohren in den Bodenstandorten wird vorgesehen. Die Düngung erfolgt im Rahmen der jährlichen Pflege.

Pflege und Wartung

Ein Rückschnitt der Kletterpflanzen erfolgt 1 x jährlich per Hubsteiger, die Wartung der Bewässerungsanlage 2 x jährlich. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.

- ! Hochbeete bereits vorhanden
- ! Anschlusspunkte im WDVS erforderlich (mit Stützhülsen zur Überbrückung der Dämmung)
- ! automatisierte Bewässerungstechnik erforderlich
- ! Pflege per Hubsteiger möglich

++ Begrünung empfohlen



Rotteck-Gymnasium – Lessingstraße 16

D1 Extensive Begrünung aller noch unbegrünter Dachflächen

Typ 1 | Variante DE3 | tw. Untervariante a | Solargründach

Bestand

Auf dem Gebäude bestehen viele flache Dachflächen mit blanken Dachabdichtungsbahnen, ein UV-Schutz ist nur teilweise durch Beschieferung gegeben.

Empfehlung

Vorgeschlagen wird eine Extensiv-Begrünung mit Substratschüttung. Die Tragfähigkeit der Dachflächen ist zu prüfen. Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen, ggf. auch der Einbau einer Wurzelschutzbahn. Der Einbau von Sekuranten ist erforderlich – sofern nicht vorhanden.

Weitere Planung nur mit Plänen (Tragfähigkeit Dachflächen) möglich

Kurzbeschreibung

Extensive Dachbegrünung auf allen bisher unbegrünter Dachflächen.

Fläche gesamt: ca. 3.000 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 150.000 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 14.200 Euro/Jahr

Abb. 254: Mögliche Dachflächen zur Begrünung (Schrägluftbild)
© Stadt Freiburg; unten: © Pfoser)



Pflanzvorschlag

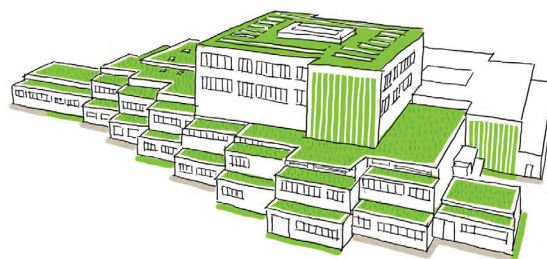
Für eine flächige Dachbegrünung empfehlen wir eine Sedum-Kräuterflur.

Versorgung

Eine Bewässerung ist für die Extensivbegrünung nicht erforderlich.

Pflege und Wartung

Eine Extensiv-Dachbegrünung ist pflegeleicht: pro Jahr sind 1–2 Kontrollgänge und 2 Pflegegänge erforderlich. Zugang über bauseitige Ausgänge und ggf. per Leiter möglich.



- ! Tragfähigkeit prüfen
- ! ggf. Sekuranten erforderlich

++ Begrünung empfohlen

LS022 Walter-Eucken-Gymnasium, Glümerstr. 4: F2 Begrünung Eingangsbereich

Troggebundene Begrünung des Eingangsbereichs mit Selbstklimmern (z. B. Parthenocissus) nach Sanierung der Fassade möglich, ggf. mit elektrischer Wuchsbegrenzung, händische Bewässerung erforderlich. Pflege mit Hubsteiger möglich.

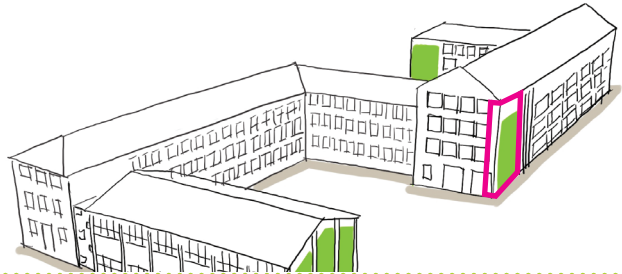
Fläche: ca. 50 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 3.900 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.500 Euro/Jahr
(mit verkehrsrechtlicher Anordnung und Hubsteiger)

+ Begrünung möglich

Denkmal-
schutz
beachten



LS022 Walter-Eucken-Gymnasium, Glümerstr. 4: F3 Begrünung Aufzugturm

Bodengebundene Begrünung des Aufzugturms mit Selbstklimmern (z. B. Parthenocissus) möglich, mit elektrischer Wuchsbegrenzung, keine Bewässerung erforderlich, Pflege mit Hubsteiger möglich.

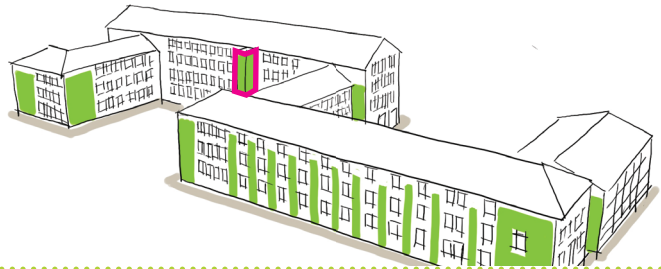
Fläche: ca. 50 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 4.800 Euro

Kostenschätzung Pflege: ca. 900 Euro/Jahr
(mit Hubsteiger)

+ Begrünung möglich

Denkmal-
schutz
beachten



LS022 Walter-Eucken-Gymnasium, Glümerstr. 4: F4 Innenhof, Südfassade

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Seilen als Kletterhilfe möglich, ggf. Auszugsversuch erforderlich (oder Anker einkleben), Bewässerung und Bodenaustausch erforderlich, Pflege mit Hubsteiger möglich.

Fläche: ca. 60 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 10.500 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.400 Euro/Jahr
(mit Hubsteiger)

+ Begrünung möglich

Denkmal-
schutz
beachten



LS180 Rathaus Innenstadt, Gauchstr. 12: F1 Ostseite

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen mit Seilen als Kletterhilfe, Pflanzvorschlag: Vitis, Pflege mit Hubsteiger möglich (verkehrsrechtl. Anordnung erforderlich), Bewässerung durch Gießwagen erforderlich.

Besondere Herausforderung: Abwägung zwischen Denkmalschutz an exponierter Stelle ggü. einer Begrünung als Klimaanpassungsmaßnahme.

Fläche: ca. 210 m² (abzüglich Fenster)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 14.500 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.800 Euro/Jahr
(mit verkehrsrechtlicher Anordnung und Hubsteiger)

Denkmal-
schutz
beachten

++ Begrünung empfohlen



LS180 Rathaus Innenstadt, Gauchstr. 12: F2 Innenhof Ostseite

Troggebundene Begrünung mit Kletterpflanzen mit Seilen als Kletterhilfe; Pflanzvorschlag: Schisandra, zwei Pflanzen, ein großer Trog, Bewässerung durch Gießwagen erforderlich, Pflege mit Hubsteiger möglich.

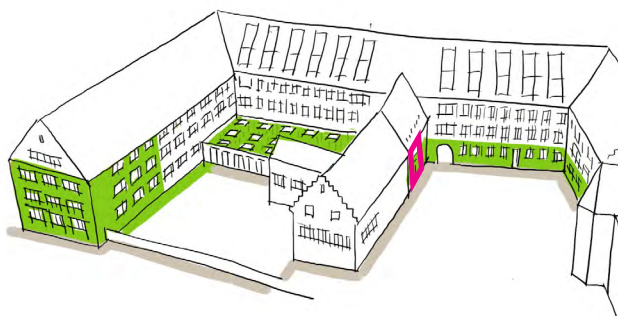
Fläche: ca. 15 m² (abzüglich Fenster)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 5.400 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.000 Euro/Jahr
(mit Hubsteiger)

Denkmal-
schutz
beachten

+ Begrünung möglich



LS180 Rathaus Innenstadt, Gauchstr. 12: F3 Innenhof Mensa Ostseite

Bodengebundene Fassaden- und Mauerbegrünung mit Selbstklimmern, elektr. Wuchsbegrenzung zu Dach und Fenstern, Pflanzvorschlag: Parthenocissus, Pflege mit Hubsteiger möglich (verkehrsrechtl. Anordnung erforderlich).

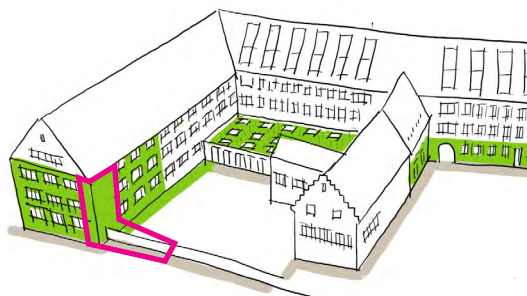
Fläche: ca. 30 m² (zuzüglich Mauer)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 3.800 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.600 Euro/Jahr
(mit verkehrsrechtlicher Anordnung und Hubsteiger)

Denkmal-
schutz
beachten

+ Begrünung möglich



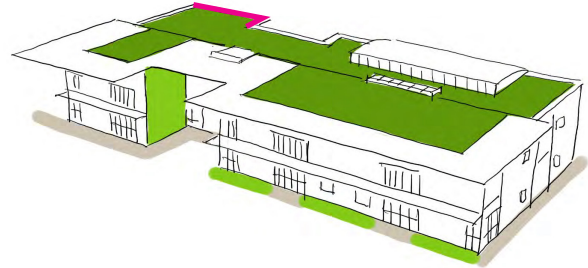
LS078 Kinderhaus Arche Noah, Cornelia-Schlosser-Allee 17: Eingang Nordosten

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen mit Seilen als Kletterhilfe, Pflanzvorschlag: Schisandra chinensis (Heilpflanze, essbare Beeren), Pflege mit Leiter möglich.

Fläche: ca. 50 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 5.000 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 600 Euro/Jahr



+ Begrünung möglich

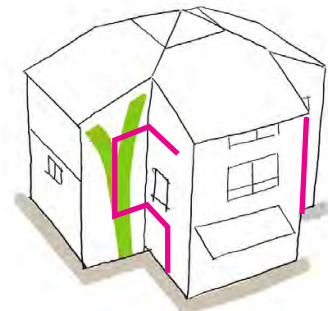
LS112 Spielturm Weingarten, Krozinger Str. 80: Südseiten

2 x bodengebundene, lineare Begrünung mit Kletterpflanzen mit einem Seil als Kletterhilfe, Pflanzvorschlag: Akebia, Pflege mit Hubsteiger möglich.

Fläche: ca. 24 m² (gesamt)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 5.000 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 900 Euro/Jahr
(mit Hubsteiger)



+ Begrünung möglich

LS141 Wohnheim, Herrmann-Mitsch-Str. 30: Northwest- und Südostseite

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Rankgittern als Kletterhilfe, automatische Bewässerung erforderlich, Pflanzvorschläge: Schisandra (Nordwesten), Clematis (Südwesten), Pflege mit Hubsteiger möglich (auf Straßenseite verkehrsrechtliche Anordnung erforderlich).

Fläche: je Seite ca. 300 m²

Kostenschätzung Herstellung: Straßenseite ca. 27.100 Euro/Hofseite ca. 21.800 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: Straßenseite ca. 2.000 Euro/Jahr (mit verkehrsrechtlicher Anordnung und Hubsteiger), Hofseite ca. 1.200 Euro/Jahr (mit Hubsteiger)



++ Begrünung empfohlen

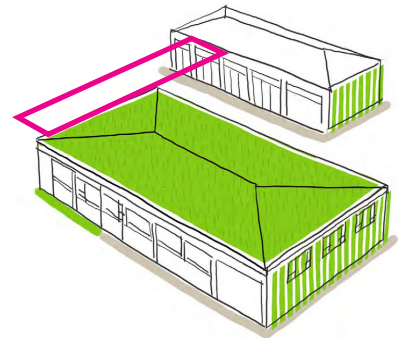
LS106 Uni-Kita Zaubergarten, Agnesenstr. 4: Gehwegbedachung

Troggebundene Begrünung (z. B. insgesamt 8 Rundkübel) der Gehwegüberdachung Kletterpflanzen, Pflanzvorschlag: Fallopia baldschuanica, händische Bewässerung erforderlich, Pflege mit Leiter möglich.

Länge: ca. 22 m

Kostenschätzung Herstellung: ca. 9.800 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 700 Euro/Jahr



+ Begrünung möglich

LS239 Feuerwehr Hauptwache, Eschholzstr. 118: Dachflächen

Extensive Dachbegrünung der bisher unbegrüntes Kiesdach- und Bitumenflächen (ca. 860 m² und 220 m²). Ggf. zusätzlich Optimierung der vorhandenen Gründachflächen (sehr lückige Vegetation).

Zusätzlich begrünbare Fläche: ca. 1.080 m²

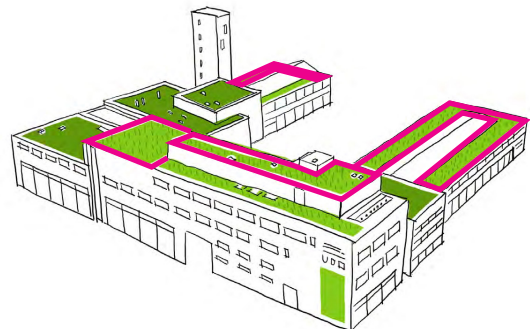
Kostenschätzung Herstellung: ca. 62.500 Euro

(ohne Optimierung der vorhandenen Dachbegrünung)

Kostenschätzung Optimierung: ca. 15 Euro/m²

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 5.100 Euro/Jahr

(ohne bereits vorhandene Dachbegrünung)



++ Begrünung empfohlen

LS081 Gemeindehaus, Maria-von-Rudloff-Platz 2: Dach und Nordseite Tiefhof

Extensive Dachbegrünung (ggf. PV aufständern, Pflege ggf. nur per Hubsteiger möglich) und Begrünung Tiefhof mit Selbstklimmern (elektr. Wuchsbegrenzung und Bodenaustausch/ Bewässerung erforderlich, ggf. Schutzgitter, Pflege mit Leiter möglich).

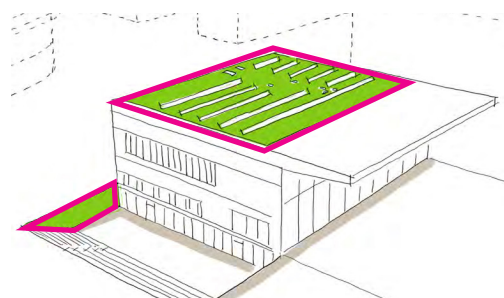
Fläche: ca. 650 m² (Dach), ca. 40 m² (Begrünung Tiefhof)

Kostenschätzung Herstellung: ca. 35.200 Euro (Dach),

ca. 12.500 Euro (Begrünung Tiefhof)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 3.600 Euro/Jahr

(Dach, mit Hubsteiger), ca. 700 Euro/Jahr (Tiefhof)



++ Begrünung empfohlen

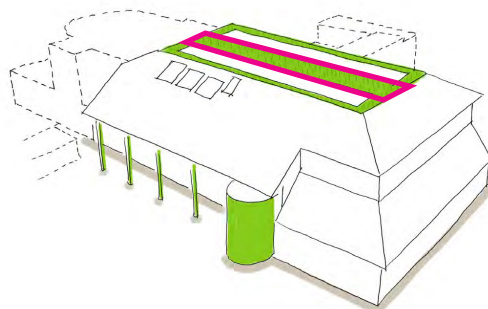
LS009 Turnsee-Schule, Turnseestr. 14: Turnhalle, Kies-Dachfläche

Extensive Dachbegrünung des Kiesdachstreifens, Zugangsmöglichkeit und Sekuranten vorhanden.

Fläche: ca. 80 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 4.800 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 500 Euro/Jahr



+ Begrünung möglich

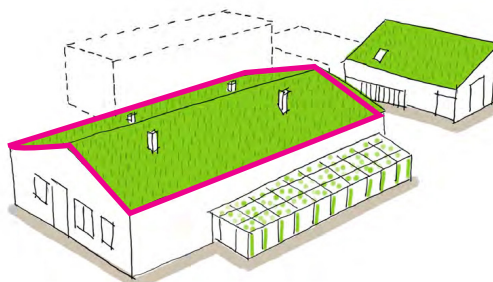
LS009 Turnsee-Schule, Turnseestr. 14: Hort

Extensive Begrünung des Schrägdachs mit Moosmatten, keine Pflege erforderlich.

Fläche: ca. 170 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 8.600 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 400 Euro/Jahr



+ Begrünung möglich

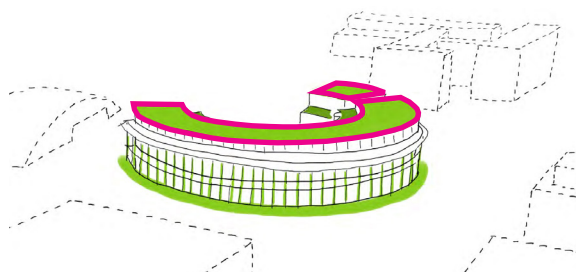
LS028 Clara-Grunwald-Schule I, Johanna-Kohlund-Str. 3: D1 Blechdach

Extensive Begrünung des schrägen Blechdachs mit Moos-Sedum-Matten, Prüfung der Tragfähigkeit erforderlich, Einbau aufwändig, voraussichtlich weitere Sekuranten erforderlich.

Fläche: ca. 1.070 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 95.200 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 5.100 Euro/Jahr



+ Begrünung möglich

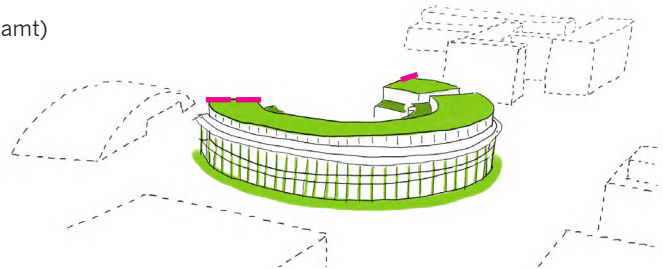
LS028 Clara-Grunwald-Schule I, Johanna-Kohlund-Str. 3: F2, Nordseiten

Bodengebundene Begrünung der Kletterpflanzen mit Seilen als Kletterhilfen, ca. 3 x 50 m², Pflanzvorschlag: Lonicera henryi, Bewässerung und Bodenaustausch erforderlich, Pflege mit Hubsteiger möglich.

Fläche: 3 x ca. 50 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 28.600 Euro (gesamt)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.200 Euro/Jahr (gesamt)
(mit Hubsteiger)



++ Begrünung empfohlen

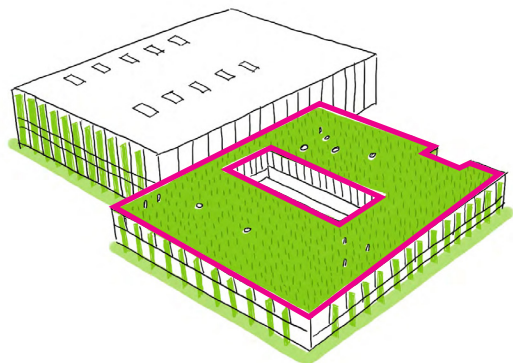
LS330 Wohnheim, Bötzing Str. 50 a: D1 Kiesdach

Extensive Dachbegrünung des Kiesdachs. Pflege per Leiter möglich, Sekuranten wg. Brüstung ggf. nicht erforderlich. Ggf. Prüfung einer Dachsanierung erforderlich.

Fläche: ca. 1.050 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 59.500 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 5.000 Euro/Jahr



++ Begrünung empfohlen

LS330 Wohnheim, Bötzing Str. 50 a: F1 Neubau, Ost- und Westseite

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen mit Seilen als Kletterhilfe, Pflanzvorschläge: Aristolochia, Actinidia, tw. Bodenaustausch erforderlich, Pflege mit Hubsteiger möglich.

Fläche: 2 x ca. 50 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 13.700 Euro (gesamt)

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.500 Euro/Jahr (gesamt)



++ Begrünung empfohlen

LS063 Lortzingschule, Lortzingstr. 1: F1 Turnhalle, Nordseite

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen an Rankgittern,
Pflanzvorschlag: Aristolochia, Bewässerung nicht erforderlich, Pflege mit Leiter möglich.

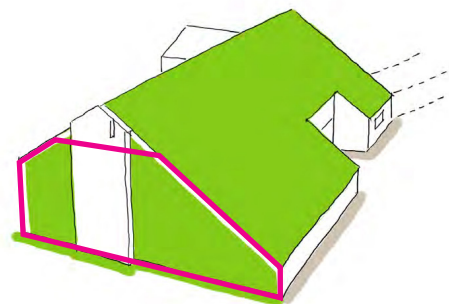
Fläche: ca. 120 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 12.100 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 700 Euro/Jahr

++ Begrünung empfohlen

Denkmal-
schutz
beachten



LS063 Lortzingschule, Lortzingstr. 1: F2 Gymnastikhalle, Ostseite

Bodengebundene Begrünung mit Selbstklimmern, elektr. Wuchsbegrenzung erforderlich, Pflege mit Hubsteiger möglich.

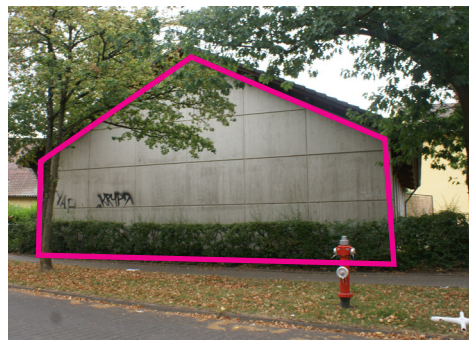
Fläche: ca. 58 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 3.200 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.000 Euro/Jahr

++ Begrünung empfohlen

Denkmal-
schutz
beachten



LS063 Lortzingschule, Lortzingstr. 1: F3 Überdachte Wege, Innenhof

Trog-/bodengebundene Begrünung der überdachten Wege mit Seilen als Kletterhilfe
(punktuelle Aufleitung auf einer Seite, um Seite und Dachfläche zu begrünen), Pflanzvorschlag:
Fallopia baldschuanica, händische Bewässerung erforderlich, Pflege mit Leiter möglich.

Länge: ca. 70 m Dachfläche: ca. 300 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 26.400 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.800 Euro/Jahr

++ Begrünung empfohlen

Denkmal-
schutz
beachten



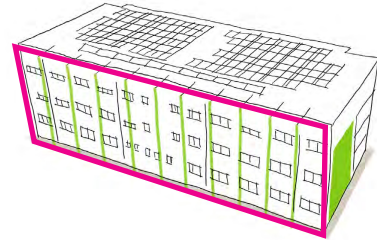
LS308 Wohnheim, Mooswaldallee 10a: F1 Fassade Südseite

Bodengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen mit Seilen als Kletterhilfe, Pflanzvorschlag: Akebia, Bodenverbesserung und Bewässerung erforderlich, Pflege mit Hubsteiger möglich.

Fläche: ca. 290 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 22.600 Euro

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 1.700 Euro/Jahr



++ Begrünung empfohlen

LS080 Kindergarten Sprungbrett, Zehntsteinweg 9a: Schuppen

Bodengebundene Begrünung mit sommergrünen Kletterpflanzen mit Rankgittern als Kletterhilfe ab 1 m Höhe auf zwei Seiten des Schuppens, Pflanzvorschlag: Clematis alpina, Clematis viticella, händische Bewässerung erforderlich, Pflege ohne Hilfsmittel möglich.

Fläche: ca. 8 m²

Kostenschätzung Herstellung: ca. 700 Euro + ggf. Bodenverbesserung

Kostenschätzung Pflege/Wartung: ca. 120 Euro/Jahr



++ Begrünung empfohlen



ERGÄNZENDE TECHNISCHE HINWEISE

Ergänzende technische Hinweise zur Begrünung mit Kletterpflanzen

Boden- oder troggebundene Fassadenbegrünung

Bodengebundene Begrünungen nutzen die Strategien der Kletterpflanzen zur Begrünung von Fassaden. Die Kletterpflanzen wurzeln dabei im Boden oder im Trog. Bewässerung und Düngung erfolgen im Pflanzquartier bzw. im Trog. Kletterpflanzen können einen leitbaren Bewuchs an einer separaten, an die jeweilige Kletterstrategie angepasste Kletterhilfe ausbilden. Eine Fassadenbegrünung mit Kletterpflanzen erreicht das Begrünungsziel je nach eingesetzter Pflanze, Pflanzqualität und geplanter Höhe innerhalb von 3–12 Jahren.

Schlänger winden sich um Stützen, die eine möglichst runde Form haben sollten. Viereckige Profile führen zu Schäden an der Pflanze. Der Stützendurchmesser darf auch bei stark wachsenden Pflanzen nicht allzu dick sein. Das Umschlingen und spätere Abwürgen von Regenfallrohren hingegen erfolgt nach Übersprung von der Kletterhilfe durch Peitschenbildung der Langtriebe und ist nicht der primär windenden Bewegung der Pflanze zuzuschreiben. Wuchsstärke Schlänger entwickeln eine enorme Zugkraft auf die (oberen) Verankerungspunkte.

Zu Bauschäden kann es außerdem durch das Dickenwachstum und durch lichtfliehende Triebe kommen.

Bei Zwängungen weisen die Triebe (zunächst) abgeplattete Formen auf. Das Dickenwachstum erhöht jedoch den Druck von Jahr zu Jahr, wodurch das umgebende Material weicht: Es platzt ab, verformt sich oder wird ausgehebelt. Bei *Wisteria sinensis* (Blauregen) ist das Wurzelwachstum so stark, dass es nach Jahrzehnten zu einer Bodenanhebung kommen kann. Hier muss daher ggf. eine Wurzelsperre eingebaut werden.

Ranker bilden Halteorgane aus, die auf Berührungsreize reagieren. Es können dies Metamorphosen (Umwandlungen) von Blättern, Blattstielen oder Sprossen sein. Sie umranken Kletterhilfen von geringem Durchmesser. Eine besondere Form sind die Haftscheibenranker. Die Spitzen der Sprossmetamorphosen scheiden bei Berührung ein Haftsekret aus und verformen sich zu Haftscheiben, die sich mit Ausstülpungen der Epidermis in den kleinen Unebenheiten des Untergrundes festkrallen. Dieser Vorgang ist vor allem bei jungen Trieben festzustellen.

Ältere, einmal von der Wand gelöste Triebe finden kaum noch Halt, ebenso dicke, übereinander lagernde Triebe. Deshalb muss für einen guten Halt ein großer Pflanzabstand eingehalten werden. Die nach Entfernen der Pflanze verbleibenden Haftscheiben sind kaum entfernbar. Ernster zu nehmen sind Schäden durch Dickenwachstum und lichtfliehende Triebe.

Spreizklammer klettern durch Einhängen von Stacheln, Dornen, Seitentrieben oder Borstenhaaren. Sie sollten in der Regel in die Kletterhilfe aufgebunden oder eingeflochten werden. Die steifen Triebe der Spreizklammer benötigen große Maschenweiten. Auch der Wandabstand sollte für eine leichtere Pflege groß genug sein.

Wurzelkletterer bilden auf der lichtabgewandten Seite der Triebe sprossbürtige Haftwurzeln aus, die sich mit feinen Wurzelhaaren an den Untergründen festhalten. Auf geeigneten Untergründen können die meisten ohne Kletterhilfe hochwachsen. Eine Ausnahme bildet die Trompetenblume (*Campsis*). Sie bildet Haftwurzeln nur an den Nodien aus. Wegen ihres starken Wachstums und

hohen Eigengewichtes kommt es unter Belastung entweder an der Pflanze oder an der Fassade zu Schäden. Auch bei der Kletterhortensie empfiehlt sich eine Kletterhilfe. Bauschäden durch Haftwurzelkletterer können durch lichtfliehende Triebe und Dickenwachstum entstehen. Bei mangelhaftem Putz oder Mörtel können Schäden auch durch die Haftwurzeln entstehen. Bei Efeu ist dieser Umstand besonders nach Durchtrennen der Triebe an der Basis festzustellen; der Selbsterhaltungstrieb der Pflanze bewirkt dann eine verstärkte Haftwurzelbildung.

Konstruktion der Kletterhilfen

An Kletterhilfen sollen die Kletterpflanzen möglichst natürlich, ihrem jeweiligen Wesen entsprechend emporwachsen können. Sie sollen dauerhaft, stabil und sicher sein. Kletterhilfen an Fassaden bestehen in der Regel aus Verankerung, Halter und Stützkonstruktion wie Stäbe, Gitter, Seile und Netze.

Die **Verankerungen** sind dafür verantwortlich, dass die auftretenden Lasten sicher in die tragende Wand eingeleitet werden können und es auf Jahre hinaus zu keiner Gefährdung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung, insbesondere des Lebens, der Gesundheit und der natürlichen Lebensgrundlagen kommt.

Verankerungsprodukte werden grundsätzlich unterschieden in

- Kunststoffdübel (Rahmen- oder Fensterdübel)
- Stahldübel (Bolzen-, Hochleistungs-, Einschlag-, Spezialanker) und
- Verbunddübelssysteme (Verbundanker, Injektionssysteme).

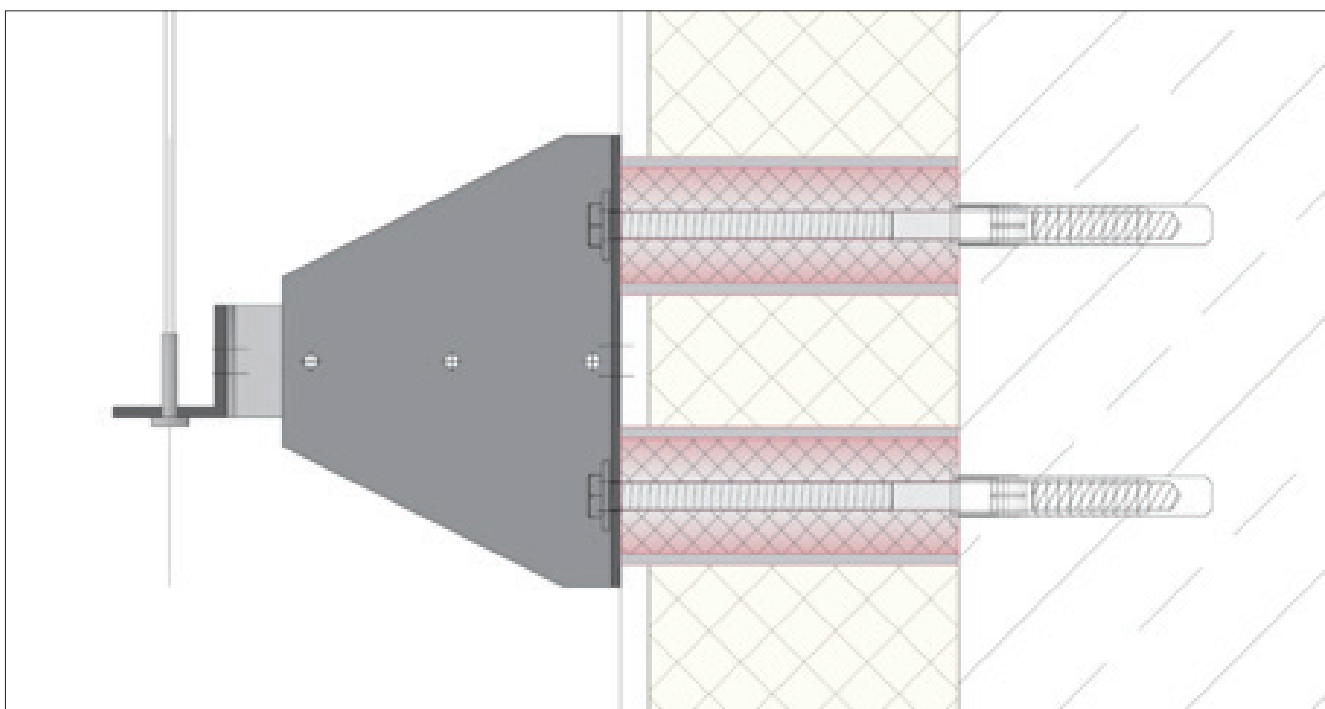
Die Wahl des richtigen Verankerungsproduktes richtet sich nach der Beschaffenheit der tragenden Wand und dem Wandaufbau.

Verankerung an Fassaden mit WDVS-Dämmung

Verankert wird generell nur in der tragenden Wand. Eine Dämmung oder Vormauerung darf durch die Verankerung nicht beschädigt oder undicht werden. Deshalb werden zur Überbrückung der nicht tragenden Wandteile Stützhülsen eingebaut. Dafür können schwer entflammbare, hoch druckfeste GFK-Rohre mit Innendämmung verwendet werden. Diese Stützhülsen werden mit einem leichten Überstand zur Wand-Außenhaut eingebaut, sodass die darauf montierten Halter keinen Druck auf die Außenhaut ausüben. Der kleine Überstand wird mit einer Dichtungsmembran wasserdicht abgedichtet. Der nachträgliche Einbau von Verankerungen an WDVS und Vormauerungen ist sehr aufwändig und muss sehr sorgsam ausgeführt werden.

Die **Halter** sind das Bindeglied zwischen den

Abb. 256: Verankerung in Mauerwerk/Stahlbeton, GFK-Stützhülse und Wandhalter für Seilkonstruktion (© Vertiko)



Ankern und der Stützkonstruktion. Sie stellen den Wandabstand her. Sie übertragen die Lasten, die auf die Stützkonstruktion wirken, auf die Anker. Je nach Bauform werden diese Lasten auf einen, zwei oder mehrere Anker pro Halter abgeleitet. Die Halter stellen einen vorwiegend auf Biegung beanspruchten Kragarm dar. Er ist ausreichend dimensioniert, wenn er sich unter Höchstlast nur elastisch und nicht bleibend verformt. Halter dürfen nur aus korrosionssicherem Material hergestellt werden, in der Regel werden sie aus nicht rostendem Stahl gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung gefertigt.

Bei Alternativen muss eine entsprechende Korrosionsbeständigkeit nachgewiesen werden. Der Wandabstand soll so groß sein, dass die Kletterpflanzen artgerecht winden oder ranken können und Zwängungen vermieden werden. Je größer der Wandabstand ist, desto länger der Kragarm. Je länger der Kragarm, desto weniger darf er belastet werden, bevor eine bleibende Deformation auftritt. Diese Kragarmproblematik spielt gerade bei gedämmten Wänden eine große Rolle, da die Dämmdicke der Kragarmlänge hinzuzurechnen ist. Die mechanischen Kräfte auf einen Kragarm wirken ähnlich wie bei einem Hebel, jedoch nicht um einen Drehpunkt.

Die **Stützkonstruktion** – die eigentliche Kletterhilfe – soll zu der oben erwähnten Kletterstrategie der gewählten Pflanze passen. Anforderungen an die Konstruktionsformen, s. S. 26.

Gitter oder Netze sind auch für viele Schlinger, besonders wenn sie ganze Flächen zuwachsen sollen, optimal. Wohingegen senkrecht nebeneinander beabstandete Seile oder gar Einzelseile für Ranker sehr schlecht und für Spreizklimmer gar nicht zu erobern sind. Gitter und Netze bieten somit dem Landschaftsarchitekt die größtmögliche Pflanzenauswahl. Stabile Gitter haben zudem den Vorteil, dass die Lasten gleichmäßig auf Halter und Anker verteilt werden. Allerdings haben sie auch einen Nachteil: Sie können beklettert werden. Bei Ausbildungen von Maschen (überkreuzende Seile, Gitter und Netze) ermöglichen große Maschenweiten eine gute Pflege und die Selbstreinigung der Pflanze; bei zu engen Maschenweiten kann das Laub verhocken und zu Nässe und Schimmelbildung führen. Es dürfen keine spitzen Winkel $< 60^\circ$ ausgebildet werden, weil es dabei zum Abwürgen von Pflanzentrieben

oder Sprengung des Knotenpunktes kommen kann.

Bei der Wahl der Materialien ist auf Pflanzenverträglichkeit, pflanzengerechte Form und Dauerhaftigkeit des Materials zu achten. Natürlich spielen auch gestalterische Aspekte sowie Wirtschaftlichkeit in Anschaffung und Unterhaltung eine wichtige Rolle.

Gitter

Grundsätzlich ist eine spannungsfreie Montage von Kletterhilfen günstig. Bei steifen Gitterstrukturen aus Stäben oder Rohren verteilt sich die Last auf mehrere Ankerpunkte. Hier ist die angelehnt stehende Konstruktion zu erwähnen, bei der die Vertikallasten über Tragrohre in den Boden abgeleitet werden. Die Halter müssen dann nur die Horizontallasten bzw. Windsoglasten aufnehmen und werden deshalb auch horizontal eingebaut. Es werden nur wenige Anker und Halter benötigt, um die Tragrohre an der Wand zu befestigen. Zwischen diese Tragrohre werden Rankgitter eingespannt. Um Sicherheitsauflagen zu erfüllen, ein Beklettern zu vermeiden oder Einbruchschutz sicherzustellen ist es möglich, die Rankgitter erst ab einer bestimmten Höhe (ca. 1,5–3 m) zu montieren und die Pflanzen an Schnüren aufzuleiten. Dies wurde bei den Empfehlungen stets bedacht.

Seile

Bei der Verwendung von Seilen darf der Abstand zwischen den einzelnen Ankerpunkten 3 m nicht übersteigen. Die Seile sind an den Ankerpunkten zu befestigen. Wird ein langes vertikales Seil an den mittleren Ankerpunkten nur durch Ösen gezogen, hat der oberste Ankerpunkt die gesamte Last zu tragen (Flaschenzugeffekt). Bei Seilkonstruktionen wirken sich Querkkräfte auf die Halter und Verankerungen durch die Zugwirkungen der Seile aus. Die Zugwirkungen entstehen durch die Vorspannung und zusätzlich durch das Umwinden der Pflanzentriebe sowie Wind- und Schocklasten. Um diese Querkkräfte aufzunehmen, werden Doppelpunkthalter senkrecht eingebaut. Das heißt pro Halter werden zwei Anker und ggf. zwei Stützhülsen benötigt. Es ist zu bedenken, dass Schlinger ein Seil stets verkürzen. Ein Seil sollte daher an allen oberen Verankerungspunkten nachführbar sein. Überlastsicherungen, die ein Nachrutschen des Seils bei einer definierten Last ermöglichen, haben sich in der Praxis bewährt. Das spart zum einen Wartungskosten und verhin-

dert zum anderen Schäden. Eine Durchrutschsicherung aus einer Hülse am Seilende verhindert ein vollständiges Durchrutschen des Seils. Ein Einbruchschutz ist gegeben, da diese Seile nicht erklettert werden können. Dies wurde bei den Empfehlungen stets berücksichtigt.

Brandschutztechnische Aspekte

Alle für die Kletterhilfen verwendeten Werkstoffe müssen mindestens Baustoffklasse B1 (schwer entflammbar) nachweisen. Ausnahmen dazu bestehen für Gebäudeklassen unterhalb der Hochhausgrenze und sind je nach den Landesbauordnungen unterschiedlich. Für Hochhäuser (ab 22 m) dürfen ausschließlich nicht brennbare Außenwandbekleidungen verwendet werden. Schwer entflammbare Baustoffe (B1) sind zulässig bei Wänden ohne Öffnungen.

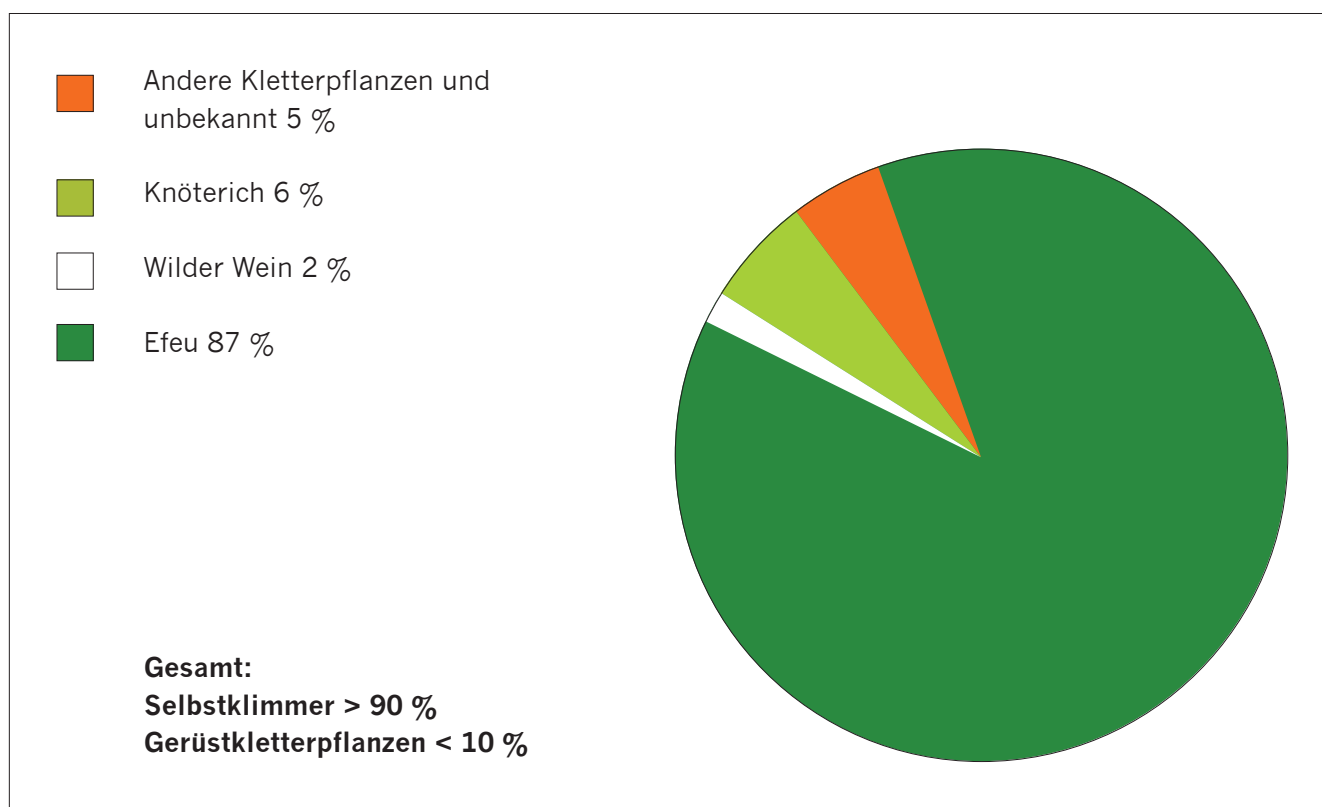
Kletterpflanzen sind nicht geregelte „Baustoffe“. Jedoch wirkt der Wassergehalt aller lebenden Pflanzenteile feuerhemmend. Die Brandlast (Wärmepotenzial aller vorhandenen brennbaren Stoffe) begrünter Fassaden hängt daher maßgeblich vom Pflegezustand der Begrünung ab. Je mehr abgestorbene Pflanzenteile vorliegen, desto größer ist die Brandlast. Daher ist die dauerhafte

Vitalität der Pflanzen durch Bewässerung und Düngung sicherzustellen und abgestorbene Pflanzenteile (bzw. Totholz) müssen durch regelmäßige Pflege entfernt werden. Im Rahmen der Pflege muss auch sichergestellt werden, dass die Kletterpflanzen nicht über die vorgesehene Höhe hinauswachsen.

Viele Kletterpflanzen sind in der letzten Zeit getestet worden. Dabei stellte sich heraus, dass die Pflanzen erst nach Austrocknen bzw. Dörren brannten (Noder 2019). Die Branddauer war dann jeweils nur kurz und entsprach einem Sekundenbrand. Jedoch ist zu konstatieren, dass es bei längerer Beflammung eine vertikale Brandweiterleitung gab. Durch Versuche in Österreich konnte nachgewiesen werden, dass schon eine um 20 cm auskragende Brandsperre (Stahlblech, Mindestdicke 1 mm) die Brandweiterleitung verhinderte (Preiss et al. 2013)

Nach einer Erhebung von 54 Brandfällen an Fassadenbegrünungen in Deutschland zwischen 2008 und 2014, zeigt sich eine auffällige Dominanz von Efeu. Einerseits aus der häufigen Verwendung hergeleitet, stellen andererseits der hohe Anteil toter, trockener Pflanzenteile und die unsachgemäße Entfernung des Bewuchses durch Abflammen die Hauptursache der Brände dar. (Brandwein 2014, s. hierzu auch Abb. 255)

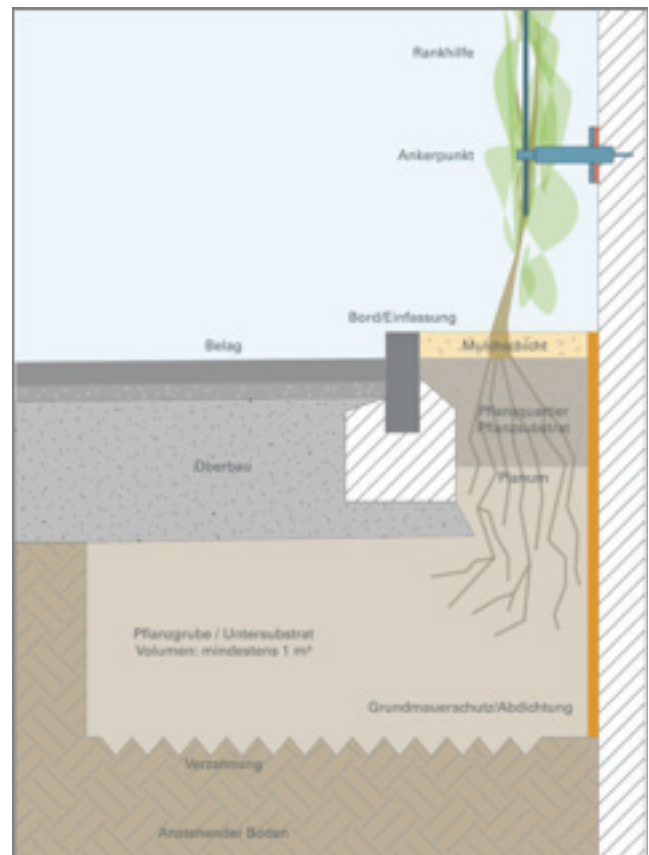
Abb. 257: Brandhäufigkeit von Kletterpflanzen nach Art/Typ
(© Thorwald Brandwein)



Pflanzstellen im Erdreich, bodengebundene Standorte

Um den natürlichen Standorten der meisten Kletterpflanzen im Wald bzw. am Waldrand gerecht zu werden, muss der Oberboden bzw. das Pflanzsubstrat dauerhaft strukturstabil und humusreich sein sowie einen optimalen Wasser- und Lufthaushalt aufweisen. Der im Bereich von Außenwänden i.d.R. angeschüttete Unterboden ist auf Eignung und gute Durchwurzelbarkeit zu prüfen. Staunässe und kapillARBrechende Schichten sind dauerhaft zu vermeiden. Wenn anders keine nachhaltige Bodenverbesserung erzielt werden kann, ist ein Bodenaustausch in angemessenem Volumen (mindestens 1 m³) vorzunehmen. Beim Erstellen von Pflanzstellen für Fassadenbegrünungen im Verkehrsraum (Gehweg, Straße) und damit in der Regel beengten Verhältnissen sollte der Einbau nach FLL-Richtlinien erfolgen, wobei die Dimensionierung auf die geplanten Kletterpflanzen abgestimmt wird. Der durchwurzelbare Raum sollte mindestens 1 m³ betragen. Die Vegetationsfläche sollte für einen guten Wasserhaushalt gemulcht oder in geeigneter Weise bepflanzt werden. Eine geeignete Einfassung, sowie ggf. ein Blindenleitsystem, Hundeschutz oder Stammschutz ist bei Bedarfsfall einzuplanen.

Abb. 258: Pflanzstelle in engen Verhältnissen (vgl. Abb. 52, S. 29): © Vertiko GmbH, nach FLL-Richtlinie „Empfehlung für Baumpflanzungen, Teil 2 „Pflanzgrubenbauweise 2 – überbaute Pflanzgrube“



Nicht bodengebundene Standorte/Pflanztröge

Pflanzgefäße oder Gründachaufbauten sind nur dann für Kletterpflanzen geeignet, wenn der Wurzelraum groß genug und eine ausreichende Wasserversorgung gewährleistet ist. Die Mindestgröße der Gefäße beträgt unserer Erfahrung nach 60 x 60 cm im Profil, um eine dauerhafte Begrünung sicherzustellen. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich eine Dämmung der Gefäße als vorteilhaft erweist. Das Pflanzsubstrat muss für den Standort „Pflanzgefäß“ dauerhaft strukturstabil sein, sowie einen optimalen Wasser- und Lufthaushalt aufweisen. Staunässe und kapillARBrechende Schichten sind dauerhaft zu vermeiden. Die Substrate sind entsprechend der FLL-Richtlinie für Dachgartensubstrate auszuwählen. Falls hohe Pflanzgefäße geplant sind, darf das Substrat nur wenig organische Bestandteile aufweisen. Ggf. kann auch mit einem mehrschichtigen Substrat gearbeitet werden. Die Schichten

im Trog werden wie folgt aufgebaut (von unten nach oben):

- Einbau der Drainschicht aus offenporigen und wasseraufnehmenden mineralischem Schüttstoff oder Festkörperdrainage. Die Drainschicht ist so zu dimensionieren, dass ein ausreichend wasserfreies Hohlraumvolumen über der maximalen Wasseranstauhöhe vorhanden ist (z. B. 10 cm Drainschicht cm mit 5 cm Anstauebene).
- Einbau einer Filterschicht aus Geotextil, Filtervlies (nach FLL-Richtlinien) mit mind. 100 g/m² Flächengewicht
- optional: Untersubstrat ohne organische Bestandteile
- Einbau Pflanzsubstrat strukturstabil mit hohem Gesamtporenvolumen nach FLL-Richtlinien bis 5 cm unter OK Pflanzgefäß
- Windsogsicherung aus (temporärem) Netz + Staudenbepflanzung oder grobem Schotter (5 cm)

Schutz der Kellerwand und Perimeterdämmung

Da Kletterpflanzen in der Regel einen hohen Wasserbedarf haben und entsprechend mit Wasser versorgt werden müssen, ist die Kellerwand vor Feuchtigkeit zu schützen. Eine Abdichtungsschicht nach Herstellervorschrift gegen nichtdrückendes Wasser reicht in der Regel aus. Diese Schicht muss gegen mechanische Beanspruchung und Wurzeleindringung mit einer geeigneten Grundmauerschutzfolie (Geo-Drain-Folie) mit Schutzlage und Vlieskaschierung geschützt werden. Eine Drainage ist gegen Durchwurzelung mit Vlies zu schützen.

Wasserversorgung

Die meisten Kletterpflanzen benötigen frische bis feuchte Böden und eine ausreichende Wasserversorgung. Kann diese nicht über eine Dauerpflege gewährleistet werden, wird eine (automatische) Bewässerungsanlage empfohlen. Unter Dachvorsprüngen ist besonders in der Jugend der Pflanzen eine regelmäßige Bewässerung notwendig, in Regenschattenlagen auch darüber hinaus. In Regenschattenlagen besteht die Gefahr, dass Wurzelkletterern wegen mangelhafter Ausbildung von Wurzelhaaren das Festhalten an Untergründen erschwert werden. In Südlagen kann der Wasserhaushalt durch Bodenbedeckung verbessert werden.

Exposition

Windexponierte Lagen

Der Wind hat nicht nur Einfluss auf die Statik, (siehe oben), sondern wirkt sich auch auf das Gedeihen der Pflanzen aus. Für die Pflanzen bedeuten zu windexponierte Standorte Stress, was zu Austrocknung, Frostschäden und Windwurf führen kann.

Belichtung

Das Gedeihen vieler Kletterpflanzen ist in Voll-Schattenlagen reduziert. In solchen Lagen ist auch mit vollschattenverträglichen Kletterpflanzen ein längerer Zeitraum zum Erreichen des Planungszieles einzurechnen. In voller Sonne und südexponierter Lage ist der Fuß zu beschatten. Eine zu helle reflektierende Fläche kann für Selbstklimmer problematisch werden. Eine zu dunkle oder spiegelnde Fläche kann zu Verbrennungen an den Kletterpflanzen durch Rückstrahlung führen.

Bewässerung

Die Bewässerungstechnik bedarf einer Planung. Zu den Planungsleistungen gehören das Berechnen der Leitungsgrößen, das Aufteilen der Flächen in Bewässerungskreise, das Erstellen von Schaltplänen sowie die Abstimmung und Schnittstellenkoordination mit anderen Gewerken. Von hier aus werden sämtliche Pflanzstandorte mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Für die Leitungsverlegung und Isolierung, die Wanddurchbrüche und deren Abdichtung wird eine Koordinationsplanung notwendig.

Eine automatische Bewässerung ist wirtschaftlich, weil sie Arbeitszeit und Wasser spart. Die zumeist für Fassadenbegrünungen eingesetzten Tropfrohren versorgen die Wurzeln direkt und effektiv. Im Gegensatz zu einer Überkopfberegnung wird kein Wasser verdunstet. Die Taktung der Bewässerungszyklen erfolgt über einen kleinen Bewässerungscomputer (Zeitsteuerung). Die Beregnung kann bei natürlichen Regenereignissen über einen Regensensor unterbrochen werden. Die Steuerung erfolgt mit einem kostengünstigen Bewässerungscomputer, der eine Fernwartung ermöglicht. Der wichtigste Sensor ist der daran angeschlossene Wasserzähler. Der Steuerungscomputer übermittelt umgehend Warnmeldungen, wenn die eingestellte Bewässerungsmenge unter- oder überschritten wird. Zusätzlich ist der Bewässerungscomputer mit den nächstgelegenen Wetterstationen verbunden, sodass die Bewässerung schon a priori auf vorhergesehene Wetterereignisse reagieren kann. Beide Funktionen zusammen erübrigen weitere Sensoren, insbesondere Feuchtesensoren. Feuchtesensoren sind teuer, empfindlich, wartungsaufwändig und nicht langlebig. Die Wartung der Bewässerungsanlage erfolgt zwei Mal pro Jahr. Im Herbst ist diese winterfest zu machen, im Frühjahr wieder in Betrieb zu nehmen.

Der Trinkwasserschutzes nach DIN EN 1717 und DIN 1988, Teil 100, ist auf jeden Fall einzuhalten. Diese besagt, dass die Trinkwasserleitung gegenüber Nichttrinkwasser und gefährdenden Flüssigkeiten zu trennen ist. Gemäß DIN EN 1717 wird eine Unterflur-Bewässerung (mit Erdkontakt) in die Flüssigkeitskategorie 5 eingeteilt. Daher ist das Wasser mit freiem Auslauf von der Trinkwasserleitung zu trennen. Dies hat zur Folge, dass das Gießwasser für die Kletterpflanzen gepumpt

werden muss, da der Druck des Trinkwassersystems nach einem freien Auslauf nicht mehr zur Verfügung steht. Im häuslichen Bereich befasst sich Die DIN EN 1717 mit den Anwendungen in Wohnhäusern, Schulen, Hotels, Kindergärten etc. und stellt die Risikominimierung in diesen Gebäudetypen dar. Entsprechend darf hier auch eine Unterfluranlage mit einer Sicherungseinrichtung ausgestattet werden, die für die Flüssigkeitskategorie 4 geeignet ist. Ein Systemtrenner ist eine solche zugelassene Sicherungseinrichtung und muss einer (Garten-) Bewässerungsanlage vorgeschaltet werden.

Tropfrohre

Die Bewässerung und Düngung (automatisch) wird mit Tropfrohren ausgeführt. Die Rohre werden ca. 5-7 cm unter OK Substrat bzw. Trogbefüllung verlegt. Als Tropfrohr wird hier z. B. UNIRAM 16010 AS, Ø 16 mm vorgesehen. Diese weisen bei einem Tropferabstand von 30 cm einen Durchfluss von 2,3 l/Std je Tropfer auf. Erfahrungsgemäß sollte hier die maximal mögliche Länge der Herstellerangabe je Kreis für eine optimale Funktionalität der Bewässerung auf ca. 70 m je Kreis reduziert werden, da Rohr-Verbindungen und Abzweige etc. immer zu Druckverlusten im Tropfrohr führen.

Pflege der Pflanzen

Jede Fassadenbegrünung braucht eine dauerhafte Pflege. Falls eine Pflege nicht möglich und der notwendige Pflegezugang nicht gegeben sind, kann eine Begrünung nicht umgesetzt werden. Daher enthalten alle unsere Empfehlungen Hinweise, wie eine Pflege realisierbar ist. Die Pflege sollte möglichst in der Hand von Fachleuten bleiben, die die nötige Pflanzen- und Sachkenntnis als auch die entsprechende Ausrüstung und das Wissen um deren sichere Handhabung haben. Zur Pflege gehört neben Wässern, Düngen, Jäten, Bodenlockerung und Rückschnitt auch die Kontrolle der Kletterhilfen auf Verkehrssicherheit, sowie das Nachspannen oder Lockern der Seile. Schnittmaßnahmen sind notwendig, um das Bauwerk zu schützen und um die Vitalität (und ggf. Blühwilligkeit) der Pflanze zu erhalten.

Schutz des Bauwerks

- Freischneiden von Dachrändern und -traufen, Regenfallrohren, Markisen, Rollladenkästen, Blitzschutzeinrichtungen, Kabeln, Sat-Schüsseln,

Lüftungsöffnungen, Fenstern, Fensterläden, Attiken und Sims.

- Entfernen abgestorbener Triebe (Brandschutz)
- vorbeugender Schnitt gegen Totholzbildung durch Verjüngung und Auslichtungsschnitt an stärker wachsenden Clematis und Lonicera, Fallopia und selbstklimmenden Formen von Parthenocissus quinquefolia sowie Wurzelkletterer
- Schnitt sparrig wachsender und abstehender Triebe für bessere Windfestigkeit

Erhalt von Vitalität und Blühwilligkeit

- scharfer regelmäßiger Schnitt an vielen Clematis-Arten und Sorten (s. Anhang Übersicht über die Kletterpflanzen)
- regelmäßiges Einkürzen von Langtrieben bei Campsis, Vitis, Rosa, Celastrus und Wisteria zur Förderung der Blüten und Erhalt der Blühwilligkeit. Die Entfernung der Langtriebe bei Celastrus und Wisteria ist auch zur Vermeidung der „Peitschen“-Bildung und Eindämmung des starken Wuchses notwendig.
- Regelmäßiger Rückschnitt von Selbstklimmern fördert das Wachstum von neuen Trieben mit Haftorganen. Ggf. sind alte Triebe, die sich nicht , mehr halten können zu befestigen.
- Auslichtungs- und Verjüngungsschnitt an Aristolochia, Akebia, Hydrangea und Jasminum zur Förderung der Verzweigung und Jungtriebe.

Bei Starkschlingern sollte eine seilparallele Erziehung erfolgen, um

- a) ein Einwachsen der Kletterhilfe zu vermeiden,
- b) die damit verbundene Zugspannung zu vermeiden und
- c) ein Dickenwachstum ohne Zwängungen zu ermöglichen.

Dabei werden die jungen Triebe jährlich vom Seil abgewickelt und parallel daran angebunden. Um den Halter wird ein Bogen geschlagen: Der Trieb gestaucht und mit einem möglichst großen Abstand herumgeführt.

Elektrische Wuchsbegrenzung

Viele Kletterpflanzen, insbesondere Selbstklimmer, wachsen gern an und unter Simse, Traufen oder andere auskragende Bauteile. Das kann bei Traufen und Dächern bei Pflanzen mit lichtfliehenden Trieben zu Bauschäden führen. Die Idee, Kletterpflanzen durch auskragende Profile in Ihrem Wuchs von zu schützenden Bauteilen oder vom Nachbarhaus fern-

zuhalten, brachte bisher also keinen Erfolg. Eine Innovation aus Belgien setzt nun Aluminiumprofile unter Strom. Dabei wird eine Art Weidezaunstrom mit hoher Spannung und geringer Stromstärke intervallartig eingeleitet. Dieser Strom ist ungefährlich für Mensch und Tier und verbraucht sehr wenig Energie (5 W). Die Betriebskosten belaufen sich jährlich auf maximal 15,00 Euro. Die Pflanzen wachsen über eine solche elektrische Wuchsbegrenzung nicht hinaus.

Pflegemöglichkeiten

Für die Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit der Grünen Wände ist die Erreichbarkeit der Grünen Wände von entscheidender Bedeutung. Daher ist schon bei der Planung ein Pflegekonzept zu erstellen. Ggf. sind für die Durchführung der Pflege Rollgerüste oder Hubarbeitsbühnen und

geeignete Aufstellflächen sowie ggf. verkehrsrechtliche Genehmigungen und Straßensperrungen erforderlich.

Folgende Möglichkeiten, die vertikalen Pflanzflächen zu erreichen gibt es:

- mit einer Hubarbeitsbühne
- mit einer Scherenarbeitsbühne
- mit einer Befahranlage
- per Seilklettertechnik
- mit einer stationären, fest installierten Leiter (Bibliotheksleiter)
- mit einer Anlegeleiter

Die Pflegekosten für begrünte Fassaden sind vor allem von der Erreichbarkeit der zu pflegenden Flächen und den erforderlichen Geräten und Hilfsmitteln abhängig:

Gerät / Hilfsmittel	Anschaffungskosten	Bereitstellungskosten	Wartungskosten
stationäre Hubarbeitsbühne	hoch	gering	hoch
externe Hubarbeitsbühne	-	hoch	-
Befahranlage	sehr hoch	-	hoch
stationäre Scherenarbeitsbühne	hoch	gering	hoch
externe Scherenarbeitsbühne	-	sehr hoch	-
Seilklettertechnik	mittel (Sekuranten)	-	niedrig (TÜV)
fest installierte Leiter	mittel (Sekuranten + Leiter)	-	niedrig (TÜV)
Anlegeleiter, selbst zu sichern	-	-	-
Bockleiter bis 3 m Höhe	-	-	-

Ergänzende technische Hinweise zur wandgebundenen Begrünung

Pflanzenauswahl

Wandgebundene Begrünungen gelten als Extremstandort für Pflanzen – ihr natürlicher Lebensraum ist meist nicht die Vertikale – aber nicht nur deshalb sind die Bedingungen extrem. Die Wurzeln der Pflanzen befinden sich in einem Träger direkt an der Fassade, welche technisch mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden müssen. Hinzu kommt, dass mit zunehmender Höhe und Exposition auch die Einwirkung der Sonne, Witterung und Wind zunehmen.

Pflanzen verhalten sich in der Vertikalen anders als an ihrem natürlichen Standort im Boden. Aus diesem Wissen heraus wurden in jahrelanger empirischer Forschungsarbeit viele Pflanzen getestet und bewertet. Die Bewertungskriterien ergeben sich aus den grundlegenden Eigenschaften und Ansprüchen der Pflanzen sowie

der gestalterischen Aspekte. In der Regel werden mehrjährige Stauden, Gräser und Farne eingesetzt – je nach Bauweise können jedoch auch verholzende Pflanzen, Kletterpflanzen und Moose eingesetzt werden. Mit der Pflanzenauswahl werden ganzjährig schöne Aspekte angestrebt. Um dieses Ziel zu erreichen, werden überwiegend immer- und wintergrüne Pflanzen eingesetzt, da diese bei entsprechenden Temperaturen auch im Winter transpirieren. Die auch im Winter notwendige Bewässerung wird mittels einer Winterautomatik sichergestellt.

Eigenschaften der Pflanzen

- Winterhärte
- Größe
- Wuchsstärke
- Wuchsverhalten in der Wand
- Wüchsigkeit

Ansprüche der Pflanzen

- Lichtanspruch
- Wasserbedarf
- Nährstoffbedarf
- Pflegebedarf

Gestalterische Aspekte

- Laubfarbe
- Blütenfarbe
- immergrün, wintergrün, sommergrün
- Geselligkeit

Aufbau

Wir empfehlen, wandgebundene Fassadenbegrünungen als vorgehängte hinterlüftete Fassade auszuführen, da dies bauphysikalische Vorteile mit sich bringt.

Beim Aufbau der (Unter-) Konstruktion sind die einschlägigen DIN-Normen und Leitlinien beachten – für die Ausführung einer Grünfassade als vorgehängte hinterlüftete Fassaden insbesondere die VHF Planung und Ausführung, 2017, (FVHF-Leitlinie Planung und Ausführung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden) und die VHF Brandschutz, 2016, (Brandschutztechnische Vorkehrungen für vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) nach DIN 18516).

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden sind nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik herzustellen und benötigen in der Regel eine statische Berechnung, insbesondere dann, wenn aufgrund der Komplexität der Bauaufgabe eine Prüfstatik erforderlich wird. Die statische Berechnung der wandgebundenen Begrünung ist im Zuge der detaillierten Planung auszuarbeiten und dem Prüfstatiker vorzulegen. Sie beinhaltet u. a. die Dimensionierung der Bauteile und Definition der Abstände der Verankerungen und Tragprofile. Für eine wandgebundene Begrünung empfehlen wir bauphysikalische Nachweise (Vermeidung von Wärmebrücken) und die entsprechende Auswahl der Materialien. Ein Passivhaus-Standard kann nachgewiesen werden, falls gefordert.

Brandschutz

Ein Hinterlüftungsraum bildet durch seine Geometrie das größte Gefahrenpotential (Kaminwirkung). Deshalb darf die Unterkonstruktion ausschließlich aus nicht brennbaren Materialien bestehen. Fassadenbegrünungen, die als vorge-

hängte hinterlüftete Fassade ausgeführt werden, werden wie ebendiese mit Brandsperren im Hinterlüftungsraum ausgerüstet: „Gemäß §28 Abs.4 der Musterbauordnung 2012 (MBO) sind bei Außenwandkonstruktionen mit geschossübergreifenden Hohl- oder Lufträumen, wie z.B. vorgehängten, hinterlüfteten Fassaden, gegen die Brandausbreitung besondere Vorkehrungen zu treffen. Eine dieser möglichen Vorkehrungen stellen Brandsperren dar. Sie behindern eine Brandausbreitung im Hinterlüftungsraum durch Unterbrechung oder partielle Reduzierung des freien Querschnitts. Dabei darf die Tiefe des Hinterlüftungsraumes nicht mehr als 50 mm (Unterkonstruktion aus Holz) bzw. 150 mm (Unterkonstruktionen aus Metall) betragen. [...] Die Brandsperre behindert eine Brandausbreitung im Hinterlüftungsraum über eine ausreichend lange Zeit. [...]. Im Nachweisfall muss die Brandsperre über einen Zeitraum von 30 Minuten hinreichend formstabil bleiben.“ (VHF Brandschutz, 2016).

Die Brandlast (Wärmepotenzial aller vorhandenen brennbaren Stoffe) begrünter Fassaden hängt maßgeblich vom Pflegezustand der Begrünung ab. Bei wandgebundenen Begrünungen werden überwiegend Pflanzen mit keinem (Stauden) oder wenig Holzanteil (Halbsträucher) eingesetzt. Die Brandlast von Stauden (Trockenmasse) betrifft nur die „überirdischen“ Pflanzenteile und beträgt keinesfalls mehr als 500 g/m² Trockenmasse. Die dauerhafte Vitalität der Pflanzen ist durch Bewässerung und Düngung sicherzustellen und abgestorbene Pflanzenteile (bzw. Totholz) sind durch regelmäßige Pflege zu entfernen. Für wandgebundene Begrünungen ist ein Prüfbericht über einen Brandversuch nach DIN 4102-20 vorzulegen.

Bewässerung und Düngung

Zur Planung einer Bewässerungstechnik gehört das Berechnen der Leitungsgrößen, ggf. das Aufteilen der Flächen in Bewässerungskreise, das Erstellen von Schaltplänen, sowie die Abstimmung mit der bauseitigen Haustechnik. Eine Bewässerungstechnik wird idealerweise im Untergeschoss untergebracht. Von hier aus werden die grünen Wände mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Ggf. ist das Verlegen von Leitungen sowie Wanddurchbrüche und Abdichtungen erforderlich. In der Planung sind Übergabepunkte/Schnittstellen sowie die Dimensionen der Leitungen und Leerrohre zu definieren.

Die Bewässerung einer wandgebundenen Begrünung kann so aufgebaut werden, dass das Gießwasser in mehrere Kreise eingeteilt wird, jeder Kreis ein Magnetventil erhält und diese jeweils gesondert angesteuert werden können. Die Takung (Startzeiten und Dauer) erfolgt idealerweise über eine webbasierte Steuerung: Ein Impulswasserzähler wird auf die Steuerung aufgeschaltet, sodass per Fernwartung ständig die Wassermenge erfasst werden kann und Fehlmengen (zu viel oder zu wenig) als Warnmeldung eingehen. Frostsensoren schalten die Bewässerungsanlage unterhalb 3°C ab. Oberhalb von 3°C wird ganzjährig. Eine elektrische Düngedosierpumpe speist definierte Mengen der Stammlösung in die Gießwasserleitung ein. Wir empfehlen hochwertige Flüssigdünger, die den EC-Wert nur geringfügig erhöhen, sodass die Abführung des Wassers in die Kanalisation unproblematisch ist. Nach einer Startdüngung werden ausschließlich kaliumbetonte Dünger mit einem geringen Nitrat- und einen verhältnismäßig geringem Phosphat-Anteil empfohlen.

Gemäß DIN EN 1717 wird eine Unterflur-Bewässerung (mit Erdkontakt) in die Flüssigkeitskategorie 5 eingeteilt. Daher ist das Wasser mit freiem Auslauf von der Trinkwasserleitung zu trennen. Das hat zur Folge, dass das Gießwasser für die grünen Wände gepumpt werden muss, da der Druck des Trinkwassersystems nach einem freien Auslauf nicht mehr zur Verfügung steht. Es gibt Systemhersteller, die die spezielle Bewässerungstechnik für wandgebundene Begrünungen anbieten, z. B. mit Trennstation, Nachspeise-Einrichtung mit freiem Auslauf, einem Rücklaufwasseranschluss, einem Notüberlauf sowie einer speziellen Hochdruckpumpe.

Die Wartung der Bewässerungsanlage erfolgt zwei Mal pro Jahr, da eine Bewässerungsanlage eine Vielzahl beweglicher Armaturen und elektrischer Einrichtungen erhält, die zu gegebener

Zeit geprüft, aber auch prophylaktisch getauscht werden müssen, damit es zu keinen Ausfällen kommt.

Pflege

Kulturpflanzen bedürfen der Pflege. Die Pflege von Vertikalbegrünung ist kaum aufwändiger als am Boden. Es ist sogar mit weniger Fremdaufwuchs zu rechnen. Im Outdoorbereich reichen zwei Pflegegänge im Jahr aus. Im Herbst werden einziehende Pflanzen zurückgeschnitten und Gräser ausgekämmt, damit sie über den Winter kein unordentliches Bild abgeben. Der Hauptpflegegang findet im Frühjahr statt. Dann werden Gräser und Halbsträucher zurückgeschnitten, damit sie kompakt bleiben, und Ausfälle nachgepflanzt.

Für die Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit der Grünen Wände ist die Erreichbarkeit der Grünen Wände von entscheidender Bedeutung. Daher ist schon bei der Planung ein Pflegekonzept zu erstellen. Ggf. sind für die Durchführung der Pflege Rollgerüste oder Hubarbeitsbühnen und geeignete Aufstellflächen sowie ggf. verkehrsrechtliche Genehmigungen und Straßensperrungen erforderlich.

Folgende Möglichkeiten, die vertikalen Pflanzflächen zu erreichen gibt es:

- mit einer Hubarbeitsbühne
- mit einer Scherengarbeitsbühne
- mit einer Befahranlage
- per Seilklettertechnik
- mit einer stationären, fest installierten Leiter (Bibliothekseleiter)
- mit einer Anlegeleiter

Die Pflegekosten für begrünte Fassaden sind vor allem von der Erreichbarkeit der zu pflegenden Flächen und den erforderlichen Geräten und Hilfsmitteln abhängig:

Gerät / Hilfsmittel	Anschaffungskosten	Bereitstellungskosten	Wartungskosten
stationäre Hubarbeitsbühne	hoch	gering	hoch
externe Hubarbeitsbühne	-	hoch	-
Befahranlage	sehr hoch	-	hoch
stationäre Scherengarbeitsbühne	hoch	gering	hoch
externe Scherengarbeitsbühne	-	sehr hoch	-
Seilklettertechnik	mittel (Sekuranten)	-	niedrig (TÜV)
fest installierte Leiter	mittel (Sekuranten + Leiter)	-	niedrig (TÜV)
Anlegeleiter, selbst zu sichern	-	-	-
Bockleiter bis 3 m Höhe	-	-	-

Ergänzende technische Hinweise zur Dachbegrünung

Bestandsprüfung

Vor einer Begrünung von Flachdächern ist eine Leckageortung bzw. Dichtigkeitsprüfung mit Übergabeprotokoll notwendig (z. B. Elektroimpulsverfahren: punktgenaue Ortung von Undichtigkeiten in nicht leitenden Dachabdichtungen mittels Stromflussmessung). Beim Elektroimpulsverfahren ist eine ausreichende Benässung der Abdichtung während der Messung erforderlich. Eine solche Messung ist auch mit Auflast, also zum Beispiel bei einem bestehenden Gründach möglich. Bei Neubau oder Sanierung ist es grundsätzlich auch möglich unter der Dachabdichtung eine permanente Leckageortung zu installieren, die ähnlich funktioniert: ein elektrisch leitendes Gitter unterhalb der Dachabdichtung und eine Spannung oberhalb der Dachabdichtung sorgen dafür, dass bei einer Leckage der Stromkreis geschlossen wird und die Leckage geortet werden kann. Vor einer Begrünung von Flachdächern muss zudem die Wurzelfestigkeit der Dachabdichtung nachgewiesen werden (z. B. Datenblatt der Dachabdichtung). Falls dies nicht möglich ist, ist der Einbau einer Wurzelschutzbahn erforderlich.

Bei Arbeiten auf Dächern mit einer Absturzhöhe von mehr als 2 m sind Absturzsicherungen erforderlich. Daher ist vor der Begrünung einer Dachfläche zu prüfen, ob Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind und ob bereits Sicherungssysteme (z. B. Sekuranten) vorhanden sind.

Die Tragfähigkeit des Daches ist vor einer Begrünung zu prüfen. Bei einer Extensivbegrünung ist im wassergesättigten Zustand mit einem Flächengewicht von 10–12 kg/m² pro cm Aufbaustärke zu rechnen. Sofern ein Kiesdach besteht, kann die Tragfähigkeit des Daches anhand des bereits getragenen Flächengewichts abgeschätzt werden: Ein Kies-Aufbaustärke von 5 cm entspricht etwa 100 kg/m². Eine Extensivbegrünung in Standardausführung mit 8 cm Substratstärke ist also möglich, wenn der vorhandene Kies überwiegend entfernt wird. Bei kleineren Dächern erfolgt eine manuelle Abtragung über Kranwagen, bei großen Dächern lohnt sich ab ca. 300 m² Kiesdachfläche ein Absaugen des Kiesel. Über eine Bauschuttrecyclinganlage ist eine kostenpflichtige Verwertung möglich (z. B. Freiburger Erdaushub- und Bauschuttzubereitung GmbH (FEBA)). Je nach

Verunreinigungsgrad kann der Kies ggf. auch verkauft werden.

Holzdächer sind nur als Umkehrdach wirtschaftlich begrünbar, da die Holzkonstruktion nicht beidseitig – nach oben und unten – abgedichtet werden darf. Diffusionsoffene Dachbegrünungen sind zwar möglich, aber extrem aufwändig und nicht wirtschaftlich.

Pflanzen auf einem Extensiv-Gründach

Sedum-Kräuterflur: Wir empfehlen für eine extensive Dachbegrünung mit Substratschüttung mindestens 8 cm Substratstärke und Einsaat einer Sedum-Kräuterflur, sodass neben den Sedum-Pflanzen auch andere Kräuter mit den Bedingungen zurechtkommen. Sedum-Pflanzen sind Hungerkünstler. Die Überlebensstrategie von Sedum-Arten besteht darin, in den Blättern viel Wasser zu speichern. Dadurch können sie Trockenphasen gut überleben, Photosynthese betreiben und Wasser transpirieren. Wenn jedoch der letzte Rest des gespeicherten Wassers verbraucht ist, schützen sich Sedum-Pflanzen mit der Verdunstung von Methan. Alle anderen Pflanzen sind in diesem Zustand schon lange abgestorben. Ein stärkerer Substratkörper kann mehr Wasser speichern und ermöglicht so eine größere Pflanzenvielfalt auf dem Gründach.

Moose: Moose haben keine Wurzeln und oft auch keine Leitungsbahnen. Sie nehmen das Wasser über den äußeren Bau der Zellen auf. Die Zellwände der Moose sind diffusionsoffen. Das Wasser verdunstet bei Trockenheit aus den Moosen heraus (keine Transpiration). Im Gegensatz zu Gefäßpflanzen haben Moose keinen absoluten Welkepunkt. Bei großer Trockenheit stellen Moose ihre Lebensfunktionen ein und gehen in die Dormanz – eine Art Sommerschlaf. Bei erneuter Befeuchtung nehmen die Moose sofort ihre Lebensfunktionen wieder auf. Die Verdunstungskühlung während trockener Phasen im Sommer ist daher durch Moose nicht gegeben. Die große Qualität von Moosen besteht in dem hohen Wasseraufnahmevermögen und der Staubbinding. Die Feinstaubgefahr besteht insbesondere bei Tiefdruck, wenn auch die Moose aktiv sind. **Moos-Sedum-Matten:** Sie bilden gemeinsam ein eigenes Mikrohabitat und spenden sich gegensei-

tig Feuchtigkeit. Die Sedum-Pflanzen bilden eine lockere Struktur, in der unterschiedliche Moos-Arten ideale Standortbedingungen vorfinden. Sedum sorgt für eine leichte Abschattung und Verringerung der Windgeschwindigkeit, was eine reduzierte Verdunstung nach sich zieht und so ein feuchtes Mikroklima in der Vegetationsschicht ermöglicht. Dass die Moose zusätzlich zum Substrat Wasser speichern, begünstigt das Wachstum der Sedum-Pflanzen. Außerdem trocknet das Substrat dank der Mooschicht nicht so schnell aus. Durch die spezifische Zusammenstellung der Arten genügt ein sehr geringer Substratkörper als Vegetationstragschicht. Aufgrund des Eigengewichts der Matten ist eine zusätzliche Fixierung am Untergrund nicht notwendig. Je nach Stärke und Kombination mit zusätzlichen Drainageschichten und/oder Wasserspeichervliesen kann es zu einem Systemgewicht von bis zu 30–50 kg/m² kommen. Der genannte Aufbau gilt als harte Bedachung und ist brandsicher.

Moosmatten: Dank Moosmatten können auch Dächer begrünt werden, die statisch gar nicht für eine Begrünung vorgesehen waren. Da Moose keine Wurzeln haben, brauchen sie auch kein Substrat als Vegetationstragschicht. Bei Schrägdächern kann so auf den Einsatz von Schubsicherungen verzichtet werden. Gegen Windabtrag werden die Moosmatten einfach mit der Dachabdichtung verklebt. Das Gewicht der trockenen Matte beträgt 1080 g/m². In bewachsenem Zustand wird aufgrund der hohen Wasserspeicherfähigkeit der Moose und auch der Matte – selbst bei längerer trockener Witterung – ein Flächengewicht von über 2 kg/m² gehalten. Im voll bewachsenen und wassergesättigten Zustand wiegt die Matte nach bisherigen Erkenntnissen und Messungen bis zu 20 kg/m².

Kombination von Photovoltaik und Gründach

Eine Kombination von Photovoltaik-Anlagen und Dachbegrünung ist grundsätzlich immer möglich und begünstigt sich sogar gegenseitig. Der Temperatenausgleich durch Vegetation bewirkt

eine höhere Effektivität der Photovoltaik-Anlage. Die Beschattung der Module ermöglicht eine vielfältigere Pflanzenauswahl. Dabei ist eine hohe Aufständigung der Photovoltaik-Module empfehlenswert, um eine Verschattung durch Fremdaufwuchs zu vermeiden. Photovoltaik-Module entwässern grundsätzlich in Ausrichtungsrichtung, sodass dort eine erhöhte Wasserverfügbarkeit gegeben ist, die einen vermehrten Fremdaufwuchs begünstigt.

Unterhaltungspflege und Wartung

Extensivbegrünung: 1–2 Kontrollgänge pro Jahr sind erforderlich, um festzustellen, welche Maßnahmen erforderlich sind. Zur Pflege sind 2 Pflegegänge pro Jahr erforderlich. Hierbei muss insbesondere unerwünschter Aufwuchs entfernt werden. Zudem muss einmal jährlich gedüngt werden (z. B. umhüllter NPK-Langzeitdünger auf der Basis von 5 g N/m² und Jahr). Im Rahmen der Wartung muss die Funktionsfähigkeit der Einrichtungen für Be- und Entwässerung (z. B. Dachabläufe) sichergestellt werden. Ggf. müssen Verunreinigungen und Ablagerungen entfernt werden. Moos-Sedum-Matten sind wie eine Extensivbegrünung im Standardaufbau zu pflegen. Reine Moosmatten benötigen in der Regel keine Pflege, sondern nur in Ausnahmefällen (z. B. in besonders nassen Jahren). Daher ist dennoch ein Kontrollgang erforderlich.

Intensivbegrünung: Zur Pflege sind 4 Pflegegänge pro Jahr erforderlich. Bei wiesenähnlichen Intensivbegrünungen (Gras-Kraut-Begrünung) reichen 2 Pflegegänge pro Jahr aus. Intensivbegrünungen müssen vor allem regelmäßig mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden. Zudem muss unerwünschter Aufwuchs (insbesondere Gehölzaufwuchs) entfernt werden. Je nach Begrünung sind weitere Maßnahmen erforderlich. Im Rahmen der Wartung muss die Funktionsfähigkeit der Einrichtungen für Be- und Entwässerung (z. B. Dachabläufe) sichergestellt werden. Ggf. müssen Aufwuchs, Verunreinigungen und Ablagerungen entfernt werden.

Kosten und Aufwand

Die in den Empfehlungen genannten Kostenschätzungen für Herstellung und Pflege/Wartung sind als Bruttopreise angegeben. Pflege und Wartung sind immer als Fremdleistung eingerechnet. Alle

innerhalb der Kostenschätzungen berücksichtigten Investitionskosten sind der untenstehenden Tabellen zu entnehmen:

DACHBEGRÜNUNG	intensiv	extensiv	Moos-Sedum-Matten
Herstellung			
Material	enthalten	enthalten	enthalten
Ausführung des Aufbaus	enthalten	enthalten	enthalten
Kiesabtrag und Verwertung/Entsorgung (falls erforderlich)	enthalten	enthalten	enthalten
Pflanztröge (falls erforderlich)	enthalten	-	-
Pflanzen und Pflanzung	enthalten	enthalten	enthalten
Bewässerungssystem (falls erforderlich/empfohlen)	enthalten	enthalten	enthalten
Gerüst bzw. Hubsteiger o.ä.	-	-	-
Sekuranten*	-	-	-
Photovoltaik (z. B. Aufständering)**	-	-	-
Planung	-	-	-
Dichtigkeitsprüfung	-	-	-
Statische Prüfung	-	-	-
Pflege und Wartung			
Durchführung der Pflege als Fremdleistung (Anzahl Pflegegänge siehe jew. Empfehlung)	enthalten	enthalten	enthalten
Dünger und Düngung	enthalten	enthalten	enthalten
Anfahrt/Zugang	enthalten	enthalten	enthalten
Hubsteiger/Rollgerüst (falls erforderlich)	enthalten	enthalten	enthalten
Durchführung der Wartung (Anzahl Wartungsgänge siehe jew. Empfehlung)	enthalten	enthalten	enthalten
Ersatz- und Verschleißteile	-	-	-
Wasser- und Stromverbrauch	-	-	-

* Die Kosten für die Nachrüstung von Sekuranten auf Dächern wurden grundsätzlich nicht eingerechnet, da nicht immer beurteilt werden konnte, ob eine Nachrüstung erforderlich ist.

** Die Kosten für erforderliche Anpassungen (z. B. Aufständering von Modulen) an bestehenden Photovoltaik-Anlagen oder für eine zusätzliche Ausstattung mit einer neuen Photovoltaik-Anlage wurden grundsätzlich nicht eingerechnet.

Richtwerte Planungskosten

Planungskosten sind in den Kostenschätzungen nicht enthalten. Im Rahmen der Planung sind ggf. weitere Fachplaner/Gutachter hinzuzuziehen (z. B. Statik, Bauphysik, Brandschutz, SiGeKo). Für die statische Berechnung einer Dach- oder Fassadenbegrünung fallen erfahrungsgemäß 1.500 bis 2.000 Euro an. Für die Dichtigkeitsprüfung einer Dachabdichtung mittels Elektro-Impuls-Verfahren fallen ca. 1.500 Euro pro 500 m² an. Wir schätzen die anfallenden Planungskosten – je nach Aufbau, Komplexität und Dimension der vorgesehenen

Begrünung – auf ein Viertel bis ein Drittel der Herstellungskosten (alle Leistungsphasen 1–9, 100 % Leistungsbild Freianlagen). Bei kleineren Aufträgen reicht ggf. auch eine Beauftragung der Leistungsphasen 1–5 aus (59 % des Leistungsbilds Freianlagen).

Gebäudebegrünung und Betriebskosten

Zählt man auch Sanierungskosten zu den Betriebskosten eines Gebäudes, werden diese durch Begrünungen reduziert: Begrünungen schützen die darunter oder dahinter liegende Fläche vor Witterungseinflüssen und mindern Temperaturamplituden. Das erhält die Lebensdauer der Materialien. Zudem werden Klimaanlage entlastet oder sogar gänzlich überflüssig. Speziell die Wartungskosten von Schattierungsanlagen sind um ein Vielfaches höher als die von Fassadenbegrünungen. (Untersuchungen am physikalischen Institut Berlin Adlershof, Marco Schmidt, www.gebaudekuehlung.de)

FASSADENBEGRÜNUNG	wandgebunden	bodengebunden	troggebunden
Herstellung			
Material	enthalten	enthalten	enthalten
Ausführung der Konstruktion	enthalten	enthalten	enthalten
Bodenaustausch oder –verbesserung (falls erforderlich/empfohlen)	(nicht erforderlich)	enthalten	(nicht erforderlich)
Pflanztröge (falls erforderlich)	(nicht erforderlich)	(nicht erforderlich)	enthalten
Pflanzen und Pflanzung	enthalten	enthalten	enthalten
Bewässerungssystem (falls erforderlich/empfohlen)	enthalten	enthalten	enthalten
Gerüst	-	-	-
Planung	-	-	-
Statische Berechnung	-	-	-
Pflege und Wartung			
Durchführung der Pflege als Fremdleistung)	enthalten	enthalten	enthalten
Dünger und Düngung	enthalten	enthalten	enthalten
Hubsteiger/Rollgerüst (falls erforderlich)	enthalten	enthalten	enthalten
verkehrsrechtl. Anordnung (falls erforderlich)	enthalten	enthalten	enthalten
Durchführung der Wartung	enthalten	enthalten	enthalten
Ersatz- und Verschleißteile	-	-	-
Wasser- und Stromverbrauch	-	-	-

Bauunterhaltungskosten

Die Bauunterhaltungskosten bei begrünten Dächern oder Fassaden sind geringer als bei unbegrünten Objekten.

Beispiel Dachabdichtung: Eine Prüfung der Dachabdichtung vor dem Aufbringen einer Dachbegrünung ist notwendig. Je nach Befund wird die Dachabdichtung erneuert oder die Dachabdichtung weist einen ausreichend guten Zustand für eine nachträgliche Begrünung auf. So ist sichergestellt, dass bei einem nachträglichen Aufbringen einer Dachbegrünung auf einen Bestandsbau das Risiko einer Leckage der Dachabdichtung minimal gering ist. Diese Kosten sind nicht in den Empfehlungen enthalten, siehe Kostentabelle oben.

Grundsätzlich wird somit vielmehr eine Verlängerung der Lebensdauer des Daches durch die Schutzwirkung der Begrünung erzielt. Hier beträgt die normale Lebenserwartung ohne Begrünung 25 Jahre – mit Begrünung erhöht sich die Lebensdauer auf 40 Jahre.

Falls eine weitere Risiko- und Kostenminimierung im etwaigen Fall einer Leckage gewünscht ist, kann ein „Leckage-Ortungssystem“ auf dem Dach verbaut werden (500m² ca. 1.500 Euro).

Denkmalschutz

Denkmalschutz ist kein Ausschlusskriterium. Es bedarf lediglich einer Prüfung durch das zuständige Amt.

Der Denkmalschutz verfolgt das Ziel, die originale Bausubstanz und das historische Erscheinungsbild von Kulturdenkmalen zu erhalten. Für bestimmte Baumaßnahmen an Kulturdenkmalen ist daher eine denkmalrechtliche Genehmigung erforderlich. Eine Genehmigung wird erteilt, wenn die Veränderung das Bild der Gesamtanlage nur unerheblich oder nur vorübergehend beeinträchtigt oder überwiegende Gründe des Gemeinwohls berücksichtigt werden müssen.

Bei einem Bauantrag beteiligt die Baurechtsbehörde die Denkmalschutzbehörde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens. Falls keine baurechtliche Genehmigung erforderlich ist, muss die denkmalschutzrechtliche Genehmigung schriftlich beantragt werden.

Die Denkmalschutzbehörde hört vor ihrer Entscheidung die betroffene Gemeinde an, wägt alle berührten Belange ab und entscheidet in eigenem Ermessen.

Eine denkmalschutzrechtliche Prüfung wurde für die einzelnen Empfehlungen nicht durchgeführt.

ANHANG

Beratung und Information

Fassadenbegrünungen werden von Fachplanern, Landschaftsarchitekten oder Architekten geplant und von Fachfirmen sowie von Spezialisten des Garten- und Landschaftsbaus ausgeführt. Entsprechende Adressen erhalten Sie bei den Verbänden und den nachfolgenden Einrichtungen.

Bund Deutscher Landschaftsarchitekten

Landesgeschäftsstelle Baden-Württemberg e. V.
Dinkelstraße 40, 70599 Stuttgart
E-Mail: hessen@bdla.de
www.bdla.de/landesverbaende/baden-wuerttemberg/
www.landschaftsarchitektur-heute.de/bueros
(Suche via „Erweiterte Planungsbürosuche“, Schwerpunkt „Fassadenbegrünung“ / „Dachbegrünung“)

Architektenkammer Baden-Württemberg

Danneckerstraße 54, 70182 Stuttgart
www.akbw.de

Stadt Freiburg im Breisgau, Umweltschutzamt

Verena Hilgers, Klimaanpassungsmanagerin
Fehrenbachallee 12
79106 Freiburg im Breisgau
umweltschutzamt@stadt.freiburg.de

Eine Einbindung des Umweltamts und des Grünflächenamts der Stadt Freiburg i. Br. bereits während der Planung ist zielführend.

Weiterführende Informationen zur Fassadenbegrünung finden Sie hier:

Bundesverband GebäudeGrün e. V.:
www.gebaeudegruen.info

Kompetenzzentrum Gebäudebegrünung und Stadtklima e. V.: mail@pfoser.de

Leitfaden „Gebäude Begrünung Energie – Potenziale und Wechselwirkungen“, gefördert vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie der Forschungsinitiative Zukunft Bau:
www.baufachinformation.de/literatur.jsp?bu=2013109006683

Fachbuch „Vertikale Begrünung“: www.ulmer.de/USD-5764102/vertikale-begrueung.html

Verbindliche Anforderungen enthalten die Richtlinien zur Bauwerksbegrünung:
<https://shop.fll.de/de/bauwerksbegrueung.html>



Abb. 134

Abb. 259: Wandgebundene Begrünung (© Vertiko)

Literatur- und Internetverzeichnis

Althaus, C., P. Kiermeier & E. Schuppler (1991), in MBW Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein-Westfalen, Hrsg. (1991): Empfehlungen zur Fassadenbegrünung an öffentlichen Bauwerken. Düsseldorf.

Azkorra, Z., et al. (2015): Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics*, Vol. 89, March 2015, 46–56.

Bambach, G. (2012): Feuchtigkeit in Grünen Wänden messen und steuern, In: Tagungsband 5. FBB-Symposium Fassadenbegrünung am 24.10.2012. Frankfurt

Bartfelder, F., & M. Köhler (1987): Experimentelle Untersuchungen zur Funktion von Fassadenbegrünungen, PhD Technische Universität Berlin.

Baumann, R. (1980): Pflanzliche Verschattungselemente an der Gebäudeoberfläche als Maßnahme zur Reduzierung der Strahlungsbelastung unter sommerlichen Bedingungen. Kassel, S. 75.

Berchtold, M. et al. (2019): Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“. Freiburg, S. 33–34

Berlin – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Konzepte der Regenwasserbewirt-

schaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung, Berlin, Internetveröffentlichung in: www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt_gross.pdf [02.12.2017].

BfN, Bundesamt für Naturschutz (2017): Flora-Web, Internetveröffentlichung in: www.floraweb.de/index.html [09.12.2017].

Brandhorst, S. (2014): Pflege und Wartung wandgebundener Fassadenbegrünungen, Tagungsband 7. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2014 in Berlin am 15.10.2014, S. 51 ff., unter: www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/fbb-symposien/Fassaden_begrueenungssymposium/7_FBB-Fassaden_begrueenungssymposium_2014.pdf [30.11.2017]

Brandwein, T. (2009): Bemessungsdaten. Tabelle zu den Lasteinflüssen von Fassadenbegrünungen, unter: www.biotekt.de/fassadenbegrueenung/kletterhilfen-rankgitter [06.09.2009].

Brandwein, T. (2012): Kletterhilfen. Hinweise und Tipps zu Eignungsaspekten. Anbringungsweisen, Internetveröffentlichung in: www.biotekt.de/fassadenbegrueenung/kletterhilfen-rankgitter [12.01.2012].

Brandwein, T. (2014): Statistisches über Brände mit Kletterpflanzen und Strategien zu ihrer Vermeidung, unter: <https://www.fassadenbegrueenung-polygruen.de/portfolio-view/statistisches-ueber-braende-mit-kletterpflanzen-und-strategien-zu-ihrer-vermeidung> [20.10.2020]

- Brandwein, T. (2016): Kletterpflanzen Übersicht. Kletterpflanzen für Fassade und Kletterhilfe, bzw. Rankgitter. Ansprüche von Schlingpflanzen, Rankpflanzen, Spreiz- und Selbstklimmern bei der Begrünung gebauter Umwelt, Internetveröffentlichung in: www.fassadenbegrueung-poly-gruen.de/kletterpflanzen/uebersicht [13.05.2016].
- Brenneisen, S. (2003): Ökologisches Ausgleichspotenzial von extensiven Dachbegrünungen. Bedeutung des Ersatz-Ökotopts für den Arten- und Naturschutz und die Stadtentwicklungsplanung, Basel
- Brenneisen, S. (2014): Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen, Basel
BSU (2013): Mehr Stadt in der Stadt: Gemeinsam zu mehr Freiraumqualität in Hamburg
- Buchta, E., K.-W. Hirsch & C. Buchta (1984): Lärmindernde Wirkung von Bewuchs in Straßenschluchten und Höfen. Bonn.
- BuGG-Fachinformation „Biodiversitätsgründach“. Grundlagen, Planungshilfen, Praxisbeispiele, unter: https://www.ge-baeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-fachinfos/Biodiversitaetsgruendach/BuGG-Fachinformation_Biodiversitaetsgruendach_03-2020_1.pdf [10.05.2020]
- BUE (2017): Hamburgs Gründächer. Eine Ökonomische Bewertung, Hamburg
- Cheng, C. Y., et al. (2010): Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls. *Building and Environment* 45. Hongkong.
- Connelly, M./Hodgson, M. (2008): Thermal and Acoustical Performance of Green Roofs. Sound Transmission Loss of Green Roofs. Baltimore, S. 8, unter: https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/2008_grhc_connelly_hodgson.pdf [18.12.2017]
- DDV (2013): Fragen und Antworten; unter: www.dachgaertnerverband.de/faq/index.php [15.05.2013]
- Dettmar, J./Pfoser, N./Sieber, S. (2016): Gutachten Fassadenbegrünung. Zweck und Umfang der Förderung von Fassadenbegrünungssystemen im Rahmen von Klimaanpassungskonzepten. Beauftragt vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKUNLV), NRW, unter: www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/gutachten_fassadenbegrueung.pdf [23.07.2016]
- DeNardo, J. C. et al. (2005): Stormwater mitigation and surface temperature reduction by green roofs, In: *Transactions of the ASAE*, 48(4), pp. 1491–1496; unter: agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301024801 [17.03.2016]
- Deutscher Wetterdienst: 2018 wärmster Sommer im Norden und Osten Deutschlands, September 2018, https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180906_waermstersommer_nordenosten2018.pdf?__blob=publicationFile&v=7 [17.01.2018]
- Dörries, J./Zens, U. (2003): Multifunktionale Dachvegetation, In: *Garten und Landschaft* Jg. 113, Nr.10, S. 22 ff.
- Enzi, V., & B. Scharf (2012): Das Haus im „Grünen Pelz“. Bürogebäude der MA 48, Einsiedlergasse 2, 1050 Wien, In: *Wettbewerbe*, Jg. 36, Nr. 303, 2012, S. 14–19.
- Feldmann, J., M. Möser & R. Volz (2000): Umweltbelastung durch Verkehrsgeräusche sowie Aspekte der Schallausbreitung und Schallabsorption in Straßenschluchten, Symposium „Lärm senken“, 2000.
- Fischer, U. (2002): Optimierung von TWD-Speichersystemen unter Beachtung der Bauschadensfreiheit. Natürliche Begrünung als sommerlicher Überhitzungsschutz, Schlussbericht zum BMWi-Projekt 0335004 V/2. Cottbus, S. 27 ff.
- FLL (2000): Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen – Fassadenbegrünungsrichtlinie. Bonn
- FLL (2008): Dachbegrünungsrichtlinie. Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen, Bonn
- FLL (2015): Bewässerungsrichtlinie in Vegetationsflächen. Richtlinie für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, Bonn
- Frahm, J.P. (2008): Feinstaubreduktion an Straßenrändern durch Moosmatten, In: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): *Fachtagung Luftqualität an Straßen* 5.–6. März 2008. Bergisch Gladbach, S. 47.
- Franke, E. (1977): Stadtklima: Ergebnisse und Aspekte für die Stadtplanung. Stuttgart, S. 22.
- Gatersleben, B. & E. V. White (2010): Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty? *Journal of Environmental Psychology* (2010) 1–10.

GNF, Global Nature Fund (2017): Pers. Mitt.
Golbs, E. (2013): Konzepte zur Wärmebereitstellung mit Laub und kommunalem Grünschnitt, in: Stadt + Grün 01/2013, S. 45–49.

Großmann, G./Wackwitz, W.-D. (2005): Spalierobst. Stuttgart

Haeupler, H./Muer, T. (2007): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Stuttgart

Hämmerle, F. (2010): Die Wirtschaftlichkeit von Gründächern aus Sicht des Bauherrn. Eine Kosten-Nutzen-Analyse, unter: www.haemmerle-gruendach.de/artigr/wirtvongd.html [22.08.2013]

Harlaß, R. (2008): Verdunstung in bebauten Gebieten. Universität Dresden

Heusinger, J./Weber, S. (2017): Mikrometeorologische Quantifizierung der Energiebilanz, der Verdunstung und des CO₂-Austausches eines extensiven Gründaches, Braunschweig

Jauch, M. (2014): Aus Grau wird Grün – Optimierung der Evapotranspirations- und Kühlleistung extensiver Dachbegrünungen durch gezielte Nutzung von Grauwasser, Weihenstephan, Internetveröffentlichung in: www.hswt.de/forschung/forschungstransfer/2014/juni-2014/grauwasser.html [03.12.2017].

Kaiser, M. (2008): Kühlen mit Regenwasser. In: AEE - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE – Dachverband (Hrsg.): Erneuerbare Energie, Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft 2008-2, Sommerkomfort im Büro- und Verwaltungsbau.

Kiermeier, P. (2005): Lorenz von Ehren (Hrsg.): Pflanzenkatalog und Selektion. 3. Auflage. Hamburg.

Köhler, M. (1993): Fassaden- und Dachbegrünung. Stuttgart, S. 38, 49, 53.

Köhler, M. (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung, Köln.

Köhler, M., Kaiser, D., 2019. Evidence of the Climate Mitigation Effect of Green Roofs – A 20-Year Weather Study on an Extensive Green Roof (EGR) in Northeast Germany- buildings, unter: <https://www.mdpi.com/2075-5309/9/7/157> [24.01.2020]

Köhler, M./Malorny, W. (2009): Wärmeschutz durch extensive Gründächer, In: Venzmer, H.: Europäischer Sanierungskalender 2009, S. 195–212

Köhler, M./Nistor, C. (2015): Wandgebundene Begrünungen – Quantifizierung einer neuen Bauweise in der Klima-Architektur, Neubrandenburg, S. 183.

Köhler, M./Ottel  , M. (2012): Fassadenbegrünung, in: Köhler, M. (Hrsg.): Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung. Köln.

Krupka, B. (1992): Dachbegrünung. Pflanzen- und Vegetationsanwendung an Bauwerken, Stuttgart

Lagström, J. (2004): Do Extensive Green Roofs Reduce Noise? Malmö, S. 30; unter: greenroof.se/wp-gr/wp-content/uploads/2012/09/010-reduce-noice1.pdf [20.7.2013]

L  rmviewer Hessen, <http://laerm.hessen.de/mapapps/resources/apps/laerm/index.html?lang=de> [17.01.2018]

Ludwig, K. (1994): Kletterpflanzen. Auswahl, Planung, Pflege. München.

Lützkendorf, T. et al. (2013): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. München

LWG, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (2012): Gartenakademie – Einjährige Kletterpflanzen – bunte Himmelsst  rmer, Internetveröffentlichung in: www.lwg.bayern.de/gartenakademie/infoschriften/gartengestaltung_ziergarten/12894/ [23.07.2012].

Mann, G. (2000): Nutzen begrünter Dächer – eine Frage des Blickwinkels, Ditzingen

Mann, G. (1996): Faunistische Untersuchungen von drei Dachbegrünungen in Linz. Dachbegrünungen als ökologische Ausgleichsflächen, In:   ko-L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz 18/3. Linz, S. 5

Nebel, M. (2018): Die Mooswand in Stuttgart. Mit Moosen gegen Luftschadstoffe?, in: Umwelt Zentrum Braunschweig e.V. (Hrsg.): Umweltzeitung. September/Okttober 2018, S. 26–27

Noder, J. (2019): Begrünte Fassaden aus brandschutztechnischer Sicht, unter: https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-vortraege/11_fassade_duesseldorf_2019/Julia_Noder_Brandverhalten_Fassadengruen.pdf [16.10.2020]

Ottel  , M., et al. (2011): Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. Building and Environment 46, S. 2287–2294.

- Pfoser, N. (2015): Sky Farming. Vortrag im Rahmen des Technik-Salons, Leibniz Universität Hannover, 12. November 2015
- Pfoser, N. (2016): Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung, unter: <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/5587/> [21.07.2016]
- Pfoser, N. (2018): Vertikale Begrünung. Stuttgart
- Pfoser, N./Jenner, N. et al. (2014): Gebäude Begrünung Energie – Potenziale und Wechselwirkungen. Bonn
- Preiss, J. et al. (2013): Leitfaden Fassadenbegrünung, unter: www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegruenung-leitfaden.pdf [20.09.2019]
- Pugh, T. A. M., et al. (2012): Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons, unter: *Environmental science & technology*, 46 (14), S. 7692–7699, Internetveröffentlichung in: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22663154 (02.12.2017).
- Rath, J., K. Kiessl & K. Gertis (1988): Bauforschungsbericht. Auswirkungen von Fassadenbegrünung auf den Wärme- und Feuchtehaushalt von Außenwänden und Schadensrisiko. Stuttgart, S. 19, 27, 32, 34.
- Scharf, B./Pitha, U./Trimmel, H. (2012): Thermal performance of green roofs. World Green Roof Congress, Copenhagen, Sept. 2012
- Scharf, B., U. Pitha & S. Oberarzbacher (2012): Living Walls – more than scenic beauties, in: IFLA – International Federation of Landscape Architects, *Landscapes in Transition*.
- Schlößer, S. (2003): Zur Akzeptanz von Fassadenbegrünung. Meinungsbild Kölner Bürger – eine Bevölkerungsbefragung, PhD Universität Köln.
- Schmidt, M. (2003): Energy saving strategies through the greening of buildings. The example of the Institute of Physics of the Humboldt-University in Berlin-Adlershof, Germany. Proceedings World Energy and Climate Event, Rio de Janeiro, Brasilien, pp. 481–487; unter: www.gebaeudekuehlung.de/Rio2003.pdf [30.08.2013]
- Schmidt, M. (2008): Gebäudebegrünung und Verdunstung. *Garten + Landschaft. Eco Value* 1/2008, S. 15–18.
- Schmidt, M. (2015): Begrünte Fassaden als Baustein des energieeffizienten Bauens. Vortrag am 09.06.2015, Hochschule Ostwestfalen-Lippe.
- Schröder, F.-G. (2009): Automatisierte, biologische, senkrechte, städtische Fassadenbegrünung mit dekorativen funktionellen Parametern; Abschlussbericht zum Kooperationsprojekt im Rahmen von PRO INNO II; Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Dresden.
- Slama (2011): Anlage 1. Mustererlass der ARGE-BAU „Brandverhalten begrünter Dächer“ von Juni 1989, unter: www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/fbb-untersuchungen/F004_brandschutz.pdf [16.12.2017]
- Suda, J./Rudolf-Miklau, F. (2012): Bauen und Naturgefahren: Handbuch für konstruktiven Gebäudeschutz, S. 133
- Sukopp, H., & R. Wittig (1998): Stadtökologie. Ein Fachbuch für Studium und Praxis. Stuttgart, S. 125 ff.
- Taraba, S. (2012): Kletterpflanzen, Internetveröffentlichung in: www.fassadengruen.de [10.02.2012].
- Thönnessen, M. (2002): Elementdynamik in Fassadenbegrünendem wilden Wein. *Kölner Geographische Arbeiten*, Heft 78. Köln.
- Tomik, S. (2019): Lungenärzte für Luftreinhaltung. Grenzwerte aber umstritten, in *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (Hrsg.), 25.01.2019)
- UMSICHT – Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (2011): *inFarming. Landwirtschaft auf dem Dach der Forschung*, unter: <https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2011/infarming.html> [27.01.2020]
- Umwelt Bundesamt, Unterschied zwischen Außenluft- und Arbeitsplatzgrenzwert für NO₂, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/unterschied-zwischen-aussenluft> [17.01.2018]
- Van Renterghem, T./Botteldooren, D. (2008): Numerical evaluation of sound propagating over green roofs, In: *Journal of Sound and Vibration* 317 (3-5), S. 781-799
- Volm, C. (2002): Innenraumbegrünung in Theorie und Praxis. Stuttgart, S. 28–30.
- Weber, M. (2011): Positive Wirkungen begrünter Dächer – Zusammenstellung positiver Fakten aus aller Welt. Diplomarbeit im Studiengang Landschaftsarchitektur. FH Erfurt, 2011
- Wölfl, K. (2011): Dachbegrünung erhöht Erträge der Photovoltaik, Internetveröffentlichung in:

www.zinco.de/dachbegrünung-erhöht-erträge-der-photovoltaik [13.05.2013].

Wong, N. H., et al. (2010 a): Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls, In: *Building and Environment*, 45 (2), S. 411–420, Internetveröffentlichung, unter: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132309001632 [02.05.2011].

Wong, N. H., et al. (2010 b): Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, In: *Building and Environment*, 45 (3), S. 663–672, Internetveröffentlichung in: linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/ [02.05.2011].

ZALF – Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung/inter 3 GmbH Institut für Ressourcenmanagement/Institut für Stadt- und Regionalplanung der Technischen Universität Berlin (ISR), Fachgebiet Stadt- und Regionalökonomie (2012): *Es wächst etwas auf dem Dach. Dachgewächshäuser, Idee, Planung, Umsetzung. ZFarm, städtische Landwirtschaft der Zukunft*, unter: http://www.zalf.de/ht-mlsites/zfarm/Documents/leitfaden/dachgewaechshaeu-ser_leitfaden.pdf [12.05.2020]

Zimmermann, P. (1987): Dachbegrünung Eine ökologische Untersuchung auf Kiesdach, extensiv und intensiv begrünten Dächern, in: *Veröffentlichung für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg* (62). Karlsruhe, S. 545–547

