

GREENBIM2

Green Information Modelling and Operation: Transformation der Grünen Branche durch Digitalisierung

Bauwerksbegrünung

Fokus Vegetationstechnik

GreenBIM Summerschool 2024

Ralf Dopheide, Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Wien, 02.07.2024

Gebäudebegrünungen...

- ...verhindern das starke Aufheizen der Gebäude im Sommer, wodurch sich die Luft nachts besser abkühlen kann.
- ...stellen Biotope für viele Tierarten dar.
- ...halten Regenwasser zurück und geben dieses langsam ab.
- ...reinigen die Luft.



Bildquelle: Zinco

Gebäudebegrünung im eigenen Garten

- Bewachsene Pergolen als kühlende Blätterdächer
- Begrünte Garagen und Carports



Unterscheidung Bauwerksbegrünung

Dachbegrünungen



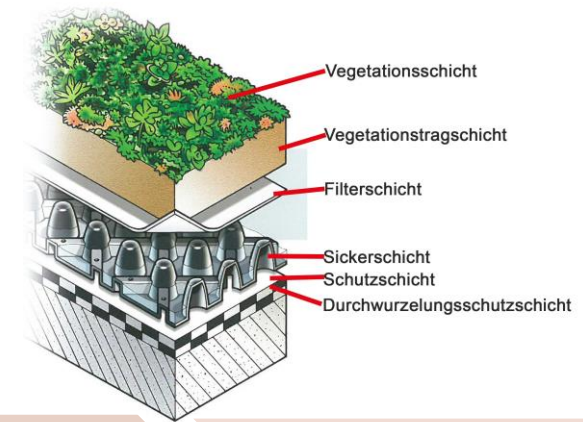
Vertikalbegrünungen



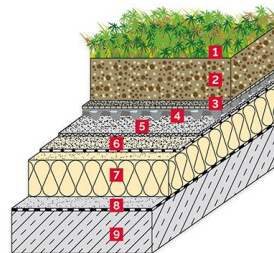
Typen Dachbegrünung

nach ÖNORM L 1131

Dachbegrünung Aufbau Extensiv



Warmdach



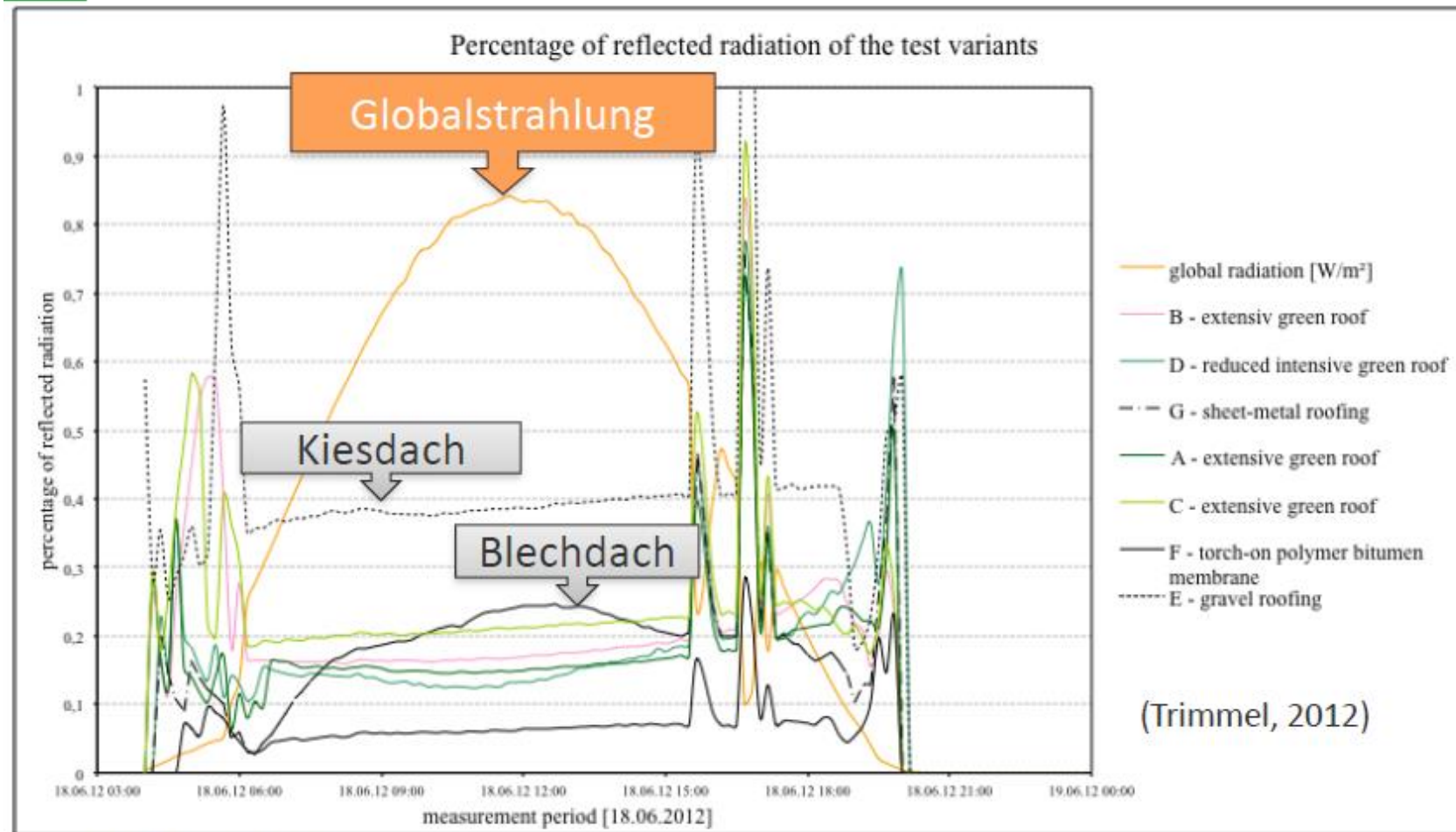
- 1 Vegetationsschicht
- 2 Optigrün-Substrat
- 3 Optigrün-Filtervlies
- 4 Optigrün-Festkörperdränage FKD
- 5 Optigrün-Trenn-, Schutz und Speichervlies RMS
- 6 Dachabdichtung (wurzelfest nach FLL)
- 7 Wärmedämmung
- 8 Dampfsperre
- 9 Betondecke

Positive Wirkungen von Dachbegrünungen



© Fricke

Mikroklima | Albedo | Dachbegrünungen



© Pitha, Enzi, 2010

Vorteile von Dachbegrünungen

- Dachbegrünung: 13% bis 21%
- Blechdach: 24%
- Kiesdach: 38%

Dachbegrünungen reflektieren signifikant weniger Globalstrahlung, sie absorbieren und speichern sie.

Dies resultiert aber nicht in Aufheizung der Materialien: die **Evapotranspiration** und von Pflanzen und Substraten wandelt eintreffende Energie in latente Wärmeströme um, dabei entsteht Verdunstungskühle (Effekt der aktiven Oberfläche).

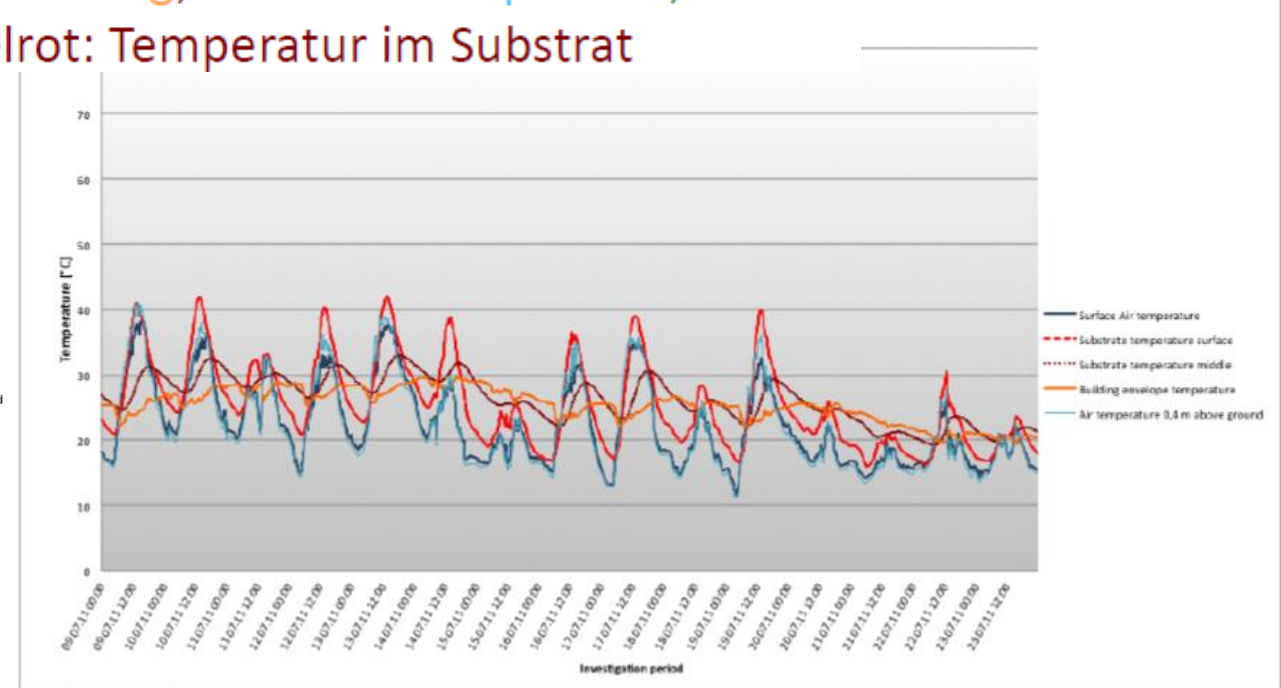
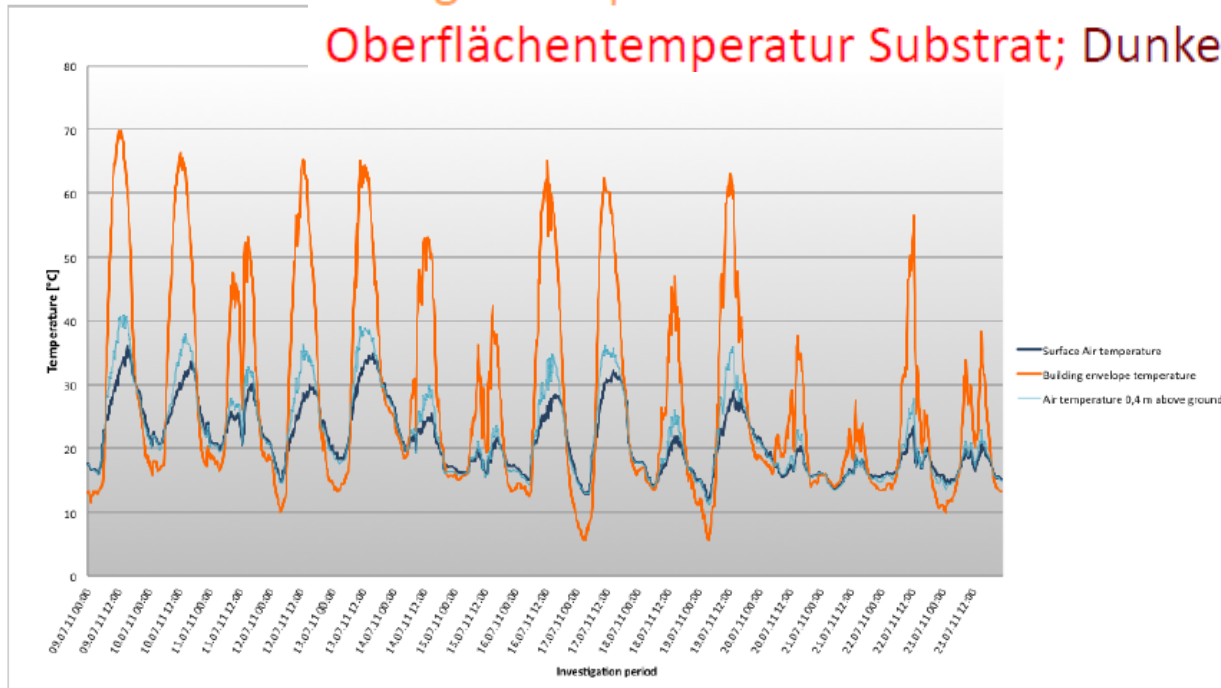
Dachbegrünungen reagieren daher als Puffersystem: in der Dachbegrünung steigt die Temperatur nicht über die umgebende Lufttemperatur an. Sie schützen das Gebäude und verlängern so die Materiallebensdauer.



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Doppeide e.U.

Mikroklima | Temperaturprofile

Orange: Temperatur an der Gebäudeabdichtung; Blau: Lufttemperatur; Rot:
 Oberflächentemperatur Substrat; Dunkelrot: Temperatur im Substrat



© Pitha, Enzi, 2010

Wasserspeicherwirkung extensive Dachbegrünung

Wasserrückhalt im Jahresmittel in %
(Mehrjährige Ermittlungen für
Standorte mit 650 – 800 mm Jahresniederschlag):

Extensivbegrünungen:
50 bis 60 %

Intensivbegrünungen:
60 bis über 90 % (100%)



Sickerwasserabfluss einer extensiven Dachbegrünung bei einem 100-jährigem Regenereignis
(Extensive Dachbegrünung = Schichtstärke des durchwurzelbaren Substrates liegt bei 10 - 15 cm)

www.gruenstadtklima.at

Aufbau und Funktionsweisen

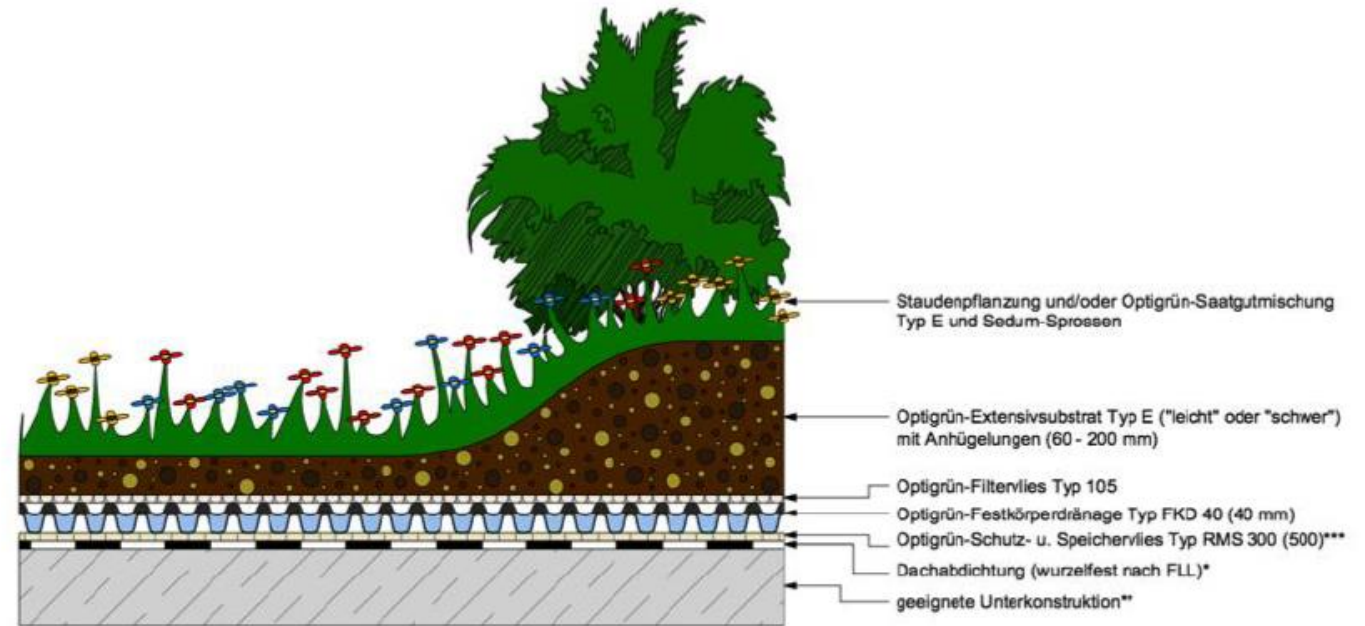
- Pflanzebene –
- Vegetationstragschicht
- Filterschicht
- Dränschicht
- Schutzlage
- Wurzelschicht
- Dachaufbau



Quelle: Optigrün

Systemaufbau - mehrschichtig

Begrünungsart	Gesamtdicke des Begrünungsaufbaues
Intensivbegrünungen hoher Pflegeaufwand, regelmäßige Bewässerung	
Rasen	≥ 20 cm
niedrige Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 20 cm
mittelhohe Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 25 cm
höhere Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 35 cm
Solitärsträucher und Kleinbäume	≥ 50 cm
Bäume	≥ 80 cm
Reduzierte Intensivbegrünungen mittlerer Pflegeaufwand, in Trockenperioden ausreichende Bewässerung	
Wildstauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 15 cm
Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 20 cm
Gehölz-Begrünungen	≥ 25 cm
Extensivbegrünungen geringer Pflegeaufwand, ohne zusätzliche Bewässerung	
Sedum-Moos-Kraut-Begrünungen	≥ 10 cm
Sedum-Gras-Kraut-Begrünungen	≥ 12 cm
Gras-Kraut-Begrünungen	≥ 19 cm
Reduzierte Extensivbegrünungen geringer Pflegeaufwand, ohne zusätzliche Bewässerung	
Sedum-Moos-Begrünungen	≥ 8 cm



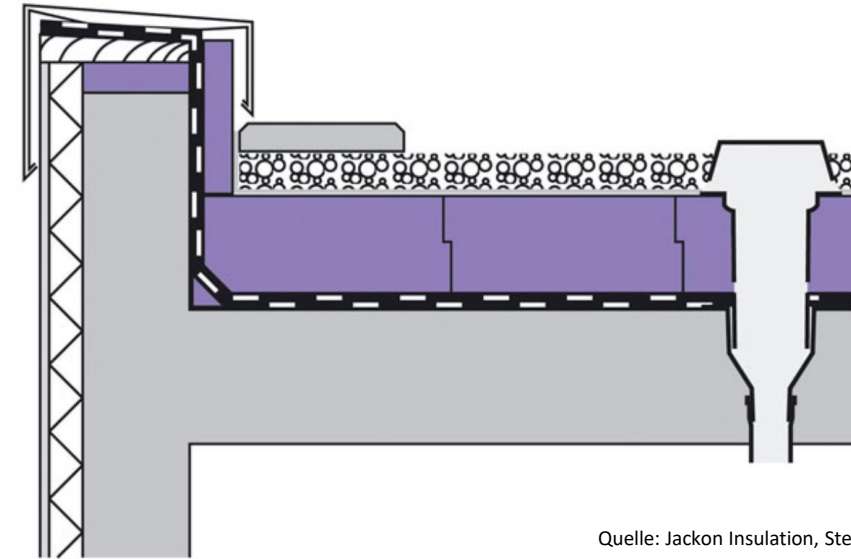
Quelle: Optigrün

Grundlegendes zur Planung /1

Ausnahmestandort (Wind, Strahlung, Versorgung, Ressource Boden)

BEGRÜNUNGSZIEL!

- Rechtliche Grundlagen (Eigentumsverhältnisse)
- Statik
- Dachbauart und Eignung (Bauphysik: Warmdach, Kaltdach, **Umkehrdach (keine Einschichtbauweisen)**)
- Dämmung, Dampfsperren, Hinterlüftung, Wurzelfeste Abdichtung
- Einfassung und Anschlüsse
- Dachgefälle Flachdach (1,8% - 9%)
- Zusatzmaßnahmen Steildach (Neigung 22 °°, 45)
- Entwässerungseinrichtungen
- Zugänglichkeit und Sicherheit Errichtung und Pflege
- Anschlussverfügbarkeit und Steuerung: Künstliche Bewässerung



Quelle: Jackson Insulation, Steinhagen

Grundlegendes zur Planung /2

- Funktion und Nutzung, Begrünungsziel (z.B. Ästhetik oder Ökologie)
- Standort und kleinklimatische Verhältnisse (Verschattung, Größe, Lage, Exposition)
- Wartungs- und Pflegeintensität
- Haustechnik Anschlussverfügbarkeit und Steuerung: Künstliche Bewässerung
- Vegetationstechnik (Substrate, Begrünungsaufbau, Pflanzenartenauswahl, etc.)
- Regionalität und Nachhaltigkeit Materialien
- Kostenermittlung
- Individuelle Anforderungen der Projekte
- Fördermöglichkeiten



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Systematik Vertikalbegrünungen [lt. ÖNORM L 1136]



- Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern
kostengünstige Herstellung – geringer Pflegeaufwand



- Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen



- Troggebundene Vertikalbegrünung

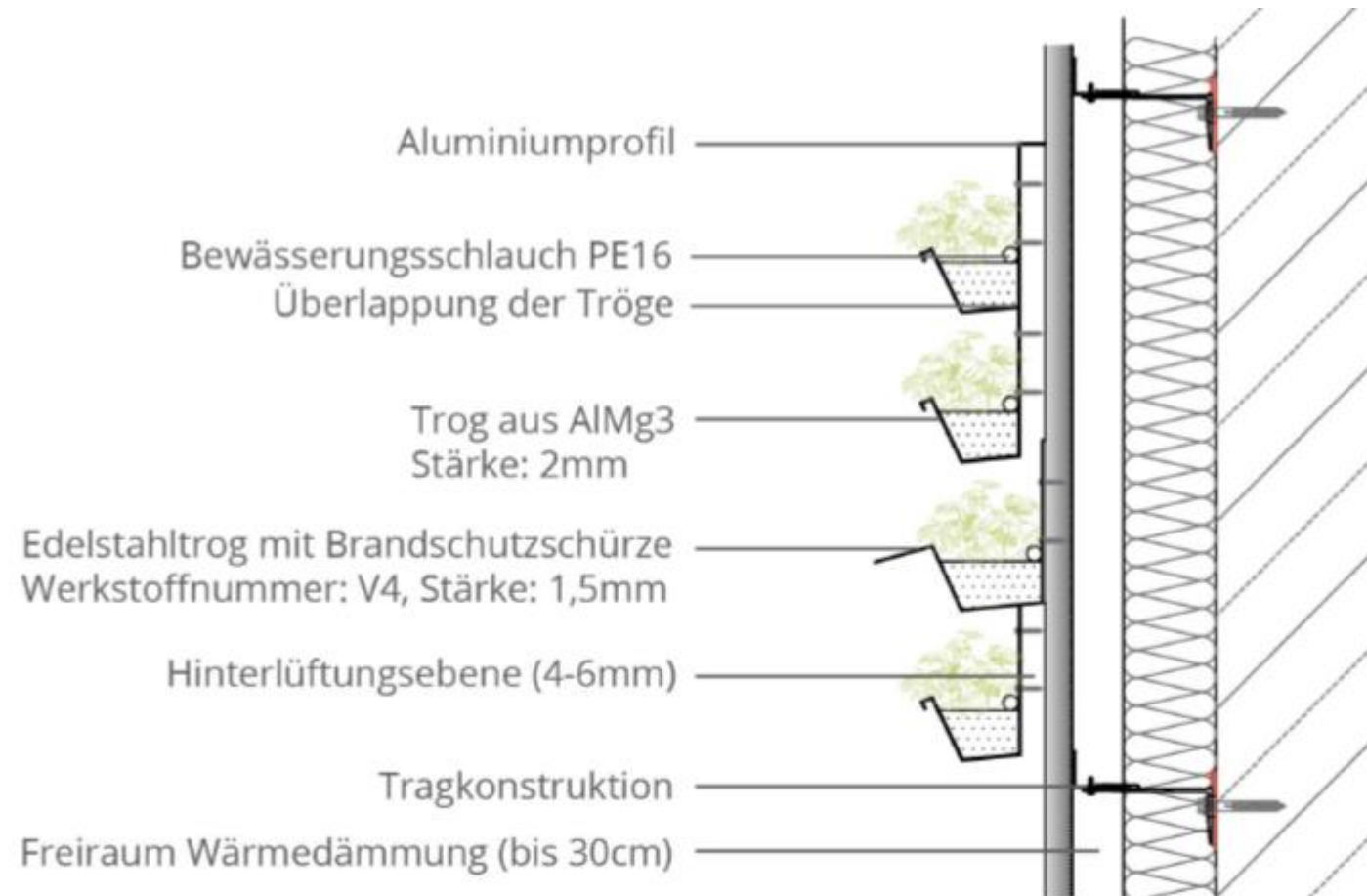


- Wandgebundene Vertikalbegrünung – Teilflächige Vegetationsträger
hohe Herstellungskosten – höherer Pflegeaufwand



- Wandgebundene Vertikalbegrünung – Vollflächige Vegetationsträger

Vertikalbegrünung - teilflächig



Quelle: Techmetall

MA 48 – fassadengebunden - teilflächig



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Messbare Leistungen /1

- Oberflächentemperaturen (Reduktion zwischen 8-19°C)
- Verdunstung(280 kWh/Fassade/Tag)
- Wärmeinseleffekt(-5°C Lufttemperatur an extremen Hitzetagen)
- Luftfeuchte(20-40% höhere rel. Luftfeuchte im Sommer, 2-8% im Winter)



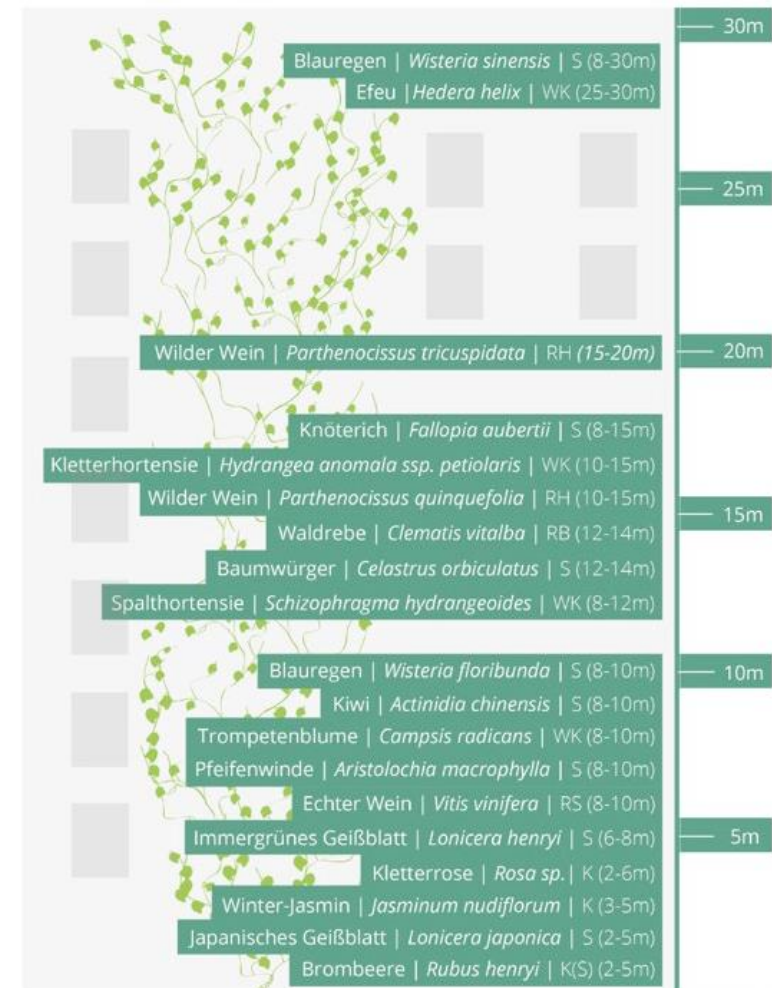
Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Messbare Leistungen /2

- **Biomasse**(Laubfall bodengebundener Kletterpflanzen Brennwert 23 MWh/ha)
- **Luftreinigung/Schadstoffbindung**(2,3 kg CO₂/m²a 2 t CO₂ im Jahr Bindung bei Efeu, 1,7 kg O₂/m²a Sauerstoff, 4-6g/m² gebundener Staub nach 1 Vegetationsperiode=71% lungengängige Stoffe)
- **Dämmung**(Systemabhängig: +7° C VHF, +3° C Efeu, Wärmedurchfluss auf Hälfte reduziert-MA 48)
- **Lärmschutz**(2,7-5 dB bei Efeu und Wildem Wein, 4-9 dB bei Wandgebundenen Systemen)
- **Sonnenschutz/Verschattung/Wirtschaftlichkeit** (40-80% Sonneneinstrahlung absorbiert bzw. reflektiert, Verschattungsrate laubabwerfende Kletterpflanzen von 70-95%, Kühlkostensparnis 43%, Primärenergieeinsparung 26% im Vergleich zu konventionellem Sonnenschutz)
- **Biodiversität** (Fledermäuse, Vögel und Insekten als Profiteure, Fokus Efeu)
- **Akzeptanz** (84% der BewohnerInnen von begrünten und 68% von unbegrünten Häusern stehen Fassadenbegrünung positiv gegenüber, lokale Identität, Naturbewusstsein, Naturerinnerung)

Wuchs- und Begrünungshöhen bei Kletterpflanzen

- Efeu: Achtung! lichtfliehende Triebe
- Blauregen:
Wisteria sinensis: bis 30m hoch
W. floribunda: bis 10m hoch



Aus: Leitfaden
Fassadenbegrünung
der Stadt Wien
2019, © MA 22

Wuchsformen

Einteilung der Kletterpflanzen nach Wuchsform:

Selbstklimmer:



Wurzelkletterer
(z.B. Efeu)



Haftscheibenranker
(z.B. Wilder Wein)



Schlinger/Winder
(z.B. Blauregen)



Blattranker
(z.B. Waldrebe)



Sprossranker
(z.B. Weinrebe)



Spreizklimmer
(z.B. Kletterrosen)

Bei Kletterpflanzen unterscheidet man zwischen **selbstklimmenden** Kletterpflanzen wie z.B. Wilder Wein und **Gerüstkletterpflanzen**, die

eine Hilfe zum Klettern benötigen. Je nach Kletterstrategie und Haftorganen kommen **unterschiedliche Rankhilfen** zum Einsatz.



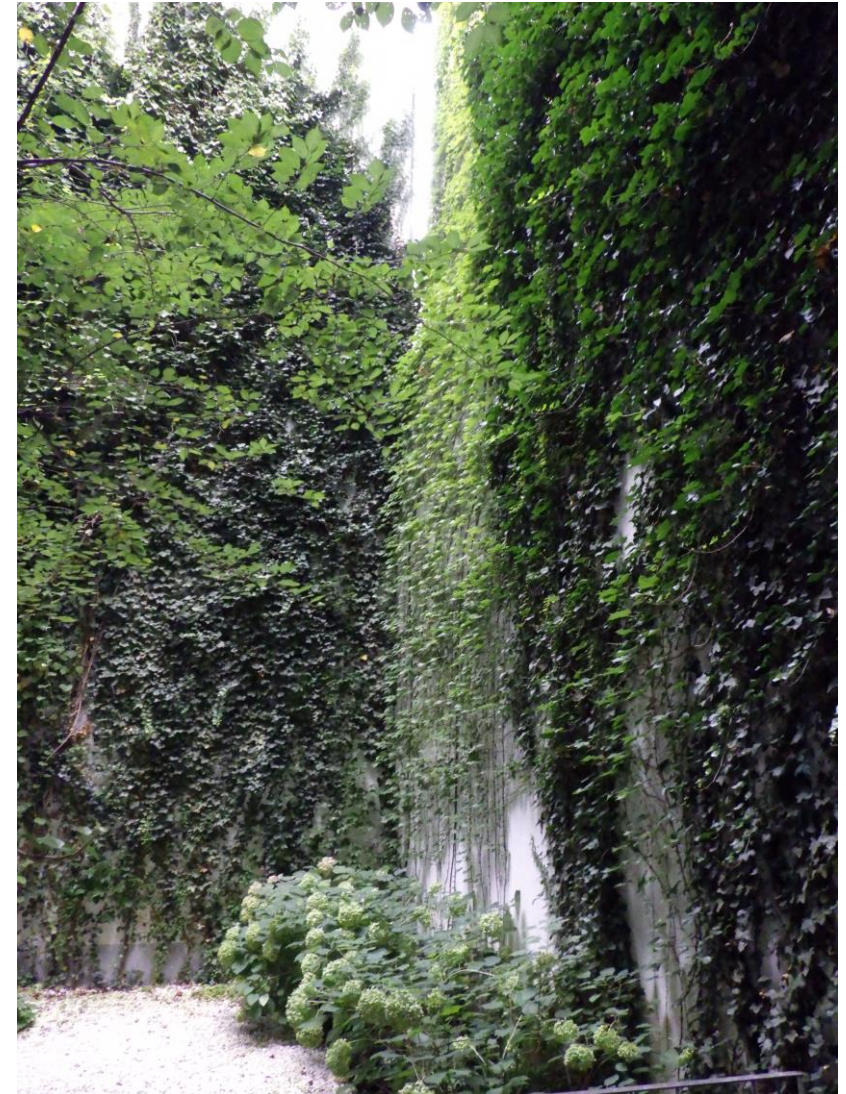
Aus: Leitfaden
Fassadenbegrünung
der Stadt Wien
2019, © MA 22

Privathaus, 1080 Wien

- Überwuchs von Begrünung auf Nachbargrundstücke
- Zuständigkeit Fenster freihalten



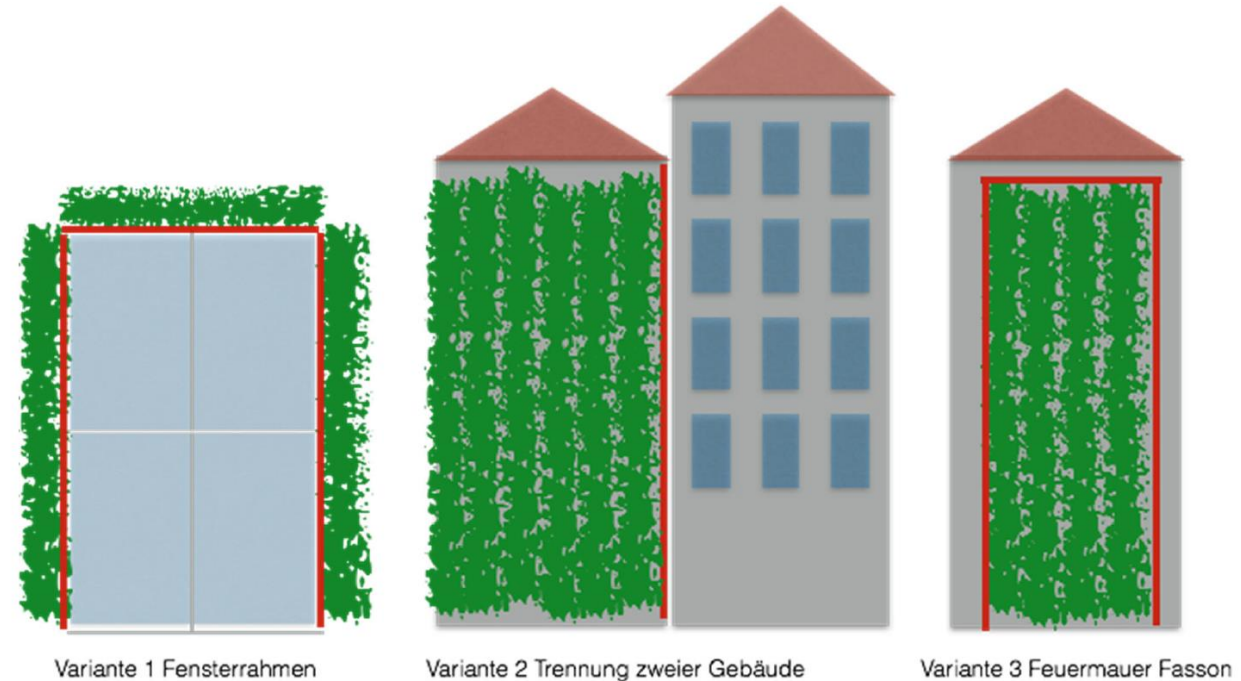
'Veitchii' Überwuchsleiste



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Praxistipp: Überwuchsleiste für Selbstklimmer

- Variante 1: Freihalten von Fensterflächen
- Variante 2: Hinderung vor Überwachsen auf andere Gebäude (unterschiedliche Besitzverhältnisse)
- Variante 3: Vorgabe der Bewuchsfläche auf Feuermauern
- Metall-Leiste 20 cm auskragend erfüllt auch Brandschutzerfordernisse



Aus: Leitfaden
Fassadenbegrünung
der Stadt Wien
2019, © MA 22

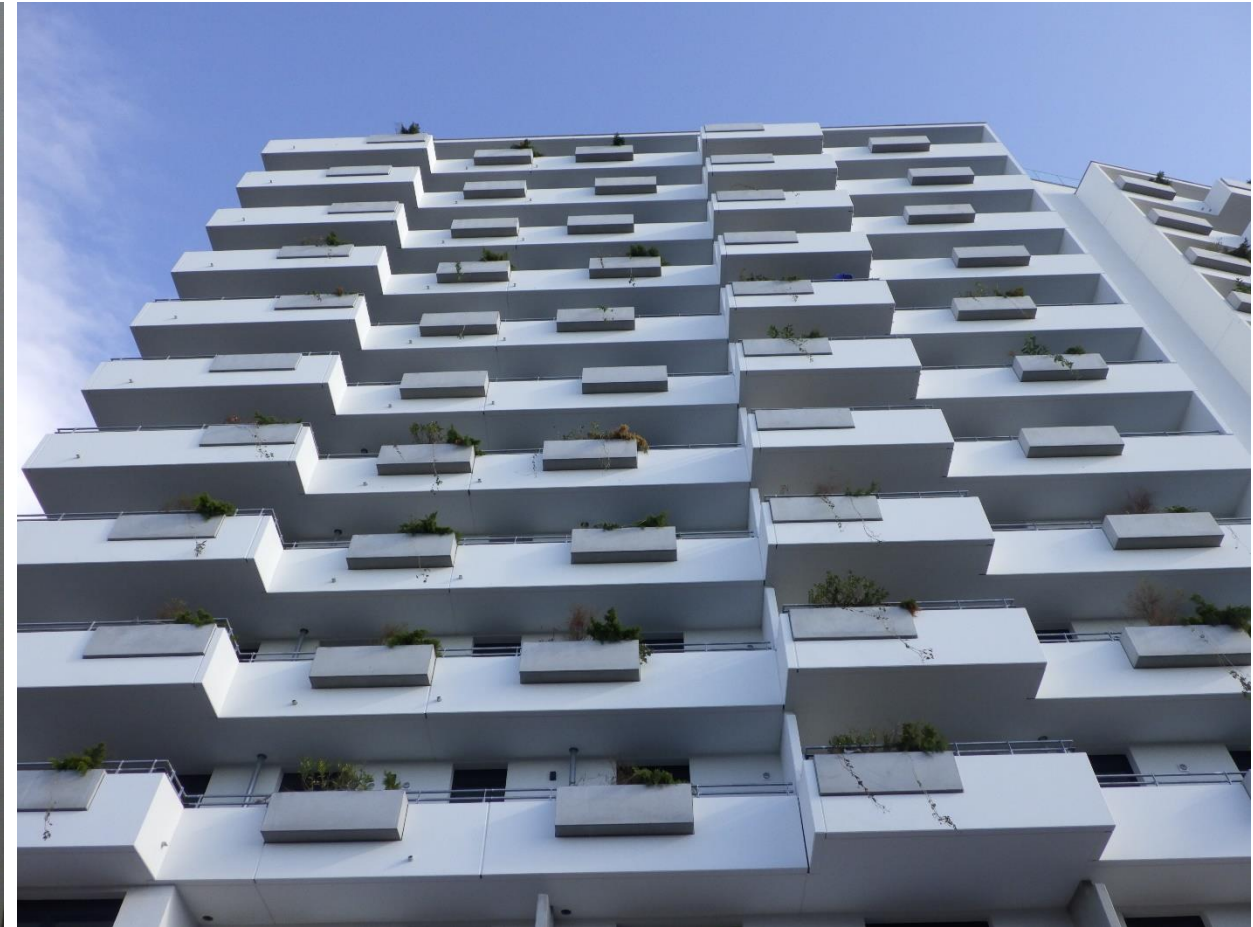


Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Biotope City



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Zotter Schokolademanufaktur



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

wandgebunden - teilflächig



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

wandgebunden - vollflächig



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Apollo-/Schottenfeldgasse, 1070 Wien

- Fehlende Dokumentation über Leitungsverlegung (Bewässerung)
- Keine Druckprobe möglich
- Leitungen unzugänglich verlegt
- Zugänglichkeit Grünpflege

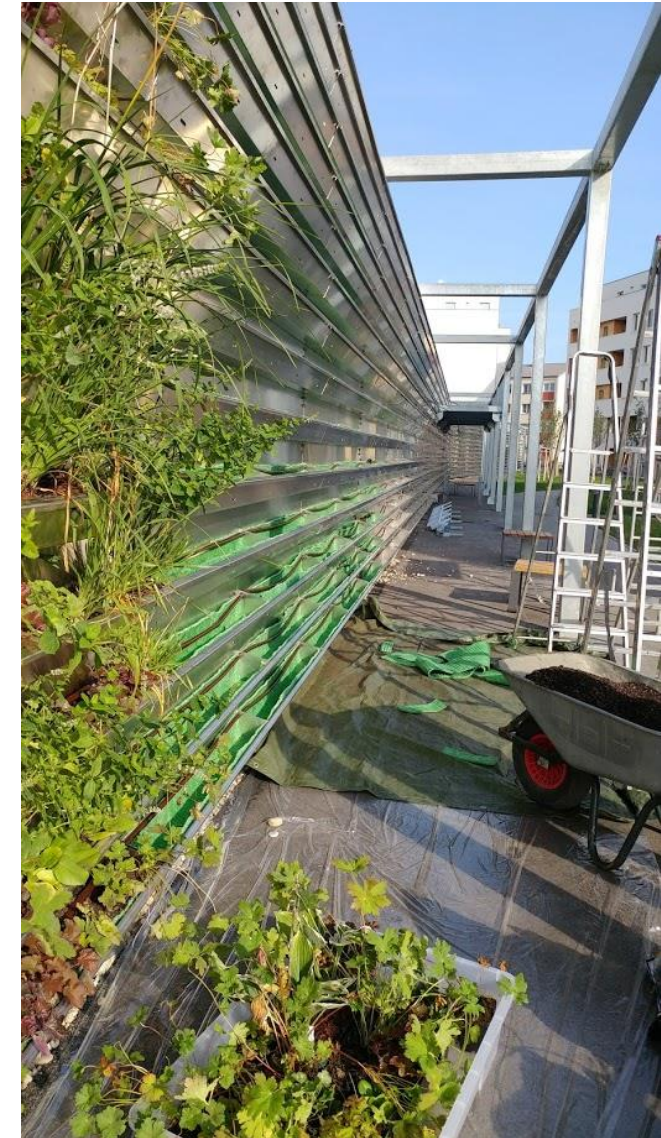


Gartenregal 'Florasdorf'



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Gartenregal 'Florasdorf'



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

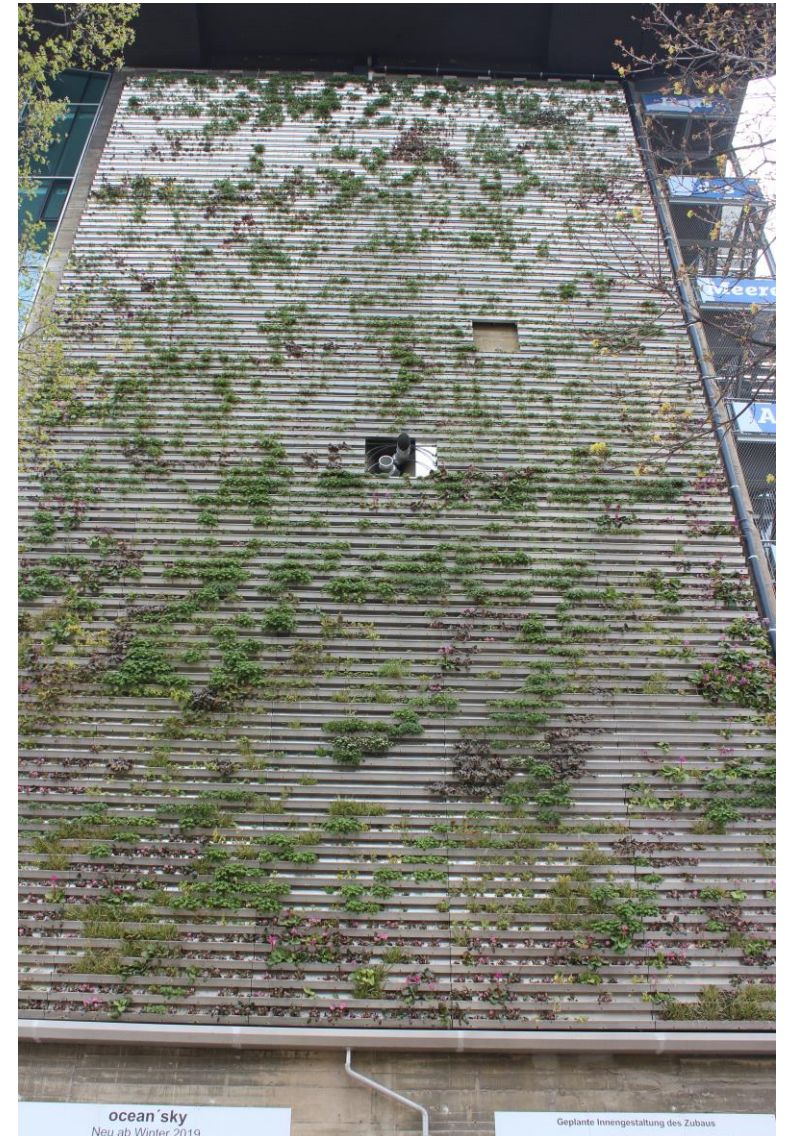
Grünpflege



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Doppeide e.U.

Grünpflege



Bundesministerium

Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.



Quelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.



Boutiquehotel Stadthalle, 1150 Wien

- Versch. Begrünungssysteme
Indoor & Outdoor
- ehemals Regenwassernutzung
→ Reinigung Wasser



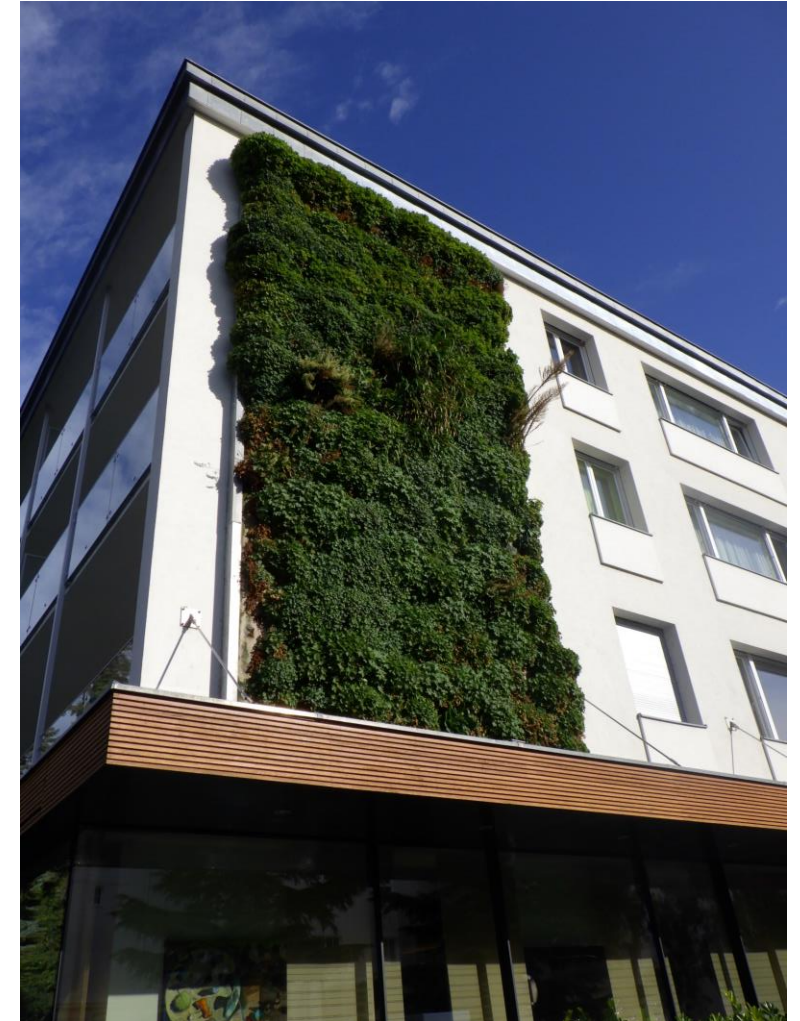
Hängende Gärten, 1050 Wien

- Zugänglichkeit Pflege und Wartung
- Dauerhaftigkeit / Austausch?



At the Park Hotel, Baden bei Wien

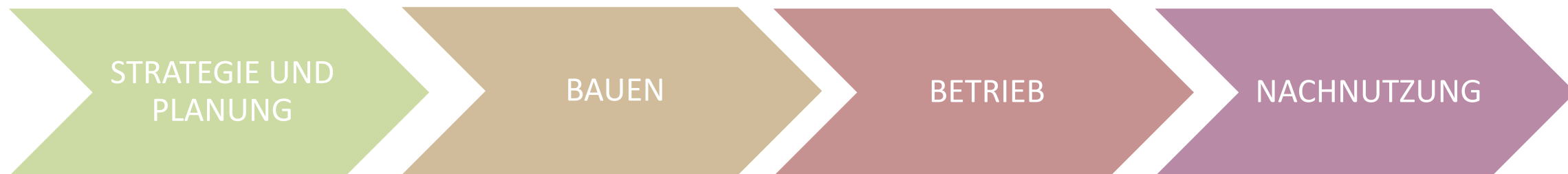
- Vollflächiger Vegetationsträger
- Wasserbedarf ~ 70 m³/Jahr
- Erfahrungen zu organischem Dünger und Pflanzenschutz



ÖBB Headquarter, 1100 Wien

- Über 40 Grünwände in Meetingräumen und Aufenthaltsbereichen
- Während Planungsphase berücksichtigt
- Kommunikation mit NutzerInnen über App
- Beleuchtung Metall-Halogenleuchten
- Wasserabfluss über Blätter (Auffangbehälter zu klein?)





Planungsfehler ziehen sich durch alle weiteren Phasen

Ausführungsfehler ziehen sich durch alle weiteren Phasen

Dokumentation (Plan/Technik) unzureichend

Fehlentscheidungen werden getroffen (Begrünungslösung passt nicht zum Standort)

Schlechte Zugänglichkeiten
Komponenten der Begrünung nicht/schlecht erreichbar

Fehlende Ankerpunkte für Einsatz von Industrielletter-Unternehmen bzw. Anleitung

Fehlende Einbindung von ausführenden Fachfirmen

Keine/unzureichende Abstimmung von Landschaftsarchitektur und relevanten Gewerken

Nichtberücksichtigung von technischen Vorkehrungen zur einfacheren Grünpflege und Wartung

Technische Reduzierung im Rahmen der Ausführungsarbeiten

Fehlende Ankerpunkte

Fehlende oder unzureichende Dokumentation der Herstellungsarbeiten

Pflegehandbuch wird nicht geführt

Ausbleiben bzw. Aussetzen der **jährlichen Pflege & Wartung**

Inspektionsblick und regelmäßige Kontrolle unterbleibt

fehlende Kompetenzen, unklare Zuständigkeiten

ÖNORM L 1136

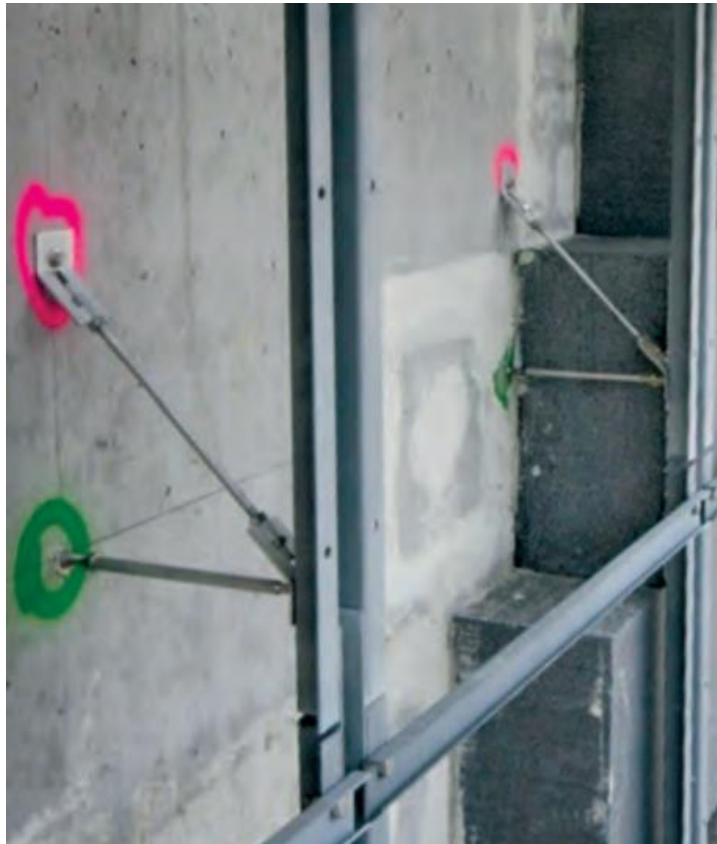
ÖNORM L 1136:2021-04

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe	5
4 Begrünungskategorien.....	6
4.1 Allgemeines.....	6
4.2 Kategorisierung.....	6
4.2.1 Kategorie I: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern.....	7
4.2.2 Kategorie II: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen.....	7
4.2.3 Kategorie III: Trogebundene Vertikalbegrünung	7
4.2.4 Kategorie IV: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern.....	7
4.2.5 Kategorie V: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern.....	8

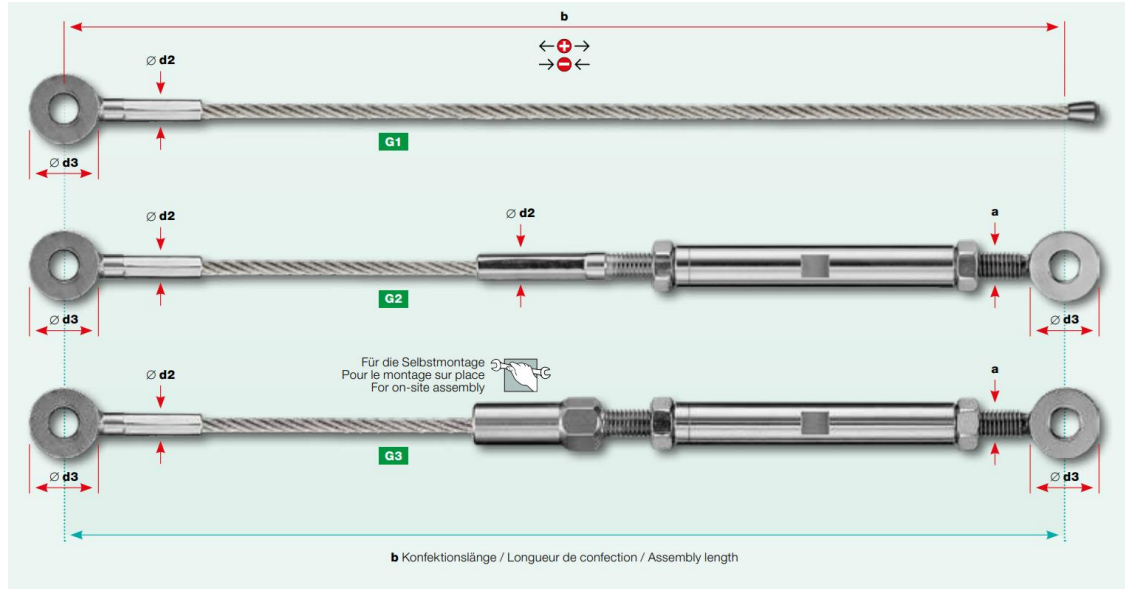


Unterkonstruktionen

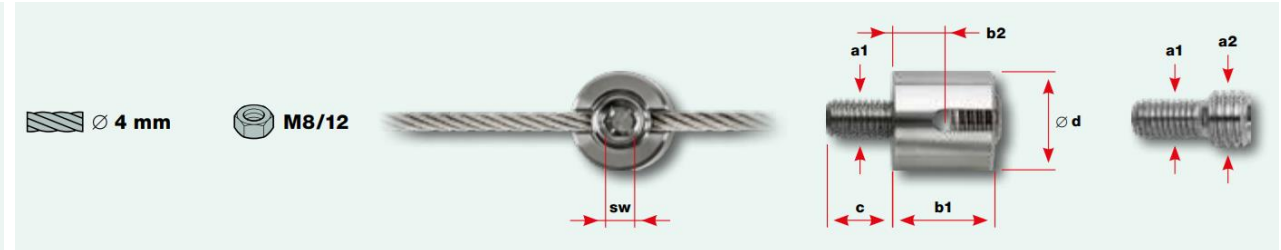


Ranksystem Geometrische Daten und Attribute sowie Detaillierungsgrad

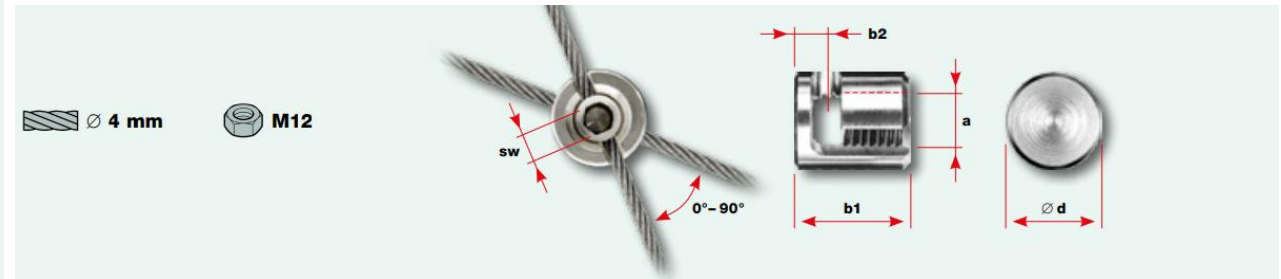
Seilfigur



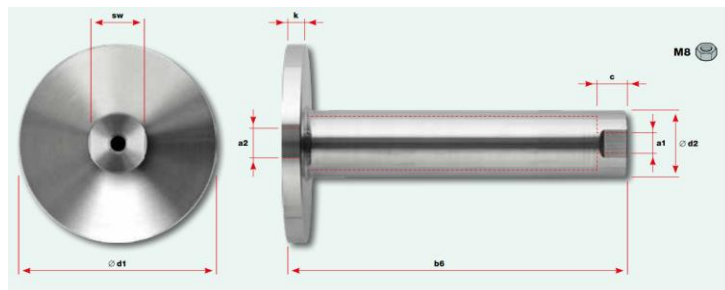
verschiedene Arten der Seilführung



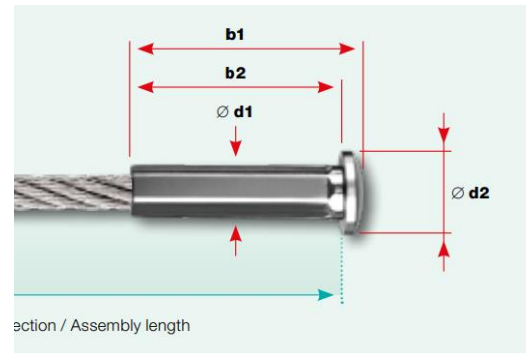
unterschiedliche Seilkreuz



Distanzhalter



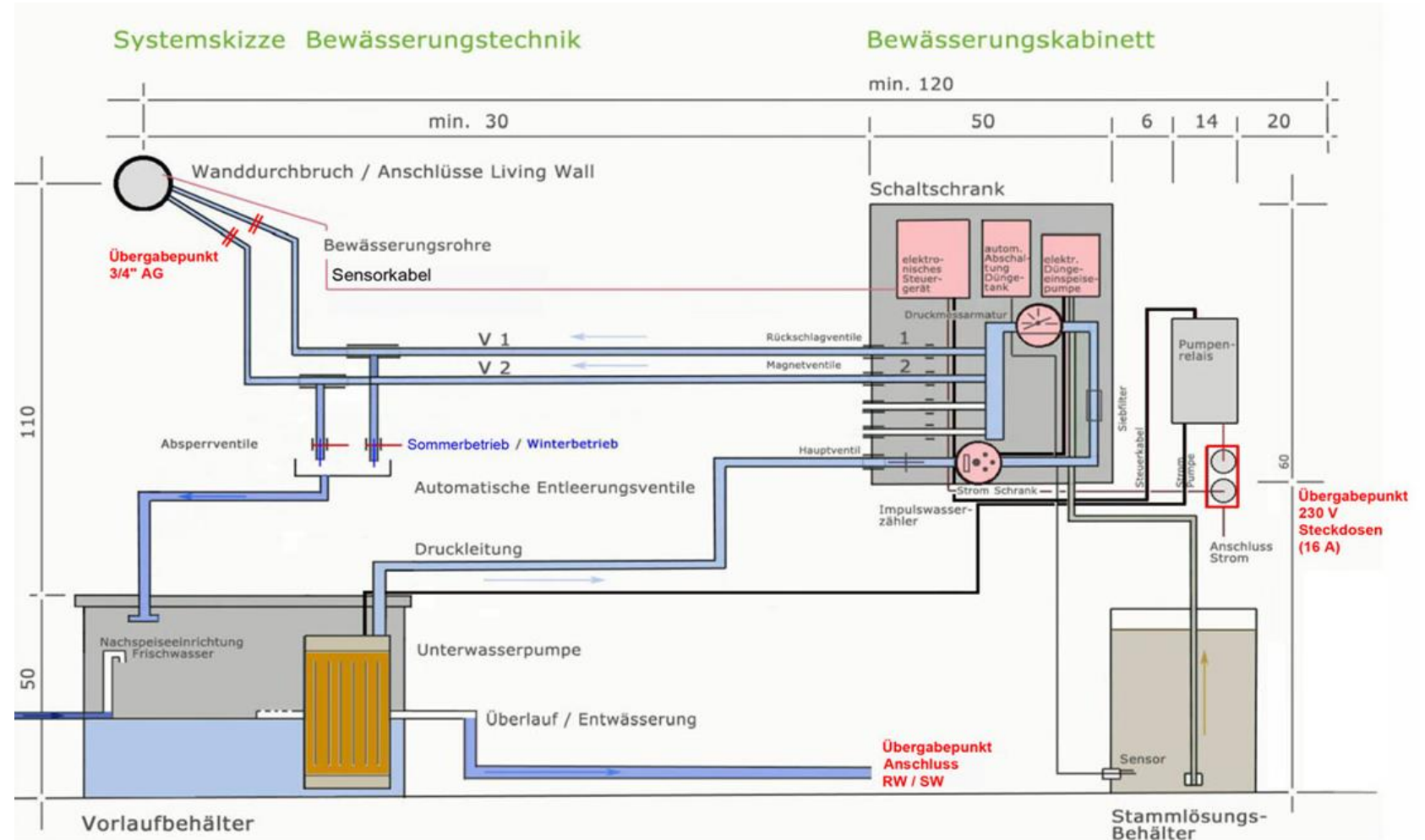
Endhülse



- Gewinde
- Schrauben
- Unterlegscheiben

Bewässerungstechnik

- Technikraum
- Leitungen
- Verankerungen
- Durchbrüche
- Entwässerung
- Stromleitungen
- etc.



Bewässerungstechnik



- Steuercomputer
- Ventile
- Bewässerungsleitungen
- Verbindungsstücke
- Tropfschläuche
- Sensoren
- u.v.m.

Empfehlungen für Planung und Ausführung

Umsichtige Planung:

- **Auswahl des „richtigen“ Begrünungssystems:** nicht jedes Grünwandsystem eignet sich für jeden Standort, Objekt, Exposition, Schattenwurf Nachbargebäude
- **„Reserven“ vorsehen:** Art und Umfang der Bewässerungszuleitungen sind i.d.R. begrenzt, Wasserzufuhr von oben beginnend, Oben/Unten-Gradient beachten, Vorsehung von Anleitungsmöglichkeiten/Ankerpunkten für die schnelle, spontane Erreichbarkeit durch Fassadenkletterer usw. im Notfall

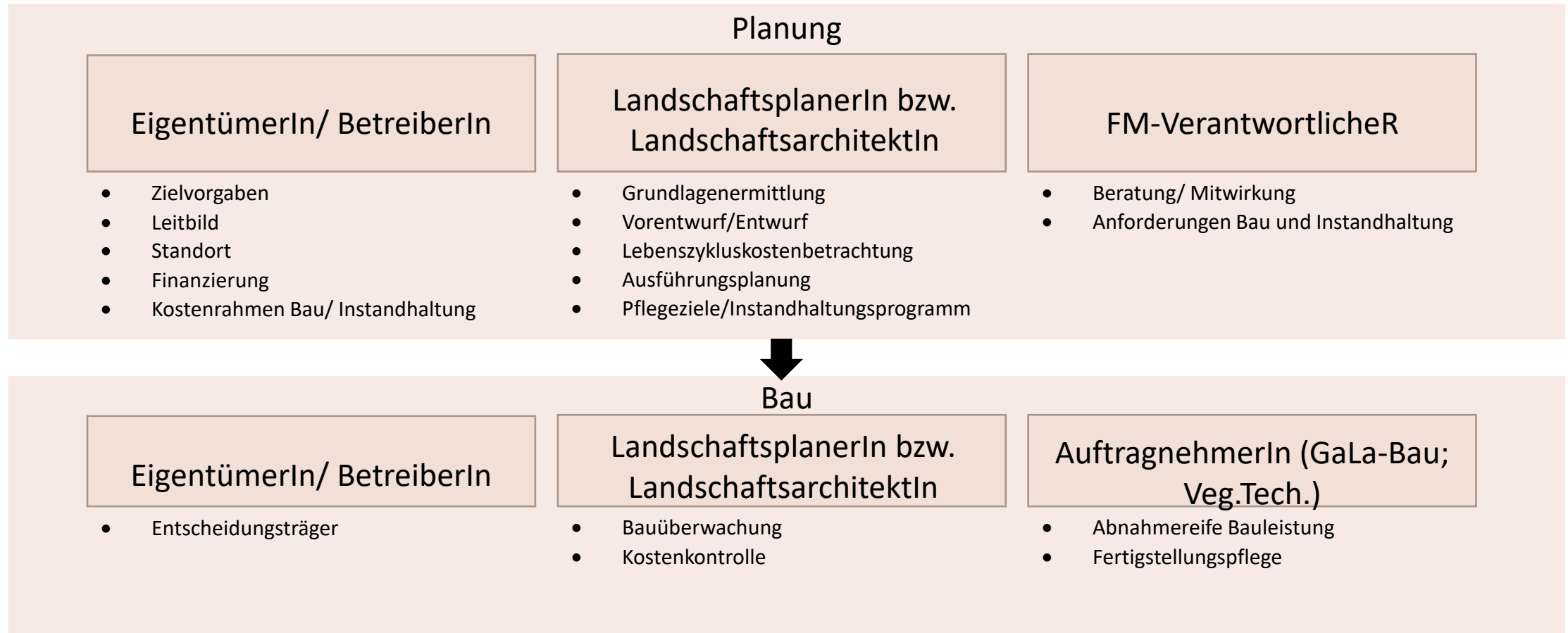
Ressourcenschonendes Planen und Bauen:

- Überschüssiges **Beregnungswasser** nachnutzen: z.B. zur Gartenbewässerung

Fachgerechte Ausführung:

- **aussagekräftige Plandokumentation** u. Transparenz: i.d.R. keine ausreichende Plandokumentation vorhanden bzw. keine Weitergabe/kein Austausch

Bauwerksbegrünung und AkteurInnen



Empfehlungen für laufenden Betrieb

- **Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche** nach Herstellung:
klare Festlegung der Zuständigkeiten zur Sicherung der Funktionsfähigkeit und des Anwuchserfolges
- **Fachgerechte Schulung/Einführung** von verantwortlichen Personen vor Ort
- **Kontinuierliche Grünpflege**, Wartung und Instandhaltung: Grundlegende, konkrete Tätigkeiten und deren Dokumentation im Pflegehandbuch festlegen, Checkliste für Hausverwaltungen zur Grünpflege von Vertikalbegrünungen, verpflichtender Pflegevertrag mit Fachfirma

Wasserverbrauch Bewässerung



Wandgebundene Vertikalbegrünung – Vollflächige Vegetationsträger

- Vertikalbegrünung ca. 60 m²
- Wasserverbrauch ca. 70 m³ (im Winter wird nicht bewässert)

=> 1,17 m³ / m² u. Jahr (Quelle: Greening up!)



Wandgebundene Vertikalbegrünung – Teilflächige Vegetationsträger

- teilweise Bewässerung mit Wassertank

=> 0,35 – 0,59 m³ / m² u. Jahr (Quelle: GRÜNEzukunftSCHULEN)

Pflanzen- und Grünpflege

0

(abnahmefähiger Zustand)

1 Jahr

(Zielvegetation erreicht)

3 Jahre

Fertigstellungspflege

- **Sichert das Anwachsen der Pflanzen**
- Ziel: Erreichen des abnahmefähigen Zustandes
- **Leistungen:**
 - Schnitt Pflanzen
 - Funktionskontrolle Bewässerungsanlage/ Testlauf
 - Nährstoffversorgung
 - Kontrolle und Ergänzung der Anbindung
 - Nachspannen Rankhilfe

Entwicklungspflege

- **Erzielung eines funktionsfähigen Zustandes**
- Dauer: 2 Jahre
- **Leistungen:**
 - Bewässerungsanlage: Kontrolle, Wartung, Einstellung
 - Nährstoffversorgung
 - Kontrolle der Kletterhilfe
 - Spannen/Lockern von Drähten
 - Lenken und Binden von Kletterpflanzen

Unterhaltungspflege







- **Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes**
- **Leistungen:**
 - Kontrolle Bewässerung
 - Kontrolle der Kletterhilfe
 - Spannen/Lockern von Drähten
 - Freischneiden von technischen Einrichtungen
 - Sonstige Schnittmaßnahmen
 - Totholzbeseitigung

ÖNORM L 1136
„Probetrieb“

Bestandteile der Grünpflegekosten

Einflussfaktor	Hinweise
Zugänglichkeit	Ankerpunkte, Geräte (ev. Hubsteiger) - behördliche Anforderungen, Erreichbarkeit von Komponenten
Wasseranschluss	Leitungswasser, Regenwasserspeicherung, Brauchwasseraufbereitung, Tanklösung
Pflegebedarf	Sichtkontrolle, Schnitt (sensible Bereiche und Wachstumsbegrenzung und -leitung), Entfernung von Totholz und Wildwuchs, Bewässerung, Düngung, ev. Ersatzpflanzen, ev. Substratersatz, ev. Reinigung Material, Prüfen auf Materialermüdung, Prüfen auf Risse
Pflegevertrag	Eigenschaften und Umfang (Notfalldienste, Fernüberwachung), Pflegehandbuch
Wartungsbedarf	Sensorik, Datenlogger, Bewässerungssystem, ev. Ein- und Auswinterung, Tanklösungen
Pflegeintervall	abhängig von der Begrünungsart und des gewünschten Erscheinungsbildes, empfohlen mind. 1x jährlich - Frühjahr, besser 2x jährlich (Frühjahr und Herbst) zum Vergleich: 3-5 Pflegestufen bei Staudenpflanzungen: von einmal jährlich bis mehrmals pro Woche Hubsteiger-Einsatz oder Industriekletterer? Pflege großflächiger Fassadensysteme mit erhöhtem Materialeinsatz vs. kurzfristiger „Noteinsatz“

Kostenrichtwerte

System	Herstellung [€/m ²]	Pflege [€/m ² *J]
 <p>Wandgebundene Vertikalbegrünung – Vollflächige Vegetationsträger, flächig</p>	800 – 1.500	10 – 50
 <p>Wandgebundene Vertikalbegrünung – Vollflächige Vegetationsträger, modular</p>	800 – 1.500	10 – 70
 <p>Wandgebundene Vertikalbegrünung – Teilflächige Vegetationsträger</p>	500 – 1.200	10 – 50
 <p>Troggebundene Vertikalbegrünung</p>	250 – 800	10 – 25
 <p>Bodengebunden Vertikalbegrünung mit Gerüstkletterpflanzen</p>	50 – 500	10 – 20
 <p>Bodengebunden Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern</p>	50 – 500	10 – 15

Empfehlungen

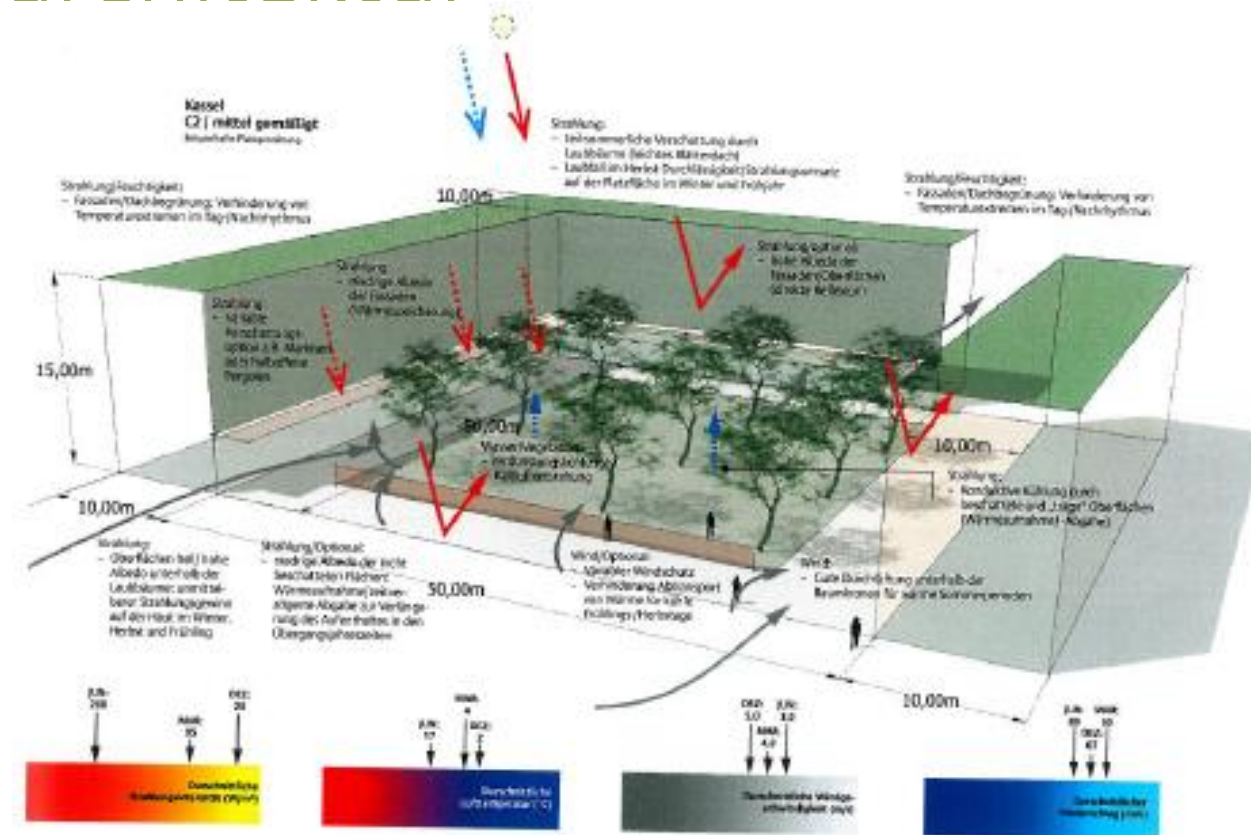
- Es braucht mehr regelkonforme Umsetzungen und Ausführung durch Fachfirmen im gesamten Prozess
- Interdisziplinäres Zusammenwirken von Landschaftsplanung, Landschaftsarchitektur, Vegetationstechnik, Landschaftsbau und auch Haustechnik, Fassadentechnik,...
- Hinzuziehen der ausführenden Firmen bereits in der Planungsphase
- Kontinuität in den Zuständigkeiten und in den Verantwortlichkeiten

Vertikalbegrünungen sind immer lebende Systeme! Daher ist die **Schnittstelle Mensch – Technik – Natur** enorm wichtig.

Ideen und Anregungen für den Freiraum

Klimagerechte Landschaftsarchitektur

- Gefühlte Temperatur (PET): Thermisches Empfinden 29-35 °C 'warm'
- Mittel gemäßigtes Klima
- Wasser/Vegetation: Verdunstungskühlung
- Wind: gute Durchlüftung unterhalb der Baumkronen für warme Sommerperioden
- Windschutz (variabel): verhindert Abtransport von Wärme an kühlen Frühlings- und Herbsttagen



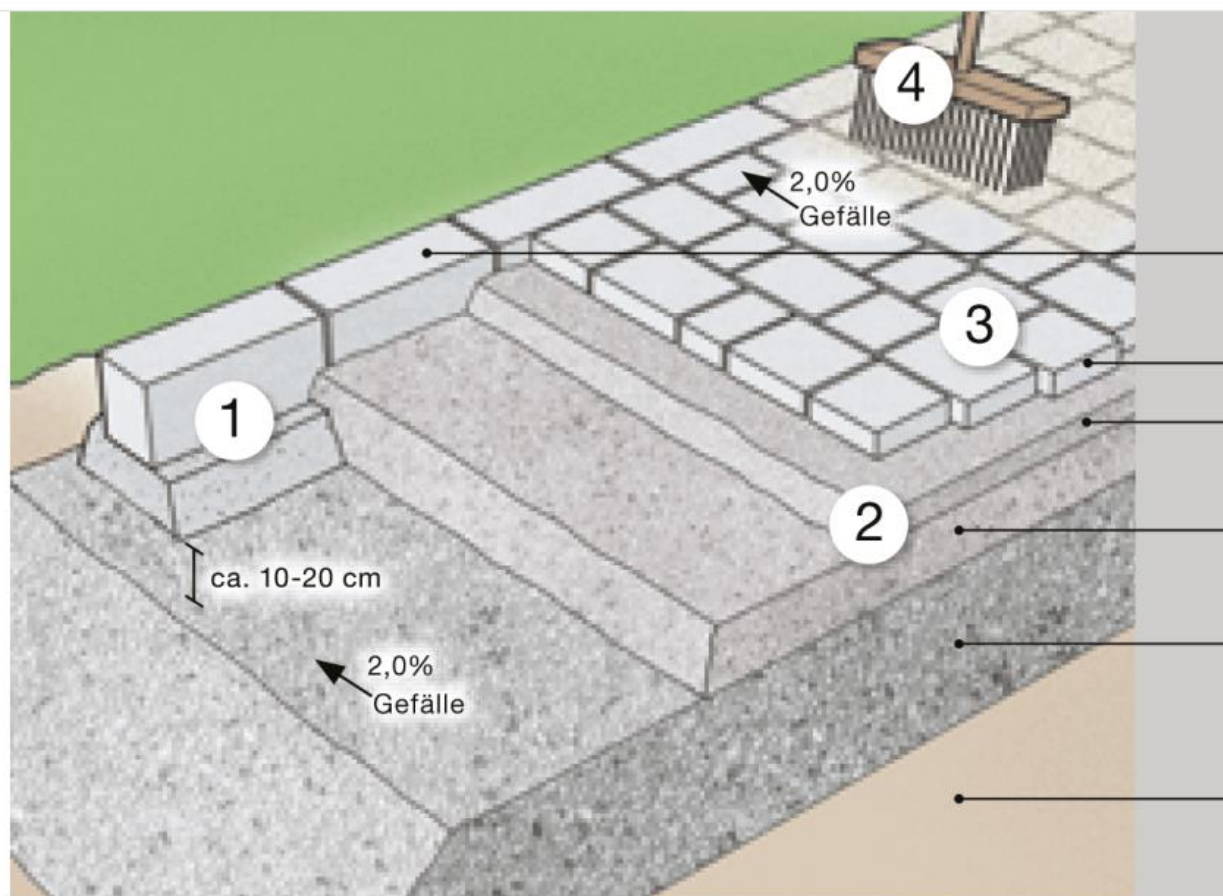
Bildquelle: Klimagerechte Landschaftsarchitektur, Hendrick Laue

Pergola & Sonnenschutz



Pflaster

Pflasteraufbau



Seitliche Einfassung

Steindicke und Steinlänge
abhängig von der Belastung

Bettung 3-5 cm verdichtet, gewaschenes
Brechsand-/Splittgemisch, Körnung 2-8 mm

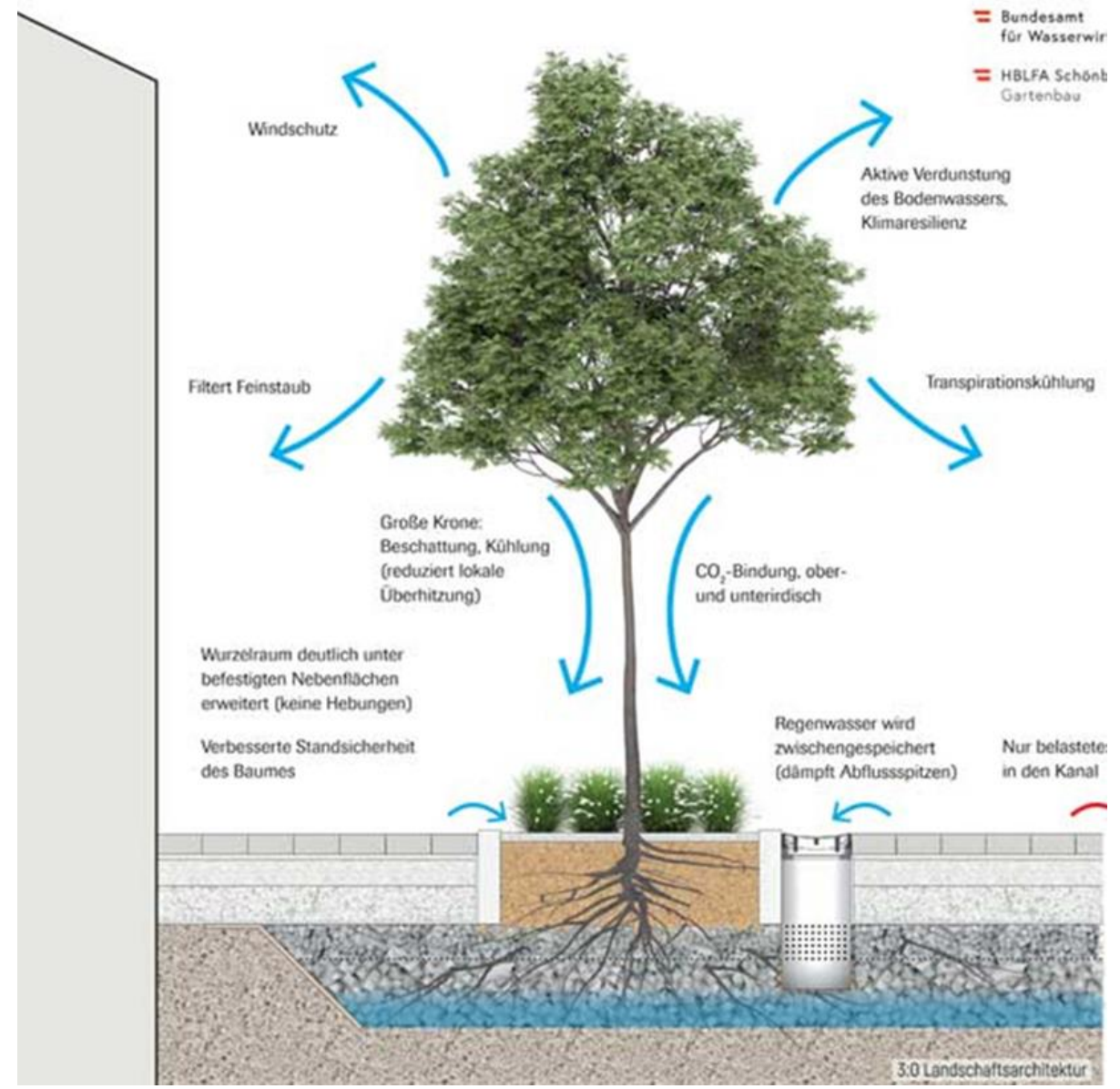
Feinplanie
10 cm verdichtet, Schotter, Körnung ca. 0-31,2 mm

Frostschuttschicht
30-70 cm verdichtet, abhängig von örtlichen Gegeben-
heiten und Belastung, Schotter, Körnung ca. 0-63 mm

Unterbauplanum

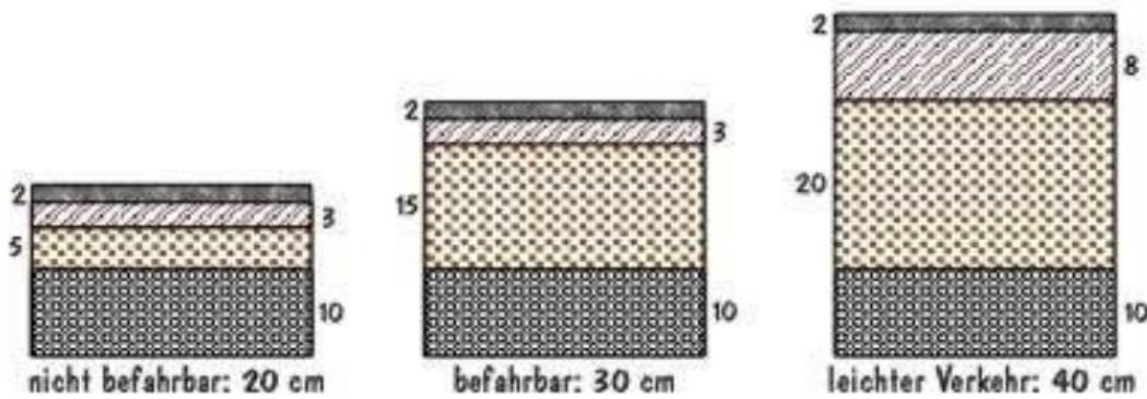
Quelle: Weissenböck

Schwammstadt-Prinzip

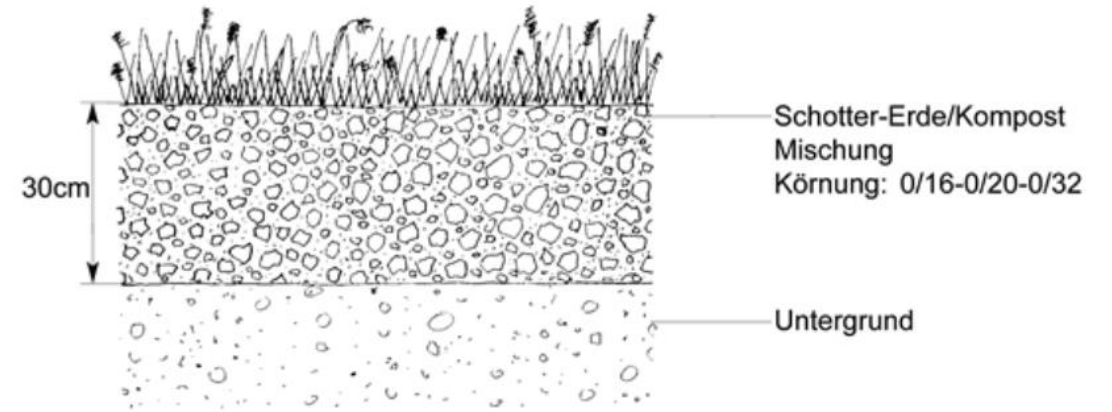


Wassergebundene Decken & Schotterrasen

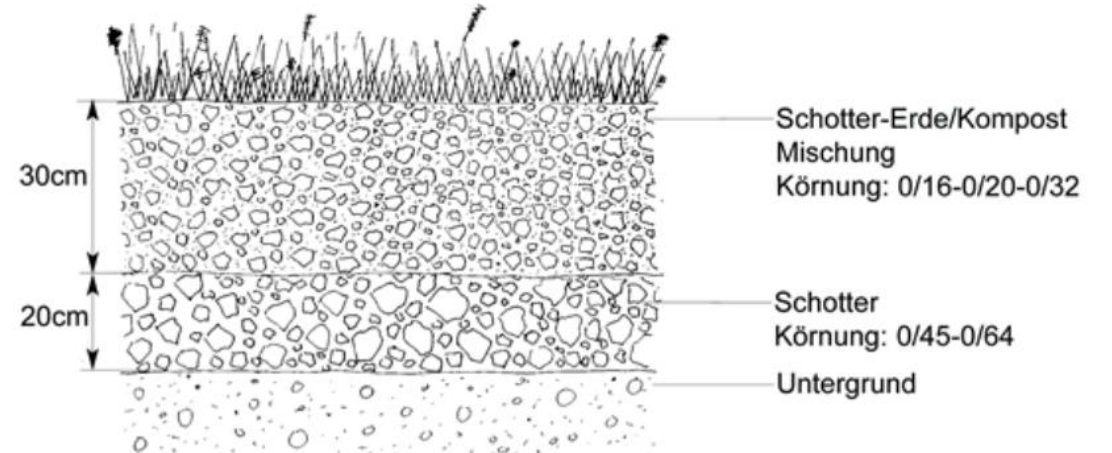
-  Verschleißschicht (Brechsand 0/3)
-  Ausgleichsschicht (Splitt 4/8)
-  Tragschicht (Splitt 8/16)
-  Frostschuttschicht (Kiessand 0/32)



Einschichtiger Aufbau



Zweischichtiger Aufbau



Quelle: Wiener Umwelthanwaltschaft

Quelle: BOKU