

Koblenzer Woche der Klimaanpassung

Vortrag Peter Küsters, Neuss

9. Juli 2024

- **Klimaveränderungen in der Stadt Koblenz**
- Wie **Dach- und Fassadenbegrünungen und andere "grüne und blaue Infrastrukturen"** die Auswirkungen der **Klimawandelfolgen mindern können,**
- was bei der Umsetzung zu beachten ist
- welche **Fördermittel** dafür in Anspruch genommen werden können.

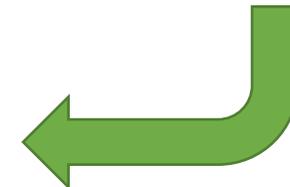
Sitz: Wien (A)
Mitgründer: Peter Küsters
25 Mitarbeiter

Portfolio:

- **Simulationsbasierte Analysen und Optimierungen von Planungen mit grün-blauen (und grauen) Infrastrukturen**
- **Forschung und Entwicklung**
- **Fortbildungen, Seminare, Beratungen**
- ...



klimatechne, lebenswerte Städte



Sitz: Neuss (D)
Gründer: Peter Küsters
7 Mitarbeiter

Portfolio:

- **Planung (LP1-9) von Gebäudebegrünungen, grün-blaue Infrastrukturen**
- **Forschung und Entwicklung**
- **Fortbildungen, Seminare, Beratungen**
- **Greenpass-Büro Deutschland**
- ...

Zur Person



Peter Küsters, Neuss

Werdegang:

- Gelernter Gärtner, Techniker für Garten- und Landschaftsbau
- Spezialisiert auf Gebäudebegrünungen seit Ende der 80er Jahre
- Praktische Erfahrung in Planung, Ausführung, Bauleitung, Kalkulation von Dachbegrünung im In- und Ausland seit 1986
- Leiter Technik, F&E bei großem Dachbegrünungssystemhersteller

Jetzt:

Inhaber **KÜSTERS** und **greenpass**
GRÜN.STADT.KLIMA

• Klimaanpassung mit grünen und blauen Infrastrukturen im urbanen Raum

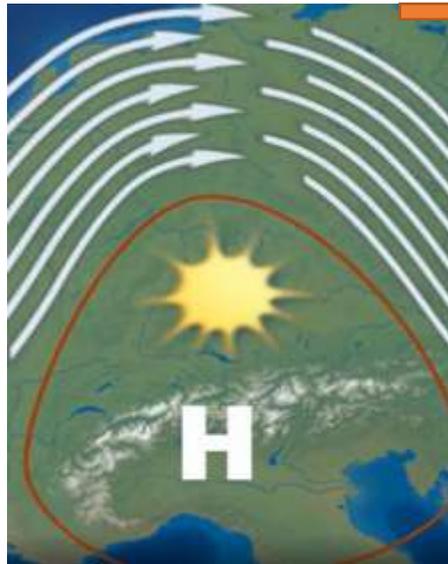
- Berater und Fachplaner für Gebäudebegrünungen
- Simulationsbasierte Mikroklimaanalysen für grüne und blaue Infrastrukturen
- Int. Forschungen und Entwicklungen grüner und blauer Infrastrukturen
- Int. Forschungen zur Digitalisierung von Planungen im Klimawandel
- Mitautor der FLL-Dachbegrünungsrichtlinien
- Klimabeirat Neuss
- Mitgründer Greenpass GmbH, Wien
- Gründer Küsters Grün.Stadt.Klima

pk@kgsk.de

peter.kuesters@greenpass.io

+49 1522 4873923

Ursache: Klimawandel, Jetstream schwächt sich ab und mäandriert



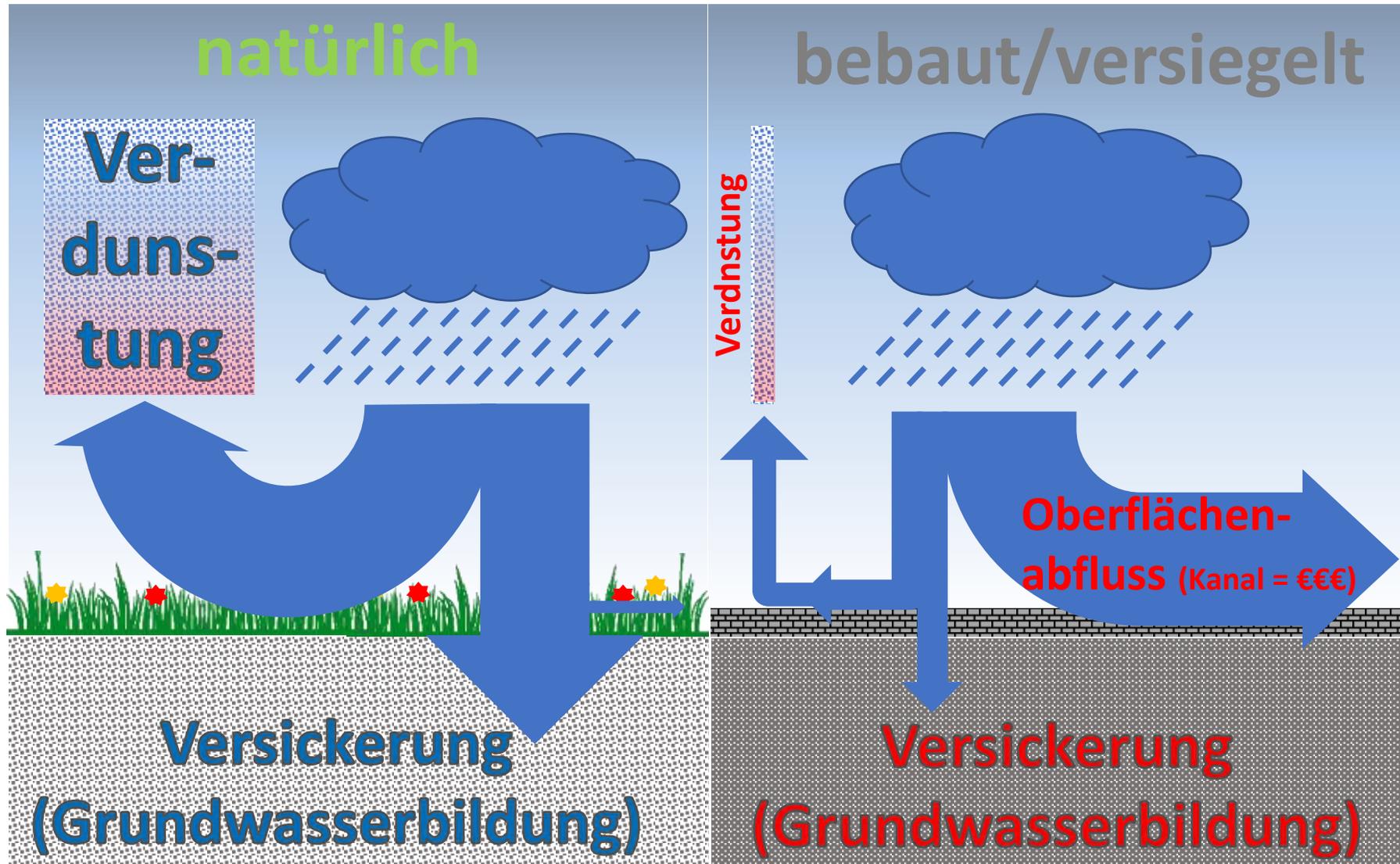
Nicht nur die generell höheren Temperaturen durch den Klimawandel sind das Problem.

„Persistente Wetterlagen“

Der „Wettermotor Jetstream“ mäandriert und kommt ins Stocken.

- das Wetter kommt immer häufiger zum Stehen:
 - längere Hitzeperioden +
 - Stärkere und häufigere Starkregen = die Extreme nehmen zu.

Zunehmende Versiegelung verschärft das Problem



Zunahme der Extrem- und Starkregenereignisse

Menschenleben
ca. 80 Jahre



Starkregen mit
Überschwemmungen
34 mm / 30 min



2005

alle 100 Jahre

Starkregen mit Überstau der
Kanäle
22 mm / 30 min



alle 10 Jahre

Extremereignis
Mit Überflutungen
48 mm / 30 min



2100

alle 100 Jahre

Starkregen mit
Überschwemmungen
34 mm / 30 min



alle 14 Jahre

Starkregen mit Überstau der
Kanäle 22 mm / 30 min



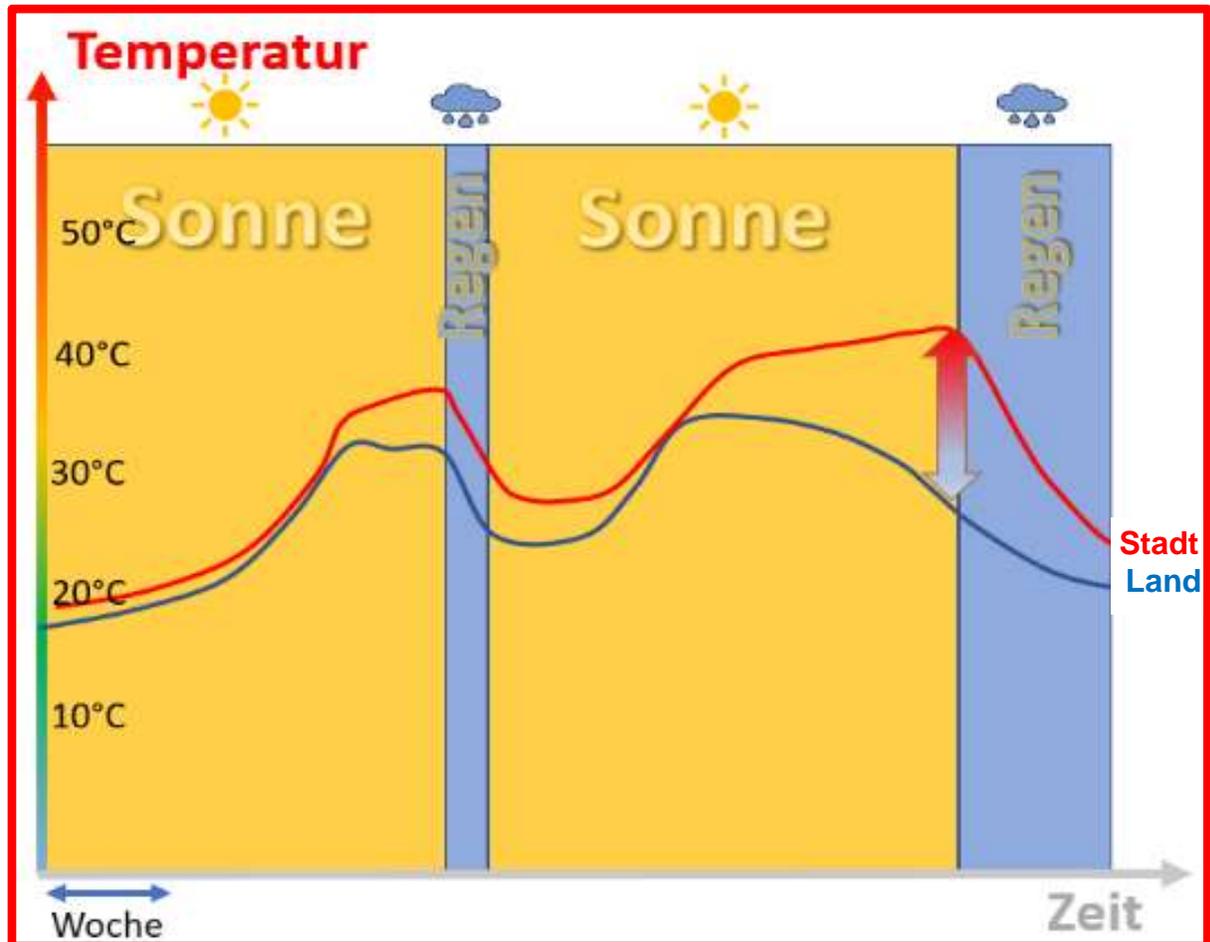
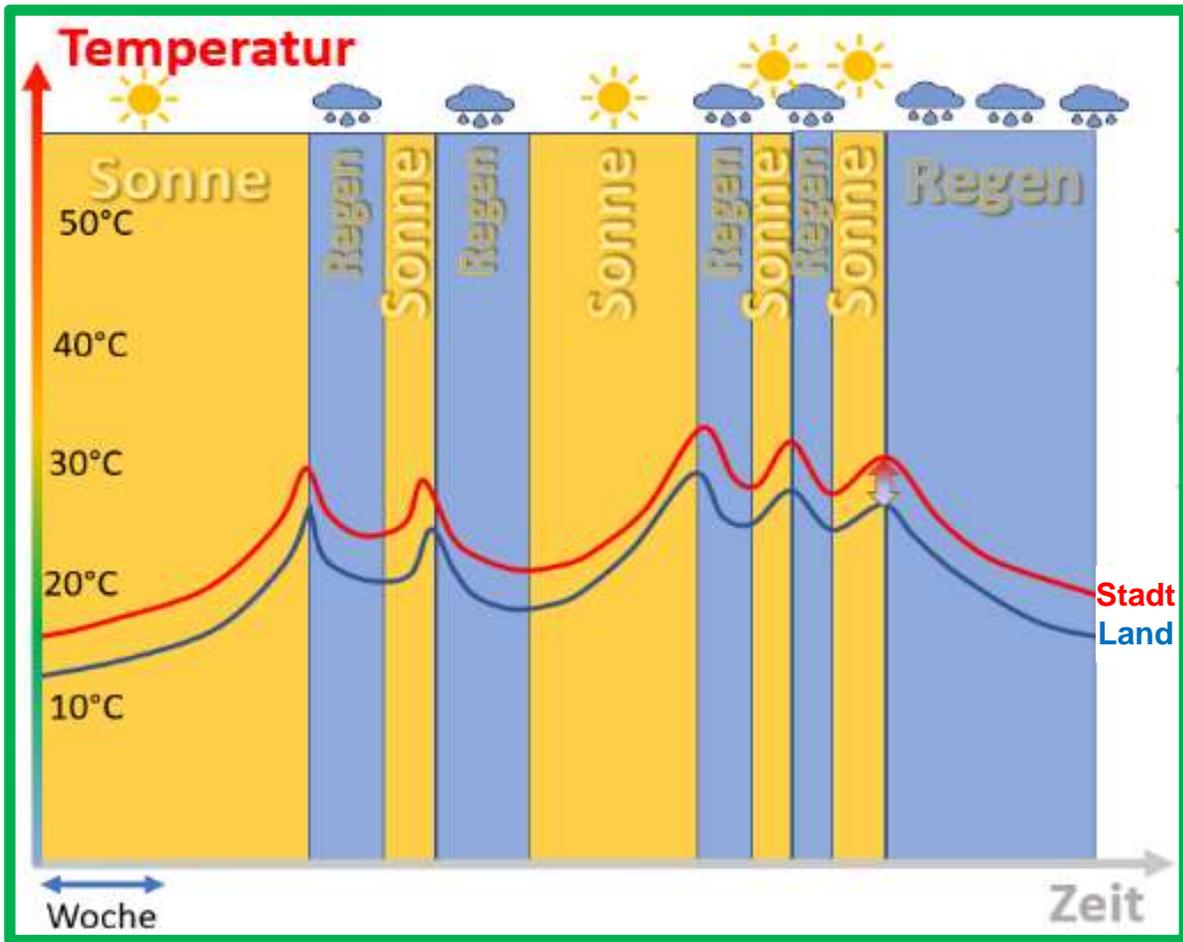
Klimawandel, Auswirkungen auf Stadt, Mensch und Natur



Überflutungen
durch zunehmende
Starkregenereignisse
und Versiegelung

Längere Hitzeperioden: Verstärkung des Urban Heat Island Effect in den Städte

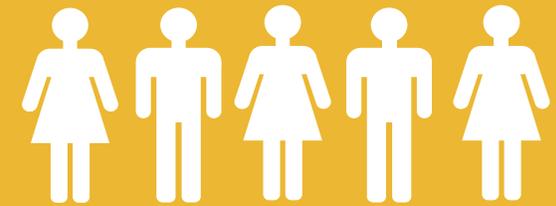
Unterschied der Lufttemperaturen Land und Stadt vor Klimawandel und im Klimawandel



Der Unterschied zwischen Land und Stadt verschärft sich, Unsere Städte überhitzen immer schneller!

Im Jahr **2018**

HITZETOTE in Berlin



490

VERKEHRSTOTE in Berlin



45

Quellen: Robert-Koch-Institut/Polizei Berlin

Sterbefälle pro 100.000 Einwohner

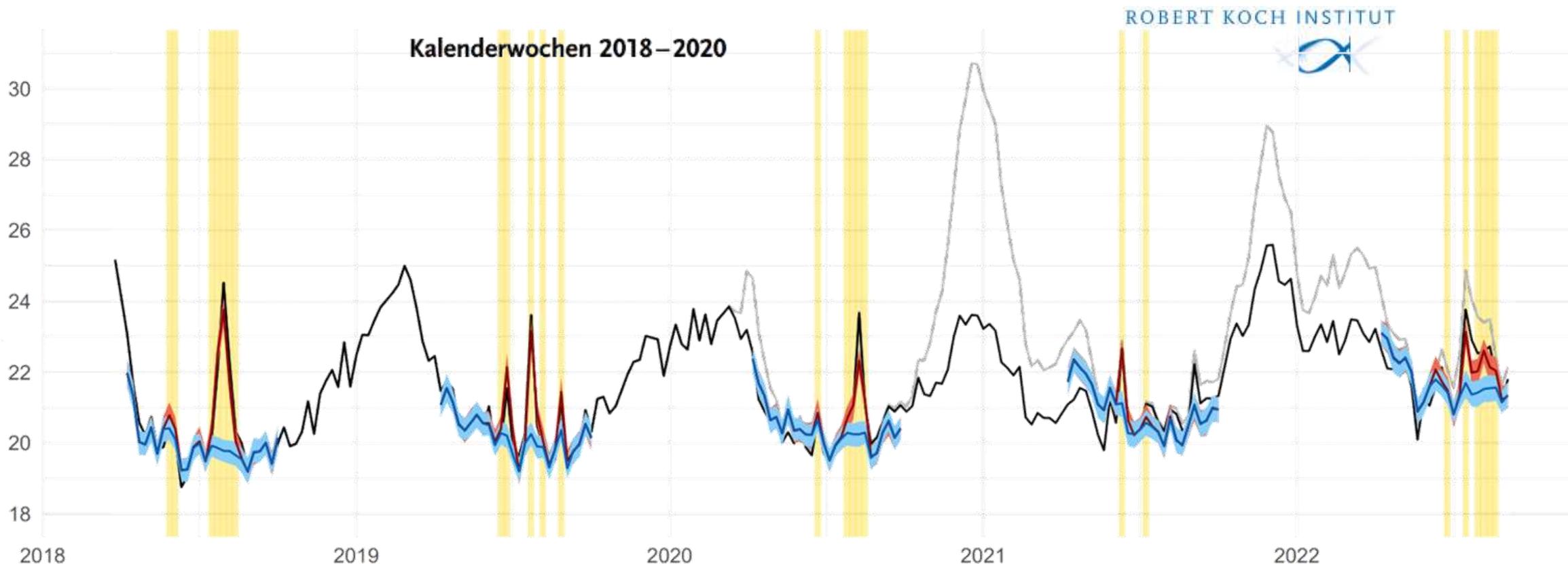
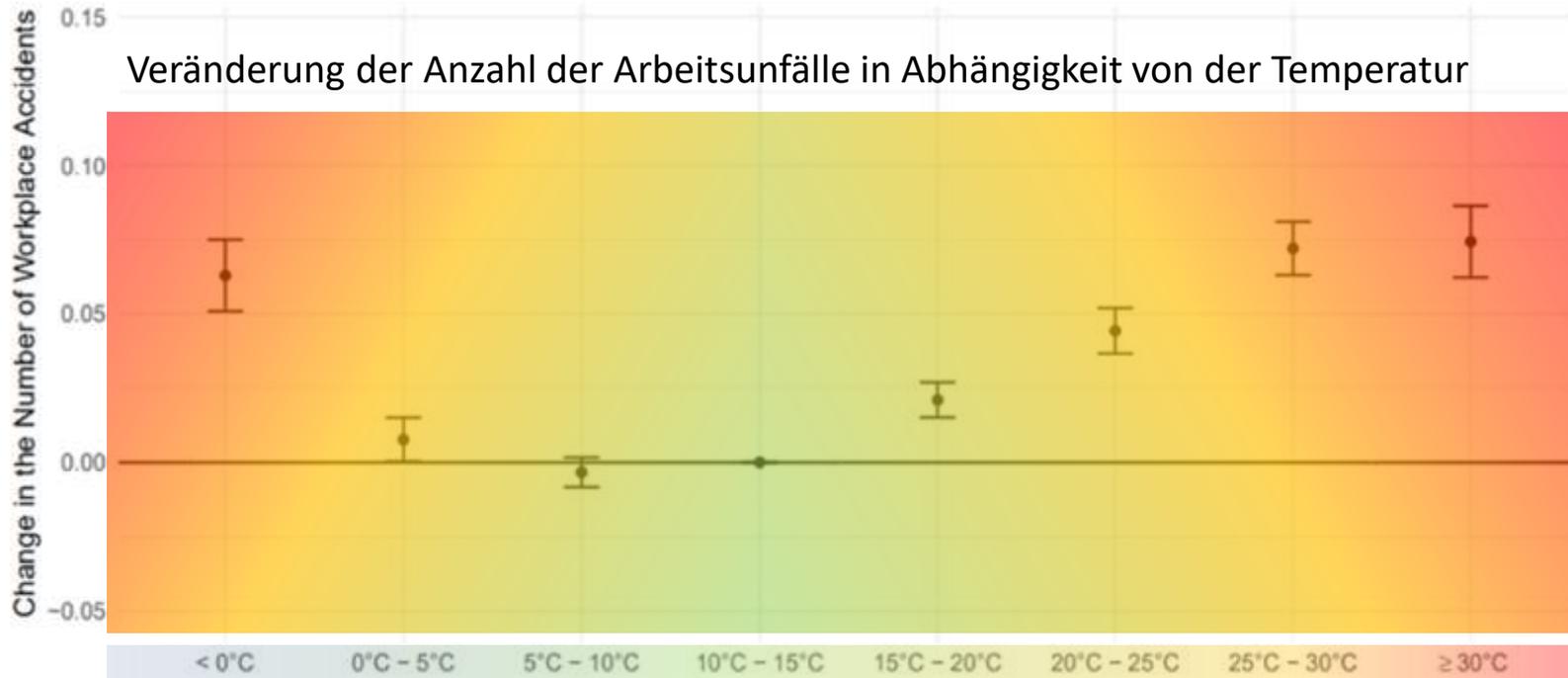
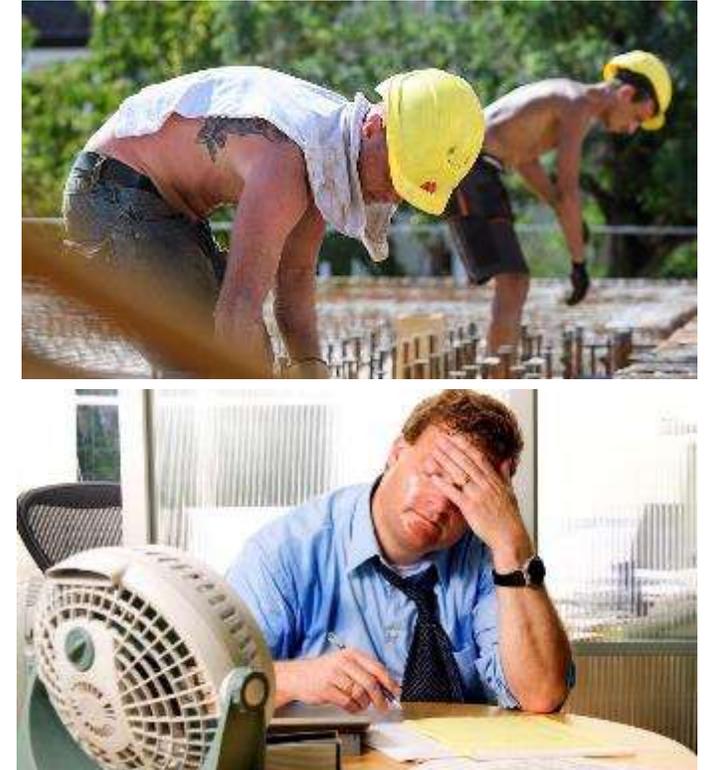


Abb. 3A | A) Verlauf der Gesamtmortalität (Sterbefälle pro 100.000 Einwohner, grau) im Zeitraum 2018 bis 2022. Die schwarze Linie zeigt den Verlauf der Gesamtmortalität nach Abzug der gemeldeten COVID-19-Sterbefälle. **Die rote Linie zeigt den vom Modell nachgebildeten Verlauf der Gesamtmortalität**, die blaue Linie zeigt den geschätzten Verlauf der Hintergrundmortalität. **Hitzewochen, d.h. Wochen, in denen die Wochenmitteltemperatur (T) 20°C übersteigt, sind gelb hervorgehoben.**

Auch ein sich verstärkendes Problem für unsere Wirtschaft und Gesundheitskassen: Bei Hitze deutlich mehr Verkehrsunfälle sowie Arbeitsunfälle auf Baustellen



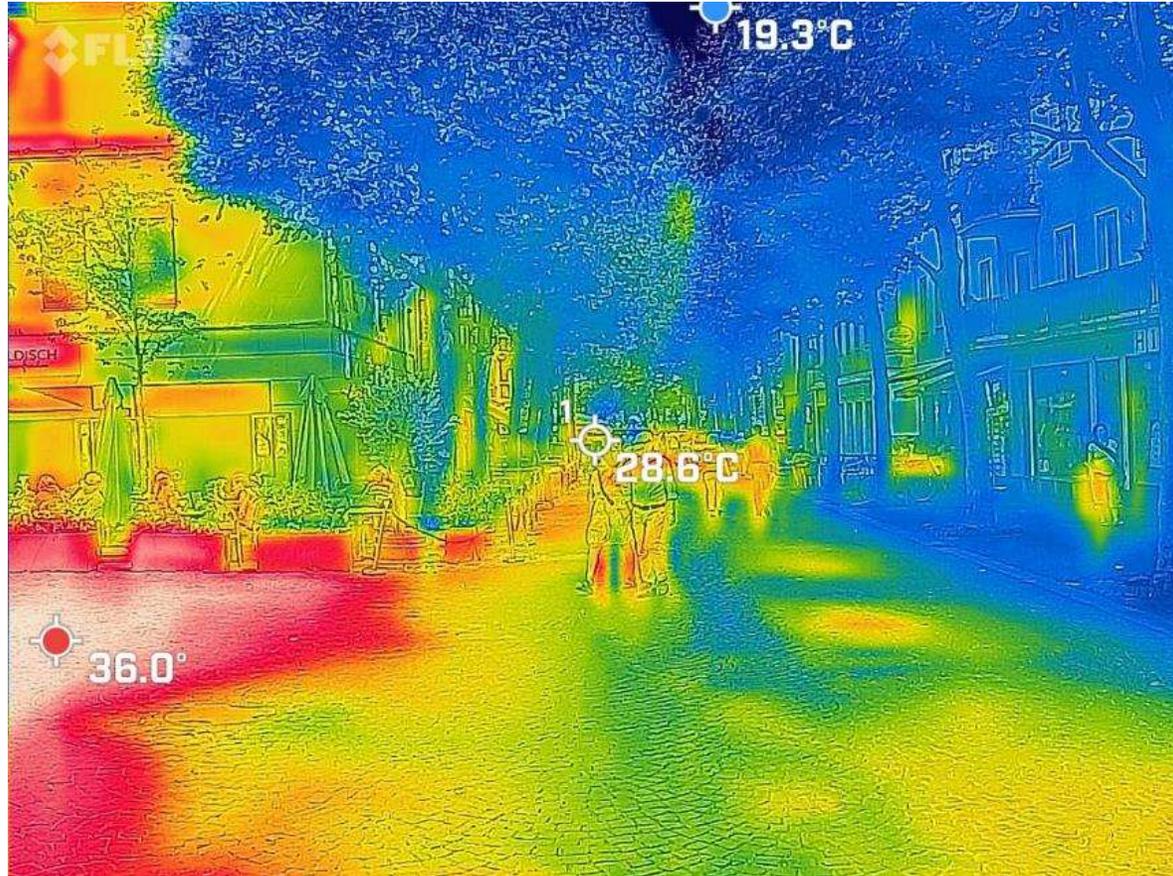
Universität Passau Katharina Drescher/Benedikt Janzen <https://idw-online.de/de/news818260>



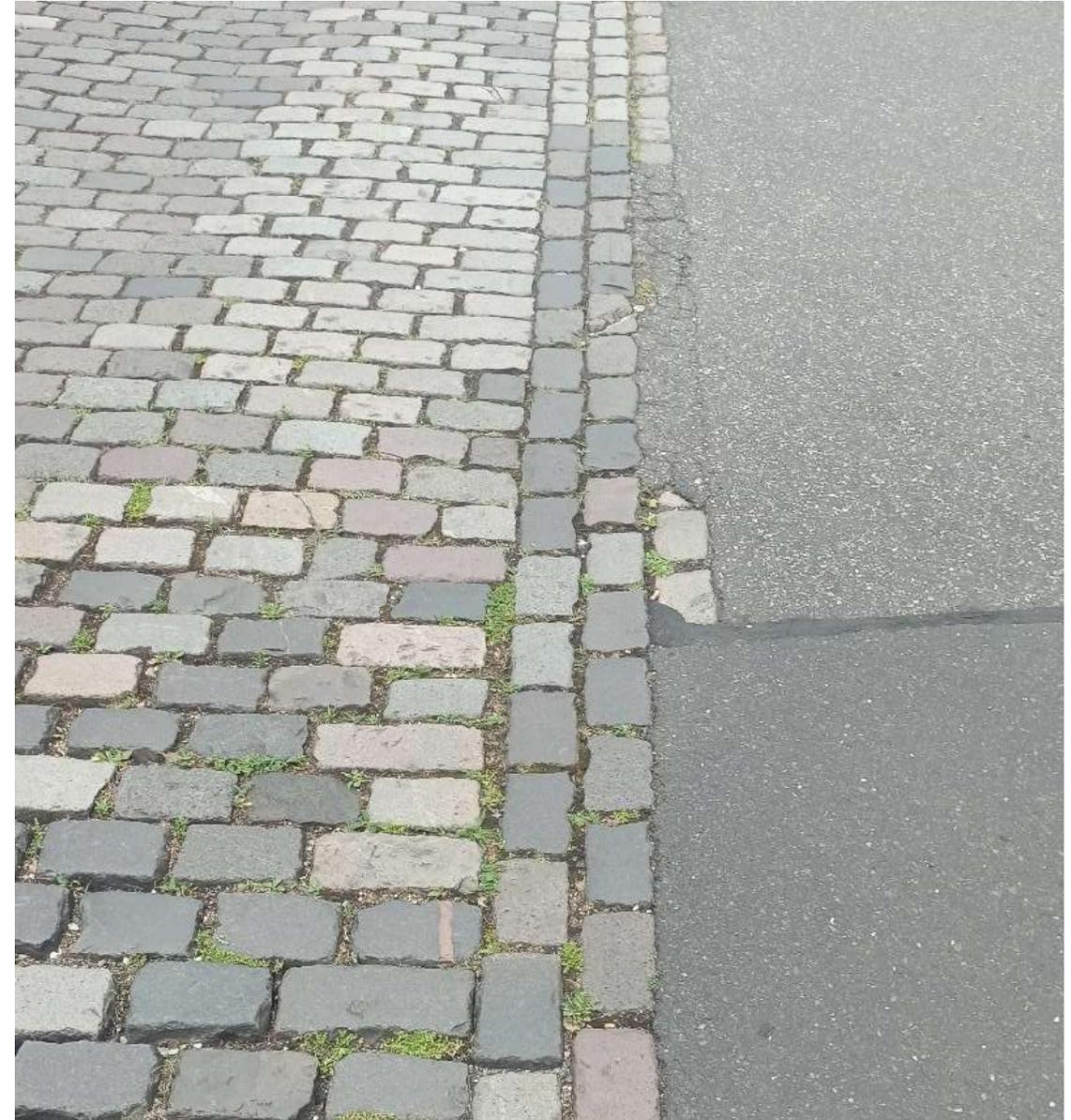
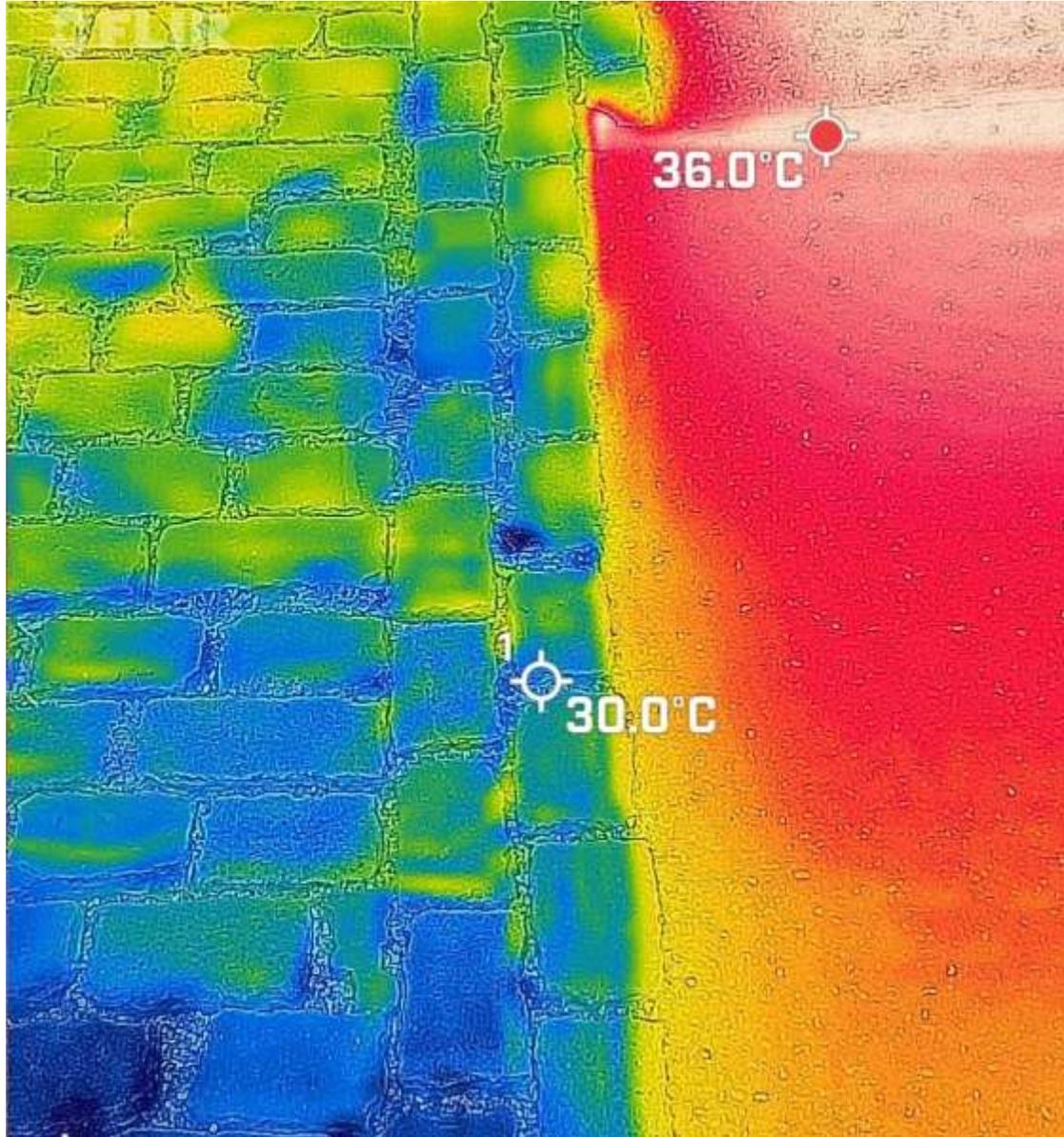
Auszüge aus der [Studie der Uni Passau](#):

- „An Tagen mit Temperaturen über 30 Grad steigt die Zahl der Arbeitsunfälle um 7,4 Prozent.
- Bei **Bürokräften** liegt die **Ursache vor allem in der Nacht**.
- ...**Schlafmangel** als Ursache für **erhöhte Unfallzahlen** bei Bürokräften.
- keine Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts, Alters, Einkommens oder der Branche...
- Egal ob man etwa in der Baubranche arbeitete oder als Bürokraft - die Arbeitsunfälle stiegen in beiden Gruppen prozentual gleichermaßen.“

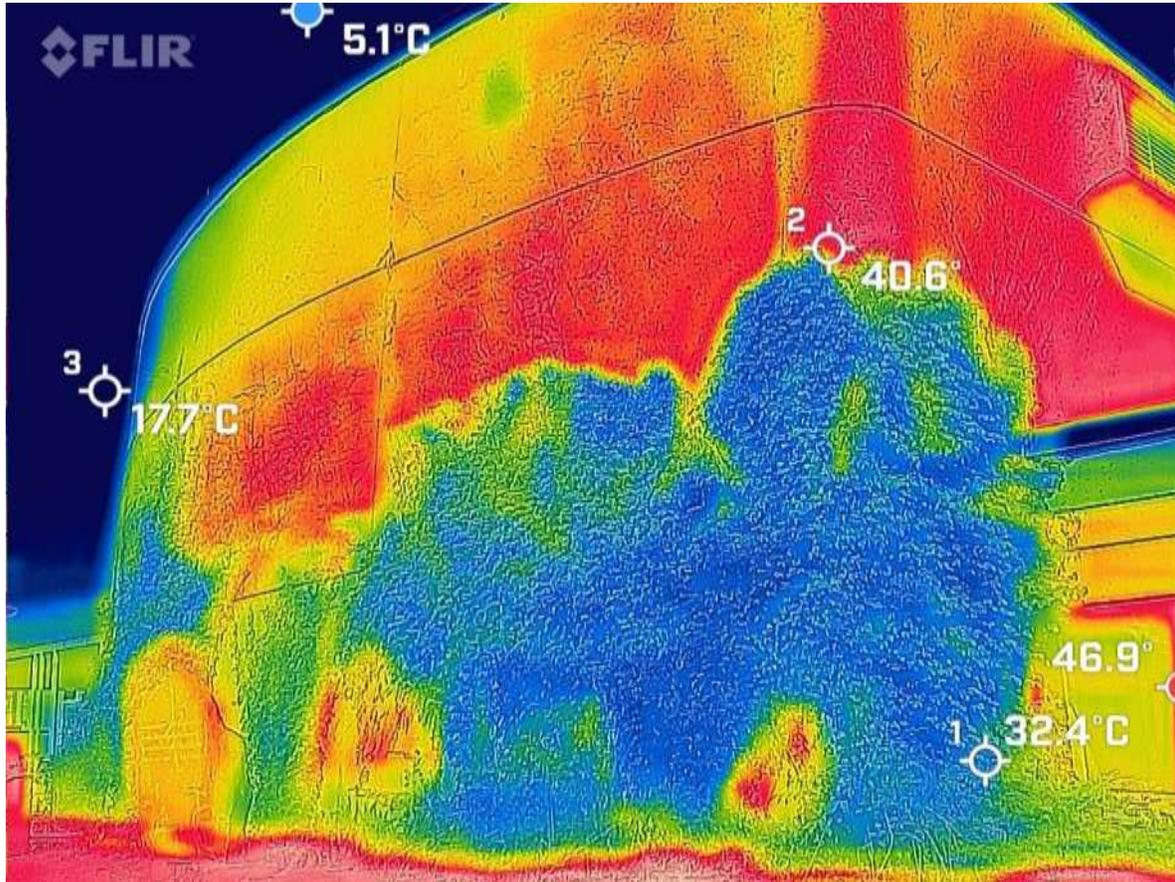
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



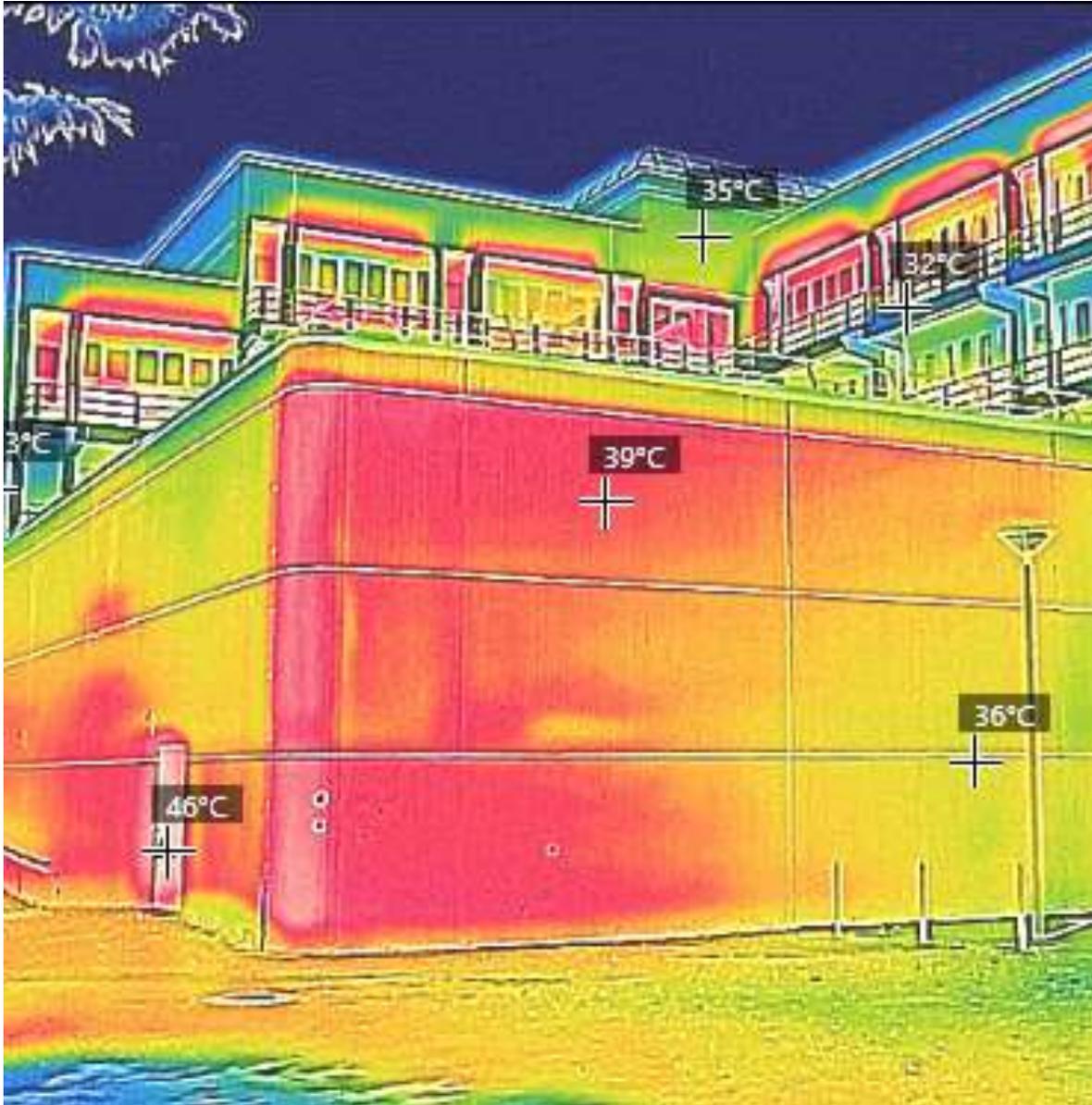
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



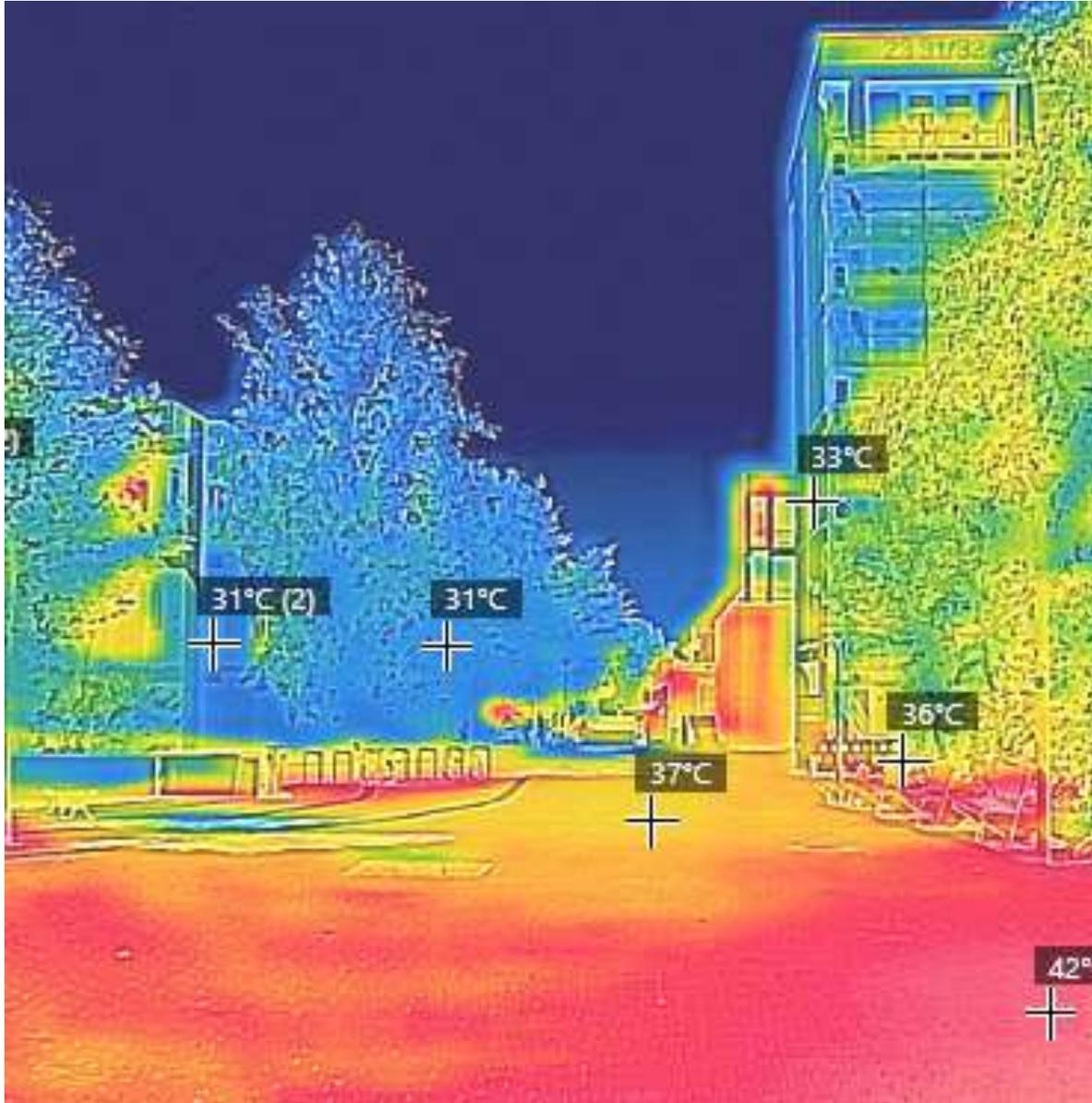
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



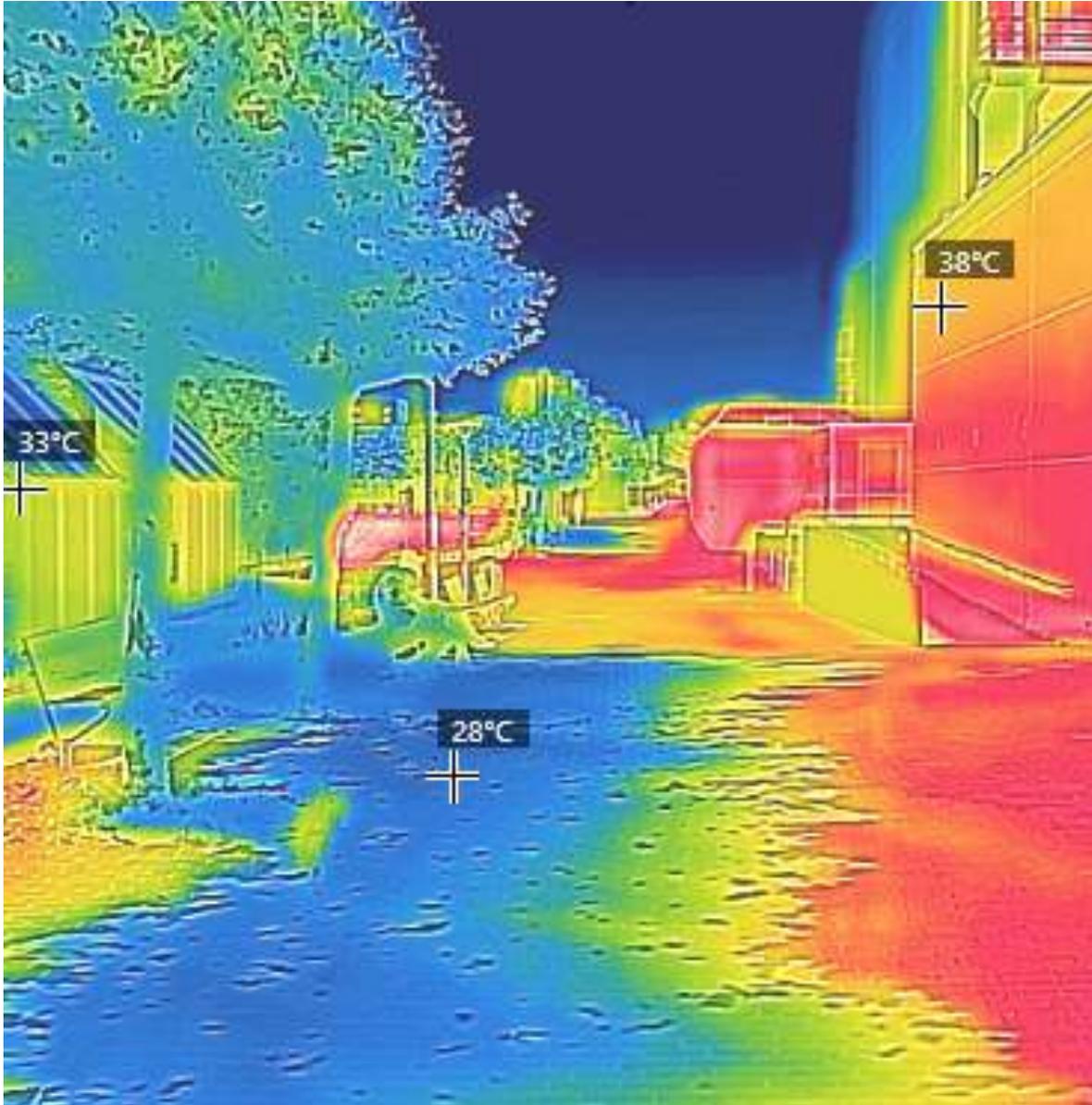
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



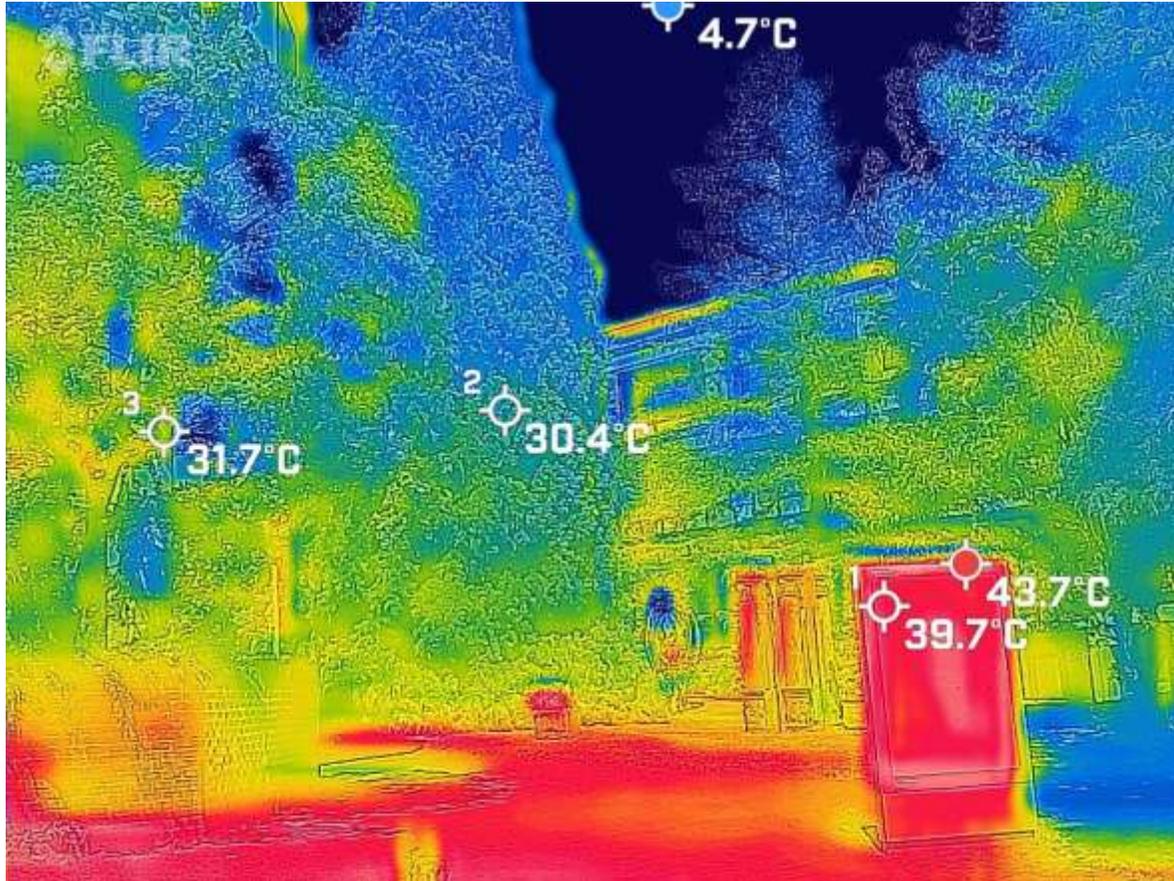
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



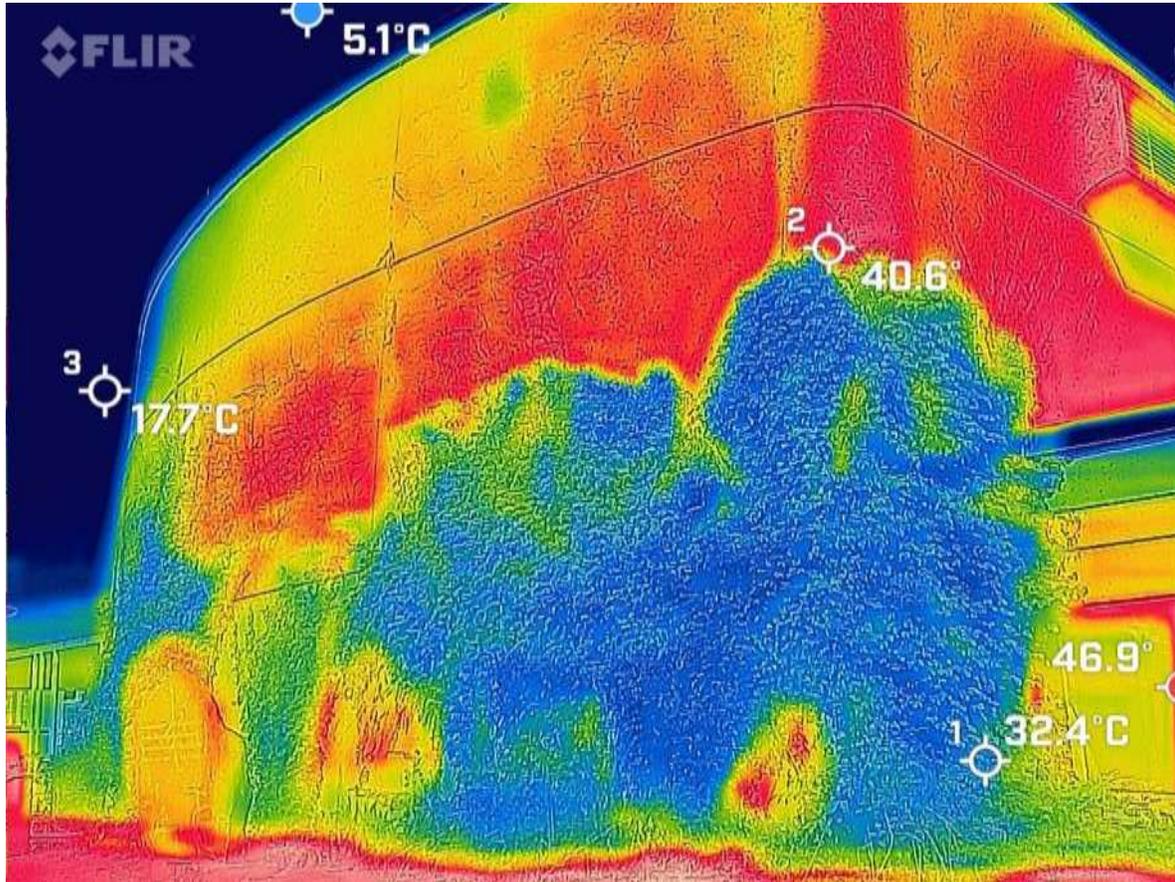
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



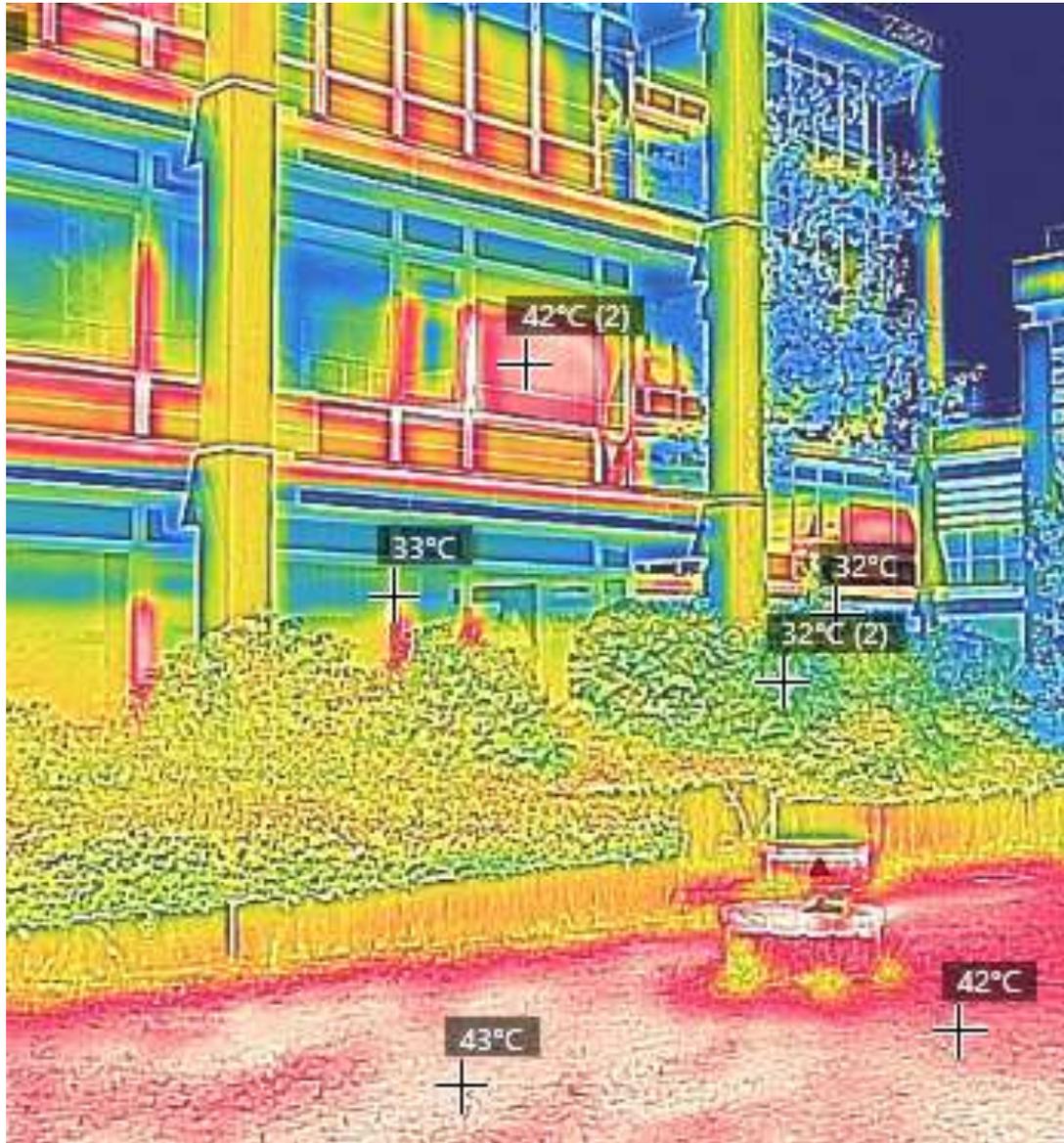
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



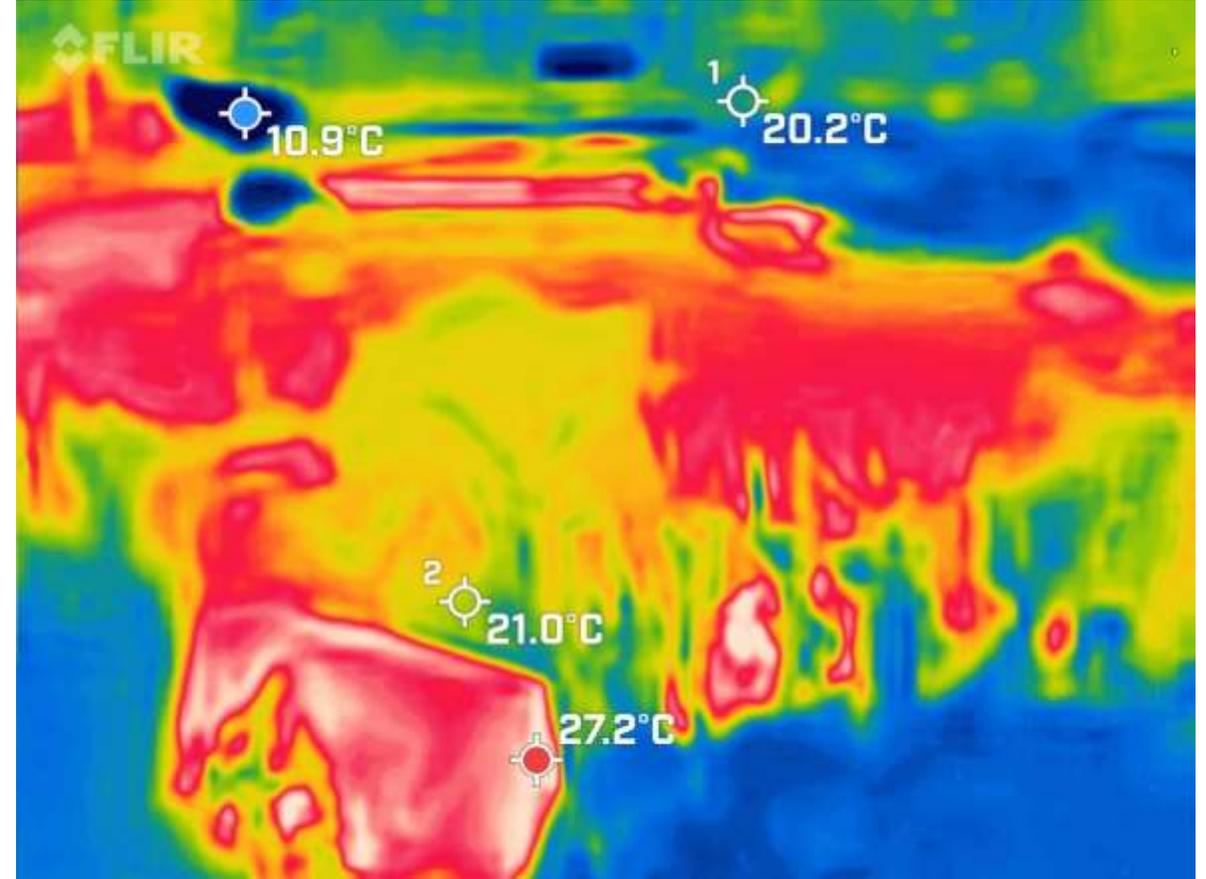
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



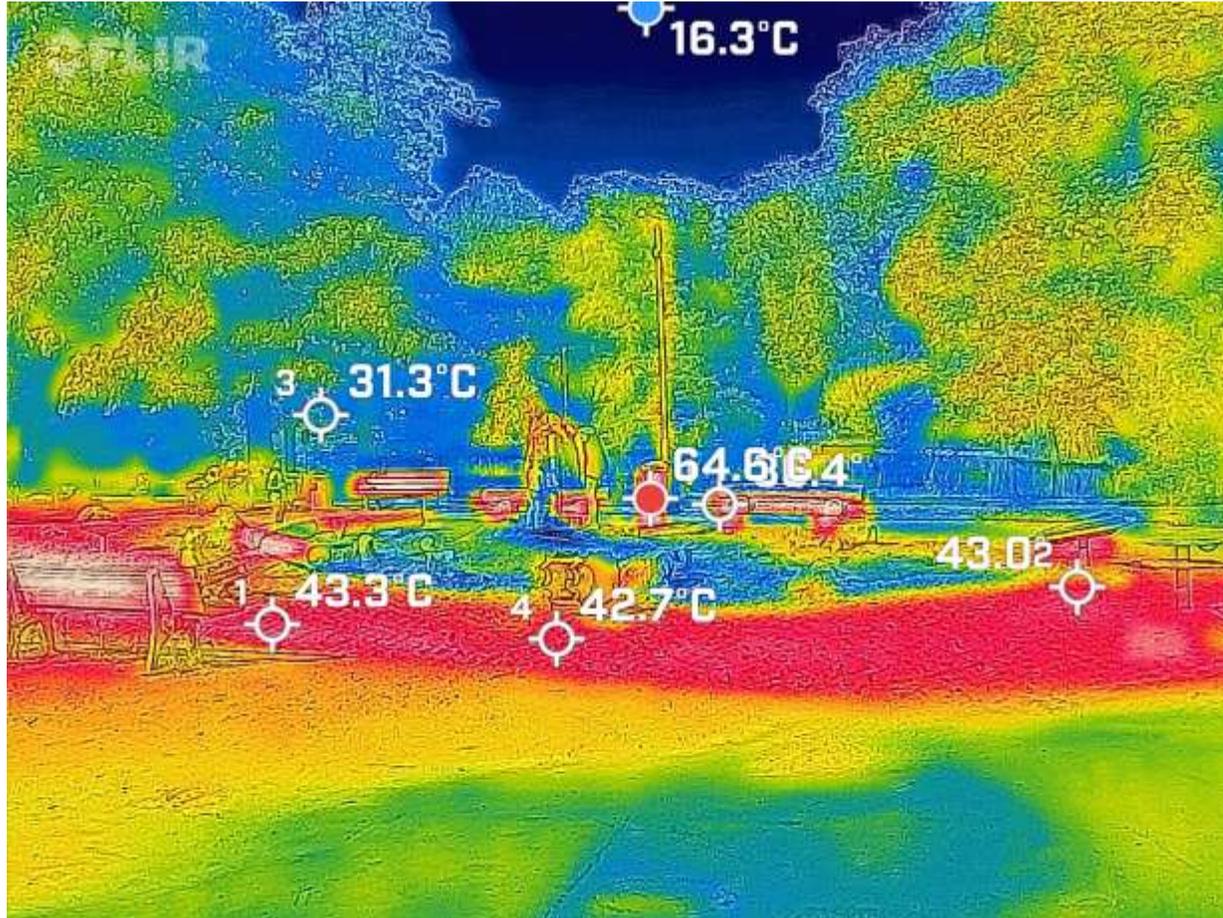
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



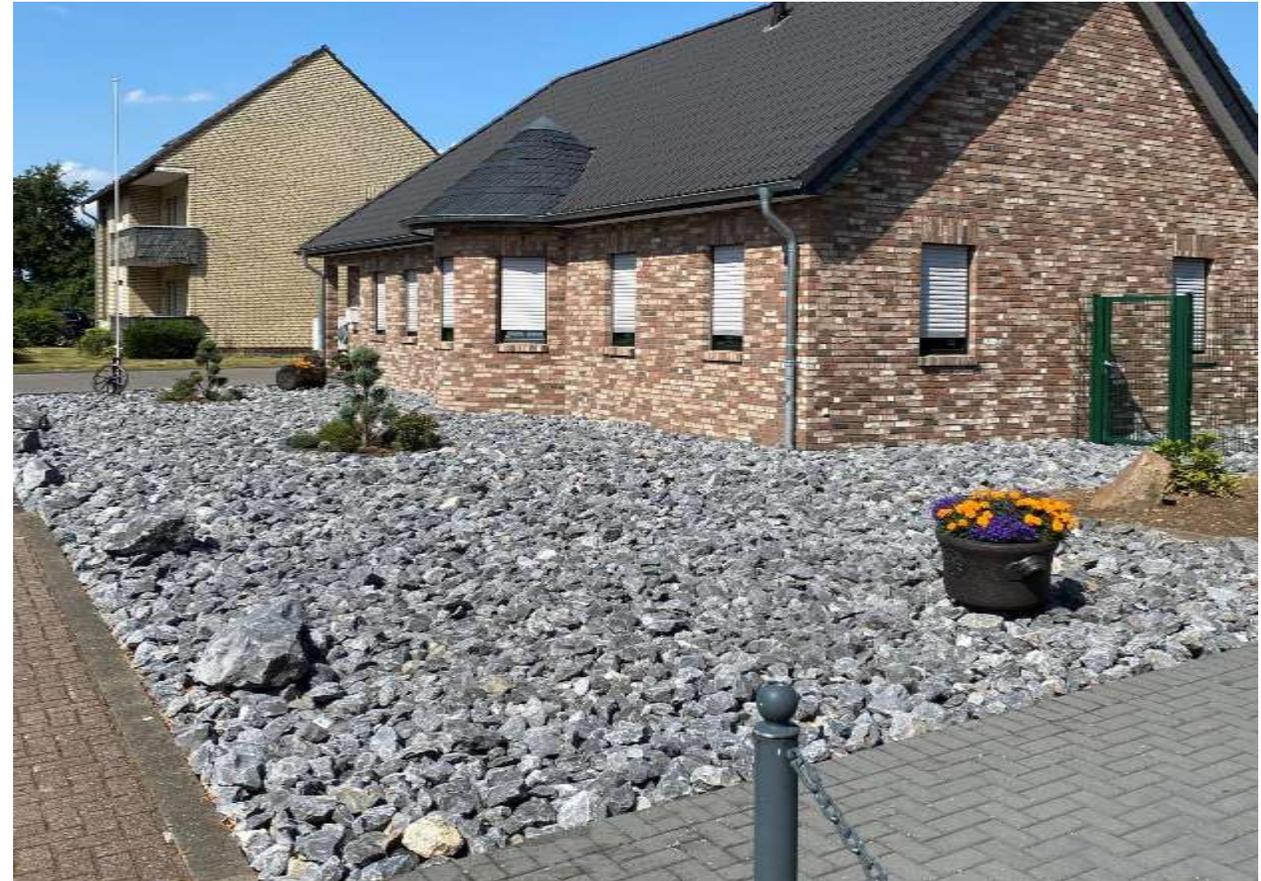
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



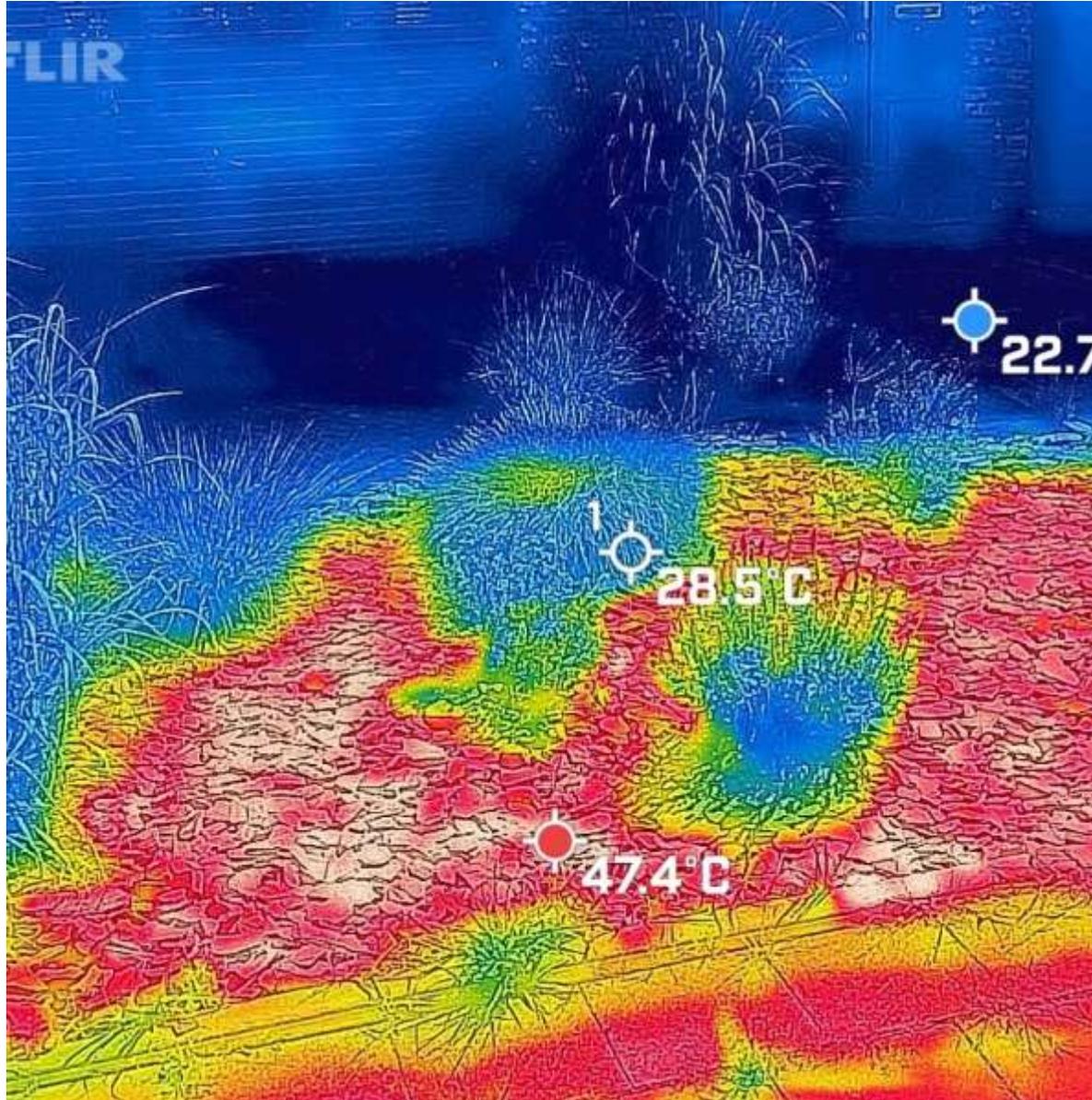
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



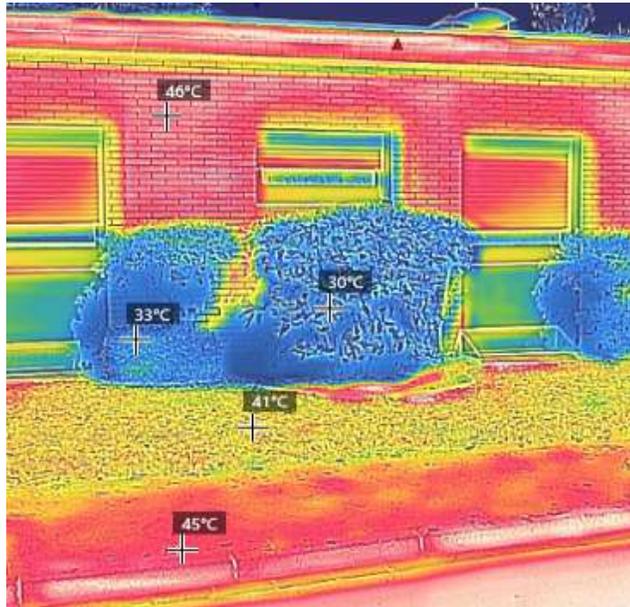
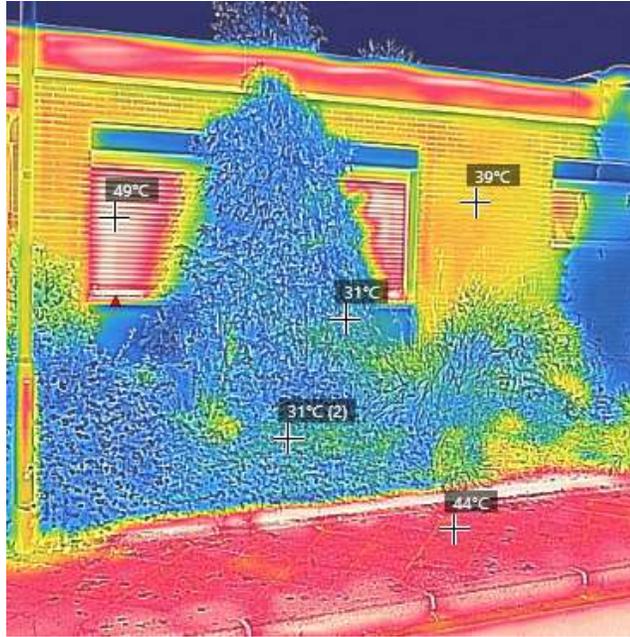
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



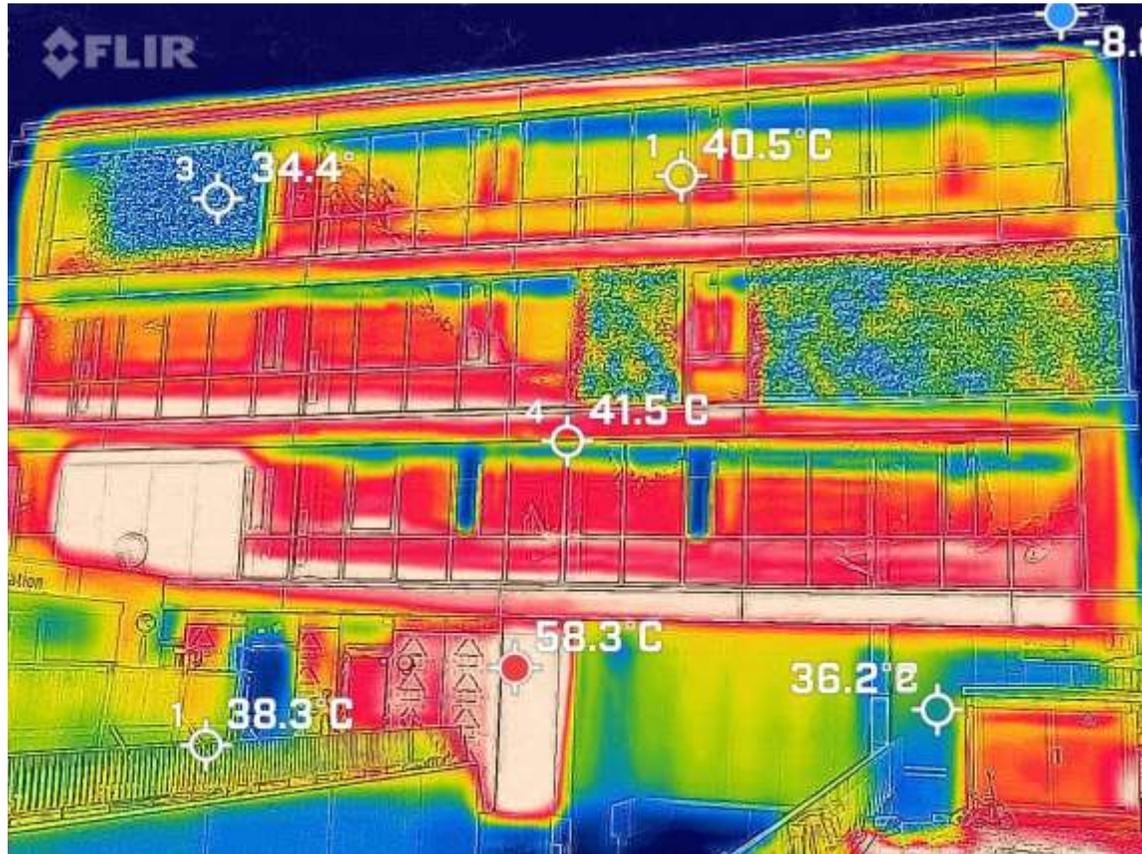
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



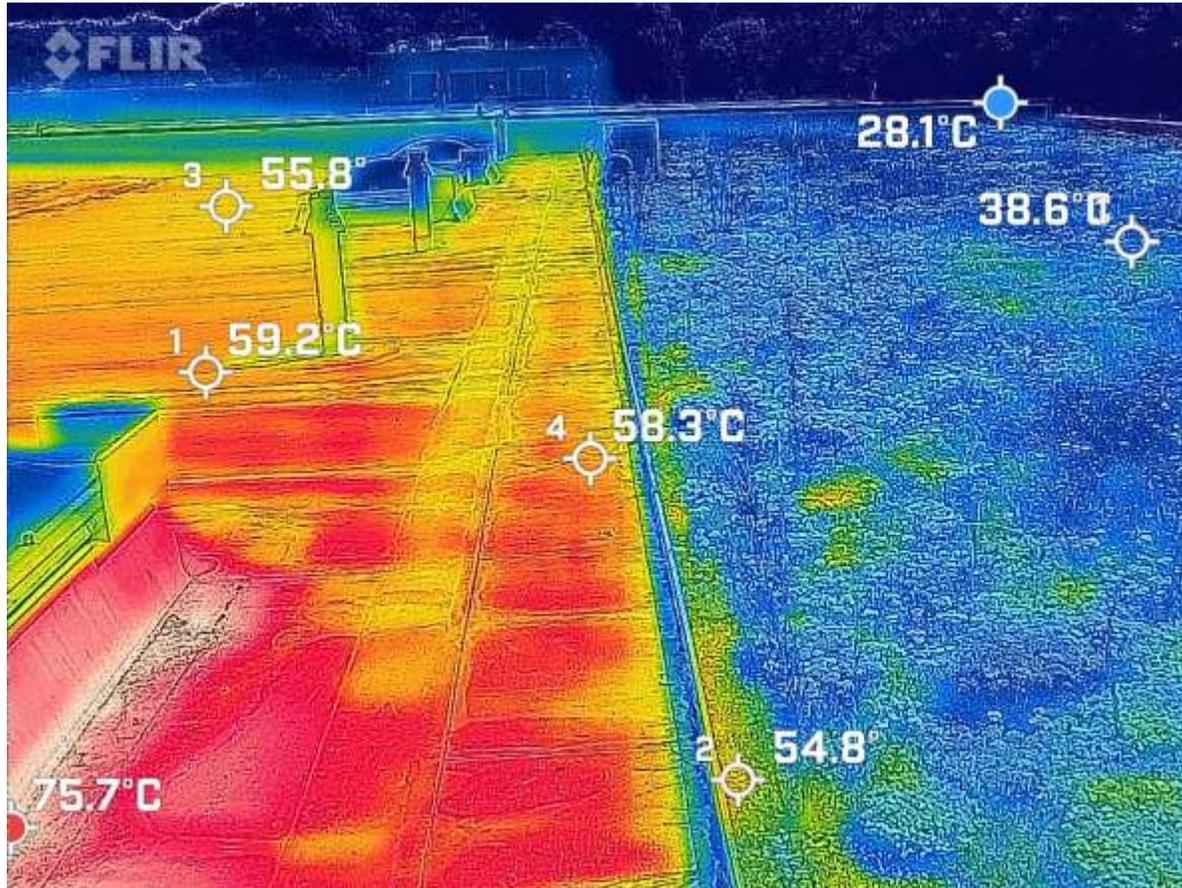
Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



Erwärmung von Oberflächen, **begrünt** und unbegrünt



Fachleute gehen davon aus, dass in den nächsten 10-15 Jahren 10% der Stadtbäume eingehen... Bewässerungen reichen nicht, sind viel zu teuer.



Climate Service Center Germany (GERICS)

Klimaausblick

Landkreis Mayen-Koblenz

GERICS
Climate Service Center
Germany



Eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrums Hereon



Ist für alle 401 deutschen Landkreise öffentlich, kostenlos herunterladbar:

https://www.gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de

Hinweis: Die Werte zeigen auch das Umland und sind gemittelt.

Die stärkeren Überwärmungen und steigenden Überflutungsrisiken in den Innenstädten werden hier nicht gesondert dargestellt



Heute

schlechte
Klimaanpassung
in den Städten

Klimawandel & urbanes Wachstum

Folgen

Hitzewellen
Überflutungen
Gesundheitsrisiko
Folgekosten

lebens-
werte
Städte

GREENPASS® Lösung

Bedarf

Einfache und
kosteneffektive
Klimaanpassung

Herausforderungen:

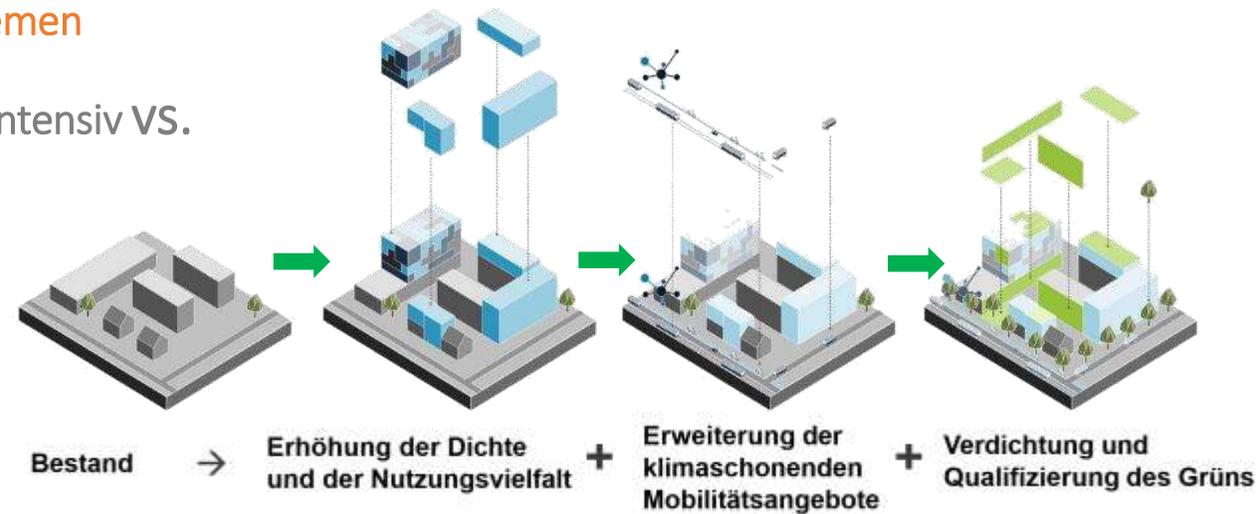
- Klimawandel → persistente Wetterlagen → Zunahme von Extremen
- Wohnraumbedarf → Zersiedelung/Versiegelung → Ressourcenintensiv VS. Innenverdichtung der Städte → Gesundheit/Lebensqualität (?)

Lösungen:

- ✓ Dreifache Innenentwicklung

Schlagworte:

- ✓ Schwammstadtprinzip,
- ✓ Nature-Based-Solutions,
- ✓ Grüne und Blaue Infrastrukturen



Es braucht **GRÜN** und
BLAU, aber ...

...Wo genau?

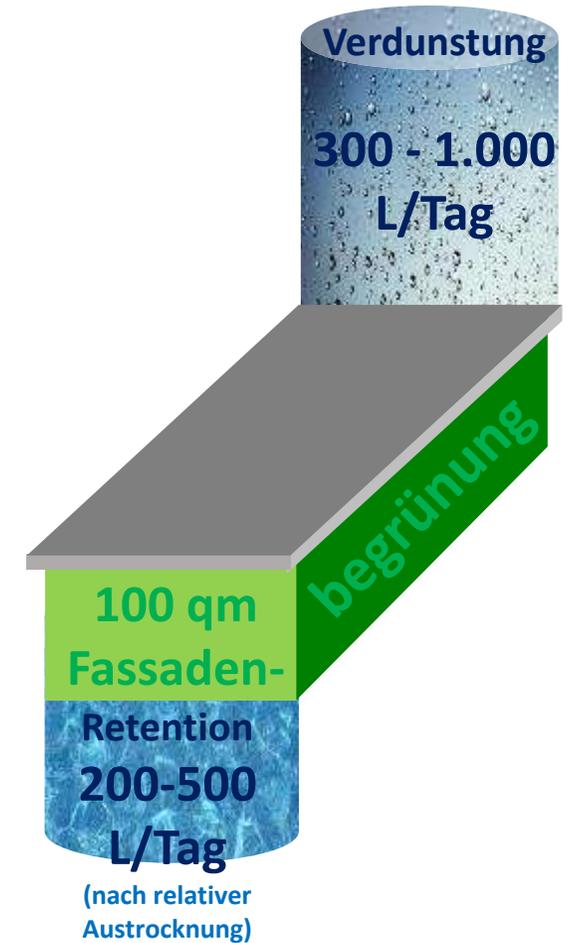
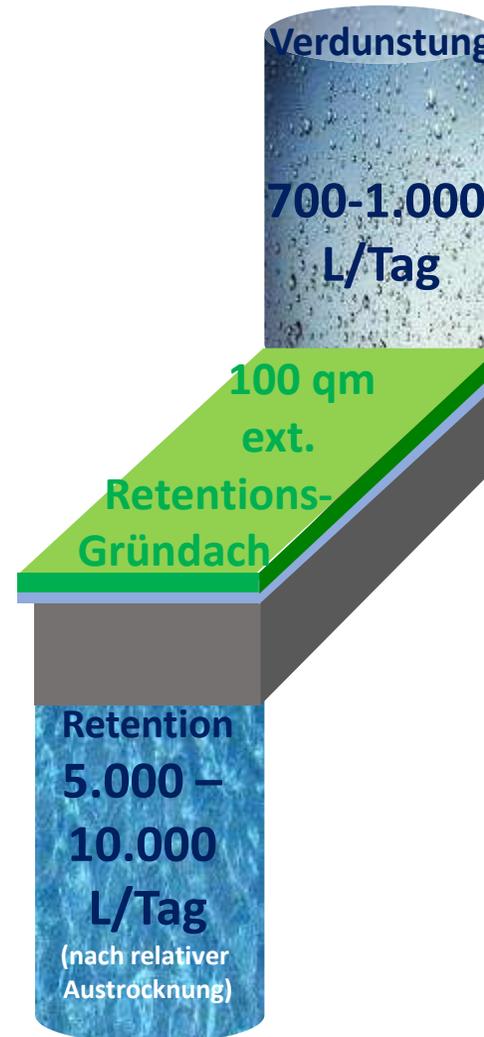
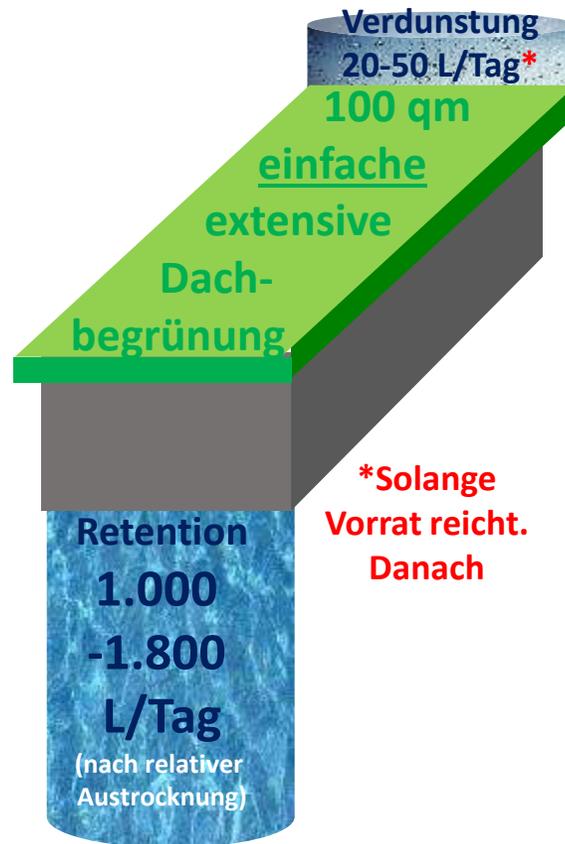
...Welches?

...Wie viel?



Effizienter, optimierter Einsatz von grünen und blauen Infrastrukturen entsprechend lokalen Anforderungen, Analysen und Wirkungen

Beispiel Retentions- und Verdunstungsleistungen von Stadtbäumen und Gebäudebegrünungen im Vergleich (vereinfacht)



EDV- und KI-gestützte Klimawandelanpassung

Schaffung **klimagesilienter Immobilien und Freiräume** durch:

- Bewertung städtebaulicher Umweltauswirkungen
- Analyse & Optimierung in Hinblick auf Kosten-Nutzen-Effizienz
- Bewertung der Umweltauswirkungen und Wirkungen von Immobilien und Freiräumen durch simulationsbasierte Analysen und Optimierungen
- Ganzheitliche 3D Wirkungsanalyse und Szenarienvergleiche
- faktenbasierte Optimierung auf der Grundlage eines digitalen Zwillings und Expertensimulationen



Verschiedene, kombinierbare Umweltbausätze

Passend zum Planungsstand und Zielen



- **Klima Check:** Bewertung und Optimierung der Klima- und Umweltauswirkungen von Immobilien und Freiräumen
Klima, Wasser, Luft, Biodiversität, Energie
- **Wind Check:** Windanalyse und Bewertung des Windkomforts für Fußgänger und Gefahrenvorbeugung.
- **Wasser Check:** Regenwassermanagement und pluvialer Überflutungsschutz. Abflussbeiwert bei unterschiedlichen Regenereignissen, Pluvialer Überflutungsschutz, Wasserspeicherung, Wasserversickerung und Grundwassererneuerung
- **Zertifizierungs Check:** Internationale Zertifizierung für Klimaresilienz. Kombinierbar mit weiteren Green Building Zertifizierungs-Lösungen wie z.B. LEED, BREEAM, **DGNB** und viele mehr.
- **Greenpass-EU Taxonomie Check:** Wirksamkeitsbewertung von Anpassungsmaßnahmen (Umweltziel 2) sowie Identifikation und Bewertung von Klimarisiken aus 4 Risikobereichen: **Temperatur, Wind, Wasser, Feststoffe** für grüne & nachhaltige Finanzierungen von Immobilien (je nach Bank **günstigere Zinsen** möglich). Durch nachweisliche Senkung der Klimarisiken, **günstigere Versicherungsprämien** möglich. Für **ESG-/CSRD-Berichte** zum Nachweis des nachhaltigen Handels. Aufwertung und allgemein besseres Rating des Immobilienportfolios



Projektbeispiel

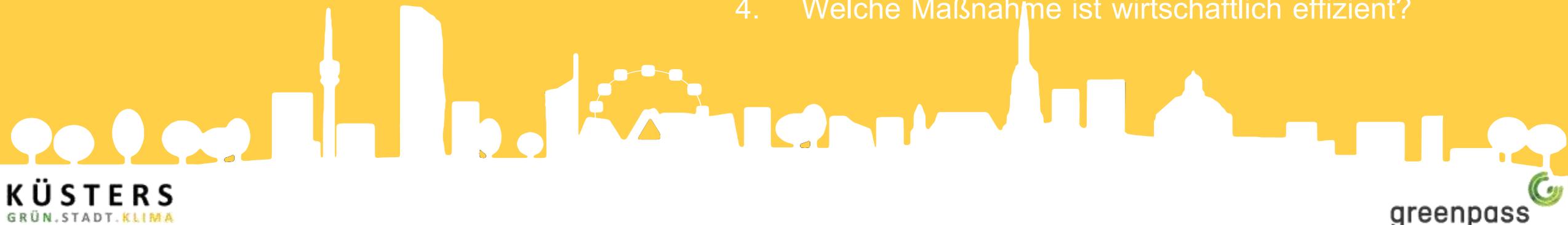
Deilviertel in Duisburg

Zielsetzungen

1. Gezielte Förderung von Klimawandelanpassungsmaßnahmen
2. Information und Motivation der Bürger*innen zur Klimawandelanpassung beizutragen

Fragestellungen

1. Wie wirken sich unterschiedliche Begrünungsmaßnahmen auf die Klimaresilienz insgesamt aus?
2. Welche Begrünungsmaßnahme wirkt auf welchen Aspekt der Klimaresilienz am stärksten?
3. Welche Maßnahme ist flächeneffizient?
4. Welche Maßnahme ist wirtschaftlich effizient?



Simulationsmodell Status Quo

Dellviertel Duisburg

| Klassifikation | Orientierung | Wert | Einheit |
|--------------------------|--------------|--------|---------|
| Projektgebietsfläche | | 120316 | m2 |
| Projektgebietsoberfläche | | 264565 | m2 |
| Gebäudevolumen | | 845926 | m3 |
| Gebäudeoberfläche | | 202753 | m2 |
| Gebäudefläche | | 58504 | m2 |
| Dachfläche | | 60336 | m2 |
| Wandfläche | West | 38898 | m2 |
| | Ost | 38898 | m2 |
| | Süden | 33202 | m2 |
| | Norden | 33244 | m2 |

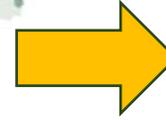
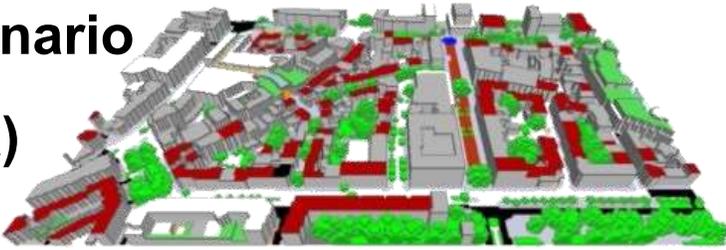


Ausschnitte der Potenzialerhebungen für reelle Simulationen und Darstellungen der möglichen Dach- und Fassadenbegrünungen und deren Varianten

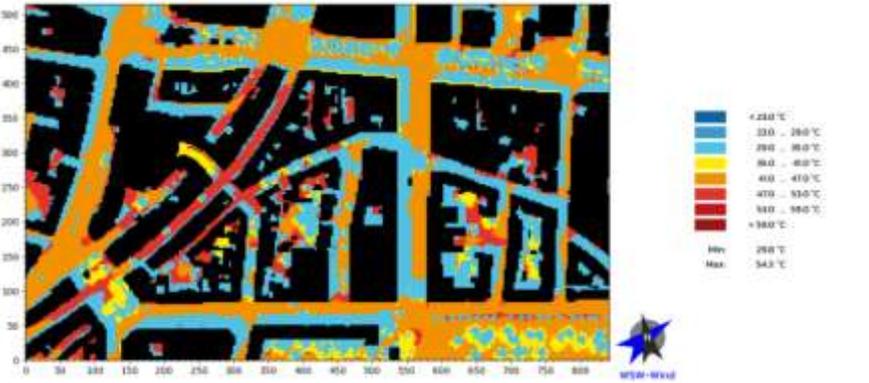


Simulationsmodell Status Quo

Szenario
(SQ)

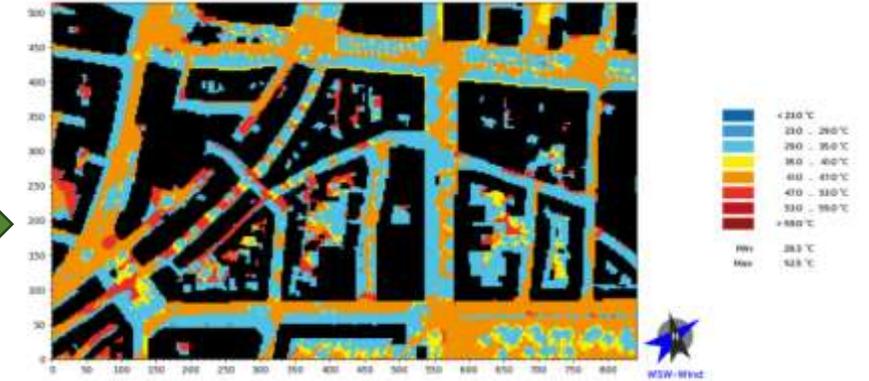
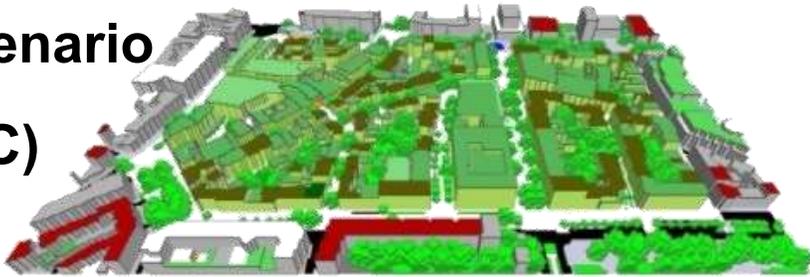


PET (gefühlte Temperatur an Sommertagen)



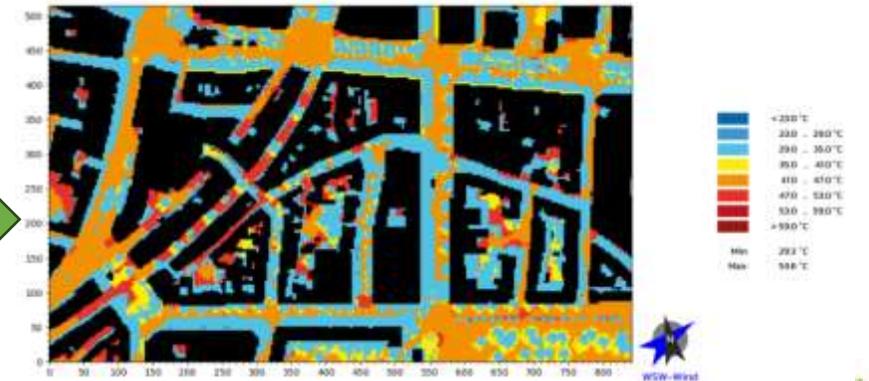
Simulationsmodell Best Case

Szenario
(BC)



Simulationsmodell optimiertes

Szenario
(OPT)

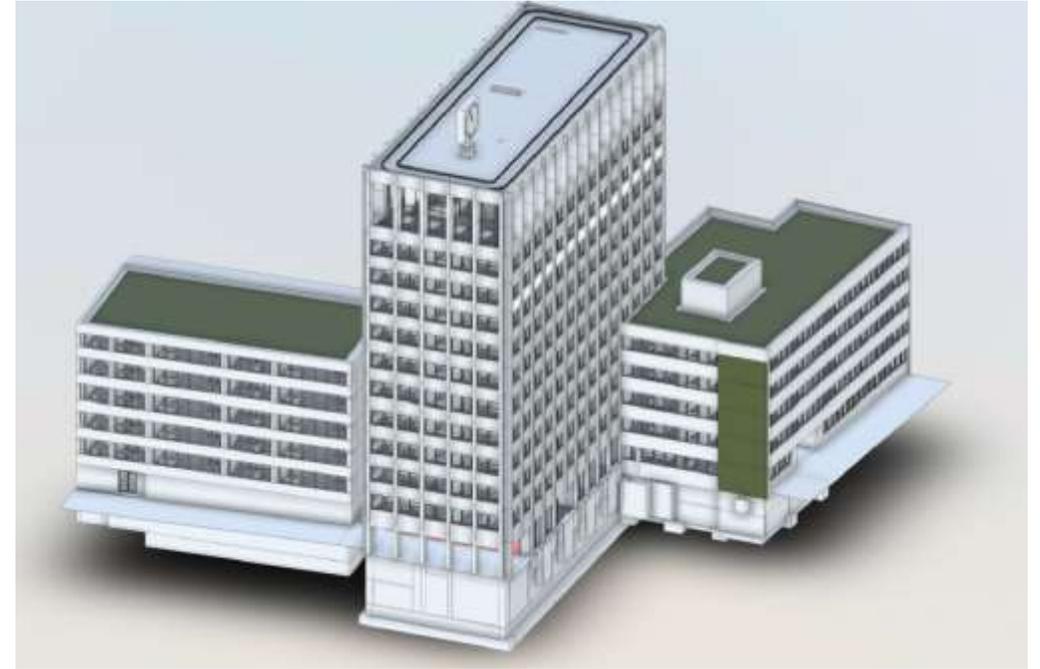


Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz



Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz

Die Planung durch Büro SSP aus Bochum

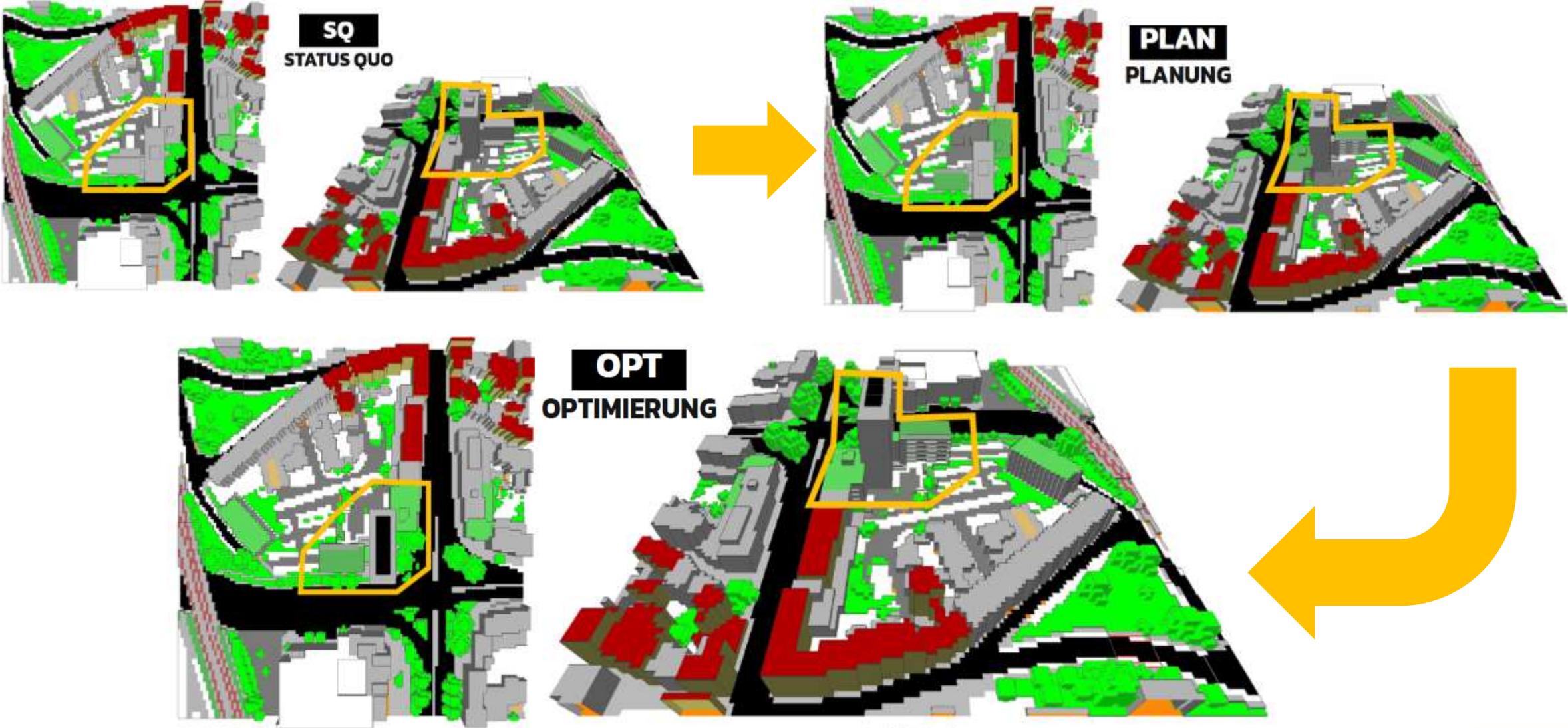


Projektqualitäten:

- Einsatz von extensiver und intensiver **Dachbegrünung**
- **Biodiversitätsdach**
- Einsatz von **Fassadenbegrünung**
- **Baumpflanzungen**
- Schaffung von **Grünflächen** und **Kinderspielplatz** im Innenhof
- Energiegewinnung durch **PV-Anlagen**

Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz

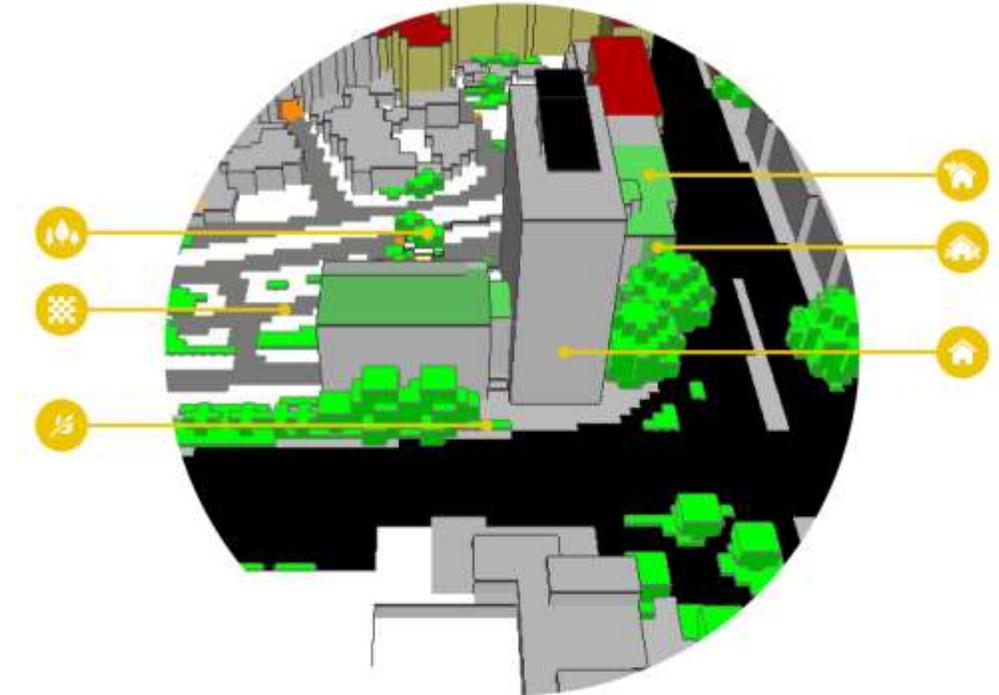
Die Szenarien als „digitaler Zwilling“



Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz

Die Eck- und Eingangsdaten

| | | | |
|----------------------------|---|---|--|
| Auflösung |  | x | 2x2 m Zellengröße |
| |  | ⊗ | 4x4 m Zellengröße |
| Wetterdaten |  |  | 2011-2021 Koblenz Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit |
| |  |  | 2011-2021 Koblenz Windrichtung und -geschwindigkeit |
| Sonnenstand |  | 21. Juli 2021 | idealisierter Hitzetag |
| Windrichtung |  | SW-Wind | sommerliche Hauptwindrichtung |
| Windgeschwindigkeit |  | 2.48 m/s | sommerliche Windgeschwindigkeit |
| Lufttemperatur |  | min 16.70 °C | Lufttemperatur Tagesminimum |
| | | max 30.02 °C | Lufttemperatur Tagesmaximum |
| Luftfeuchtigkeit |  | min 37.00 % | Luftfeuchtigkeit Tagesminimum |
| | | max 87.00 % | Luftfeuchtigkeit Tagesmaximum |

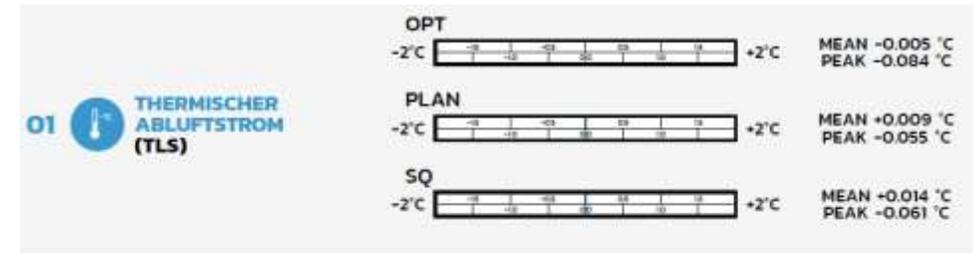


| | | SQ | PLAN | OPT |
|---|--------------------------|---------------------------------|---|----------------------|
|  | Gebäude | Wand - WDVS Dach - Flachdach | 1943 m ² 1.778 m ² | 1866 m ² |
|  | Dachbegrünung | extensiv | 0 m ² | 628 m ² |
| | | semi-intensiv - Rasen | 0 m ² | 814 m ² |
| | | semi-intensiv - Stauden | 0 m ² | 0 m ² |
| | | intensiv | 0 m ² | 88 m ² |
|  | Fassadenbegrünung | fassadengebunden | 0 m ² | 82 m ² |
|  | Oberflächen | versiegelt Asphalt | 1.012 m ² | 1.150 m ² |
| | | unversiegelt Plattenbelag | 0 m ² | 49 m ² |
| | | Sand | 0 m ² | 14 m ² |
|  | Grünraum | Wiese | 0 m ² | 84 m ² |
| | | Sträucher | 19 m ² | 61 m ² |
|  | Bäume | XS (2x2 m) | 0x | 3x |
| | | | | 9x |

Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz

Zusammenfassung / Ergebnisse

SQ vs. **PLAN** vs. **OPT**



Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz

Weitere Optimierungsmöglichkeiten

Natürliche Beschattung durch folgende Maßnahmen:

- **Bäume, Großsträucher und Hecken, Pergolen mit Kletterpflanzen**

verbessert die folgenden Indikatoren:

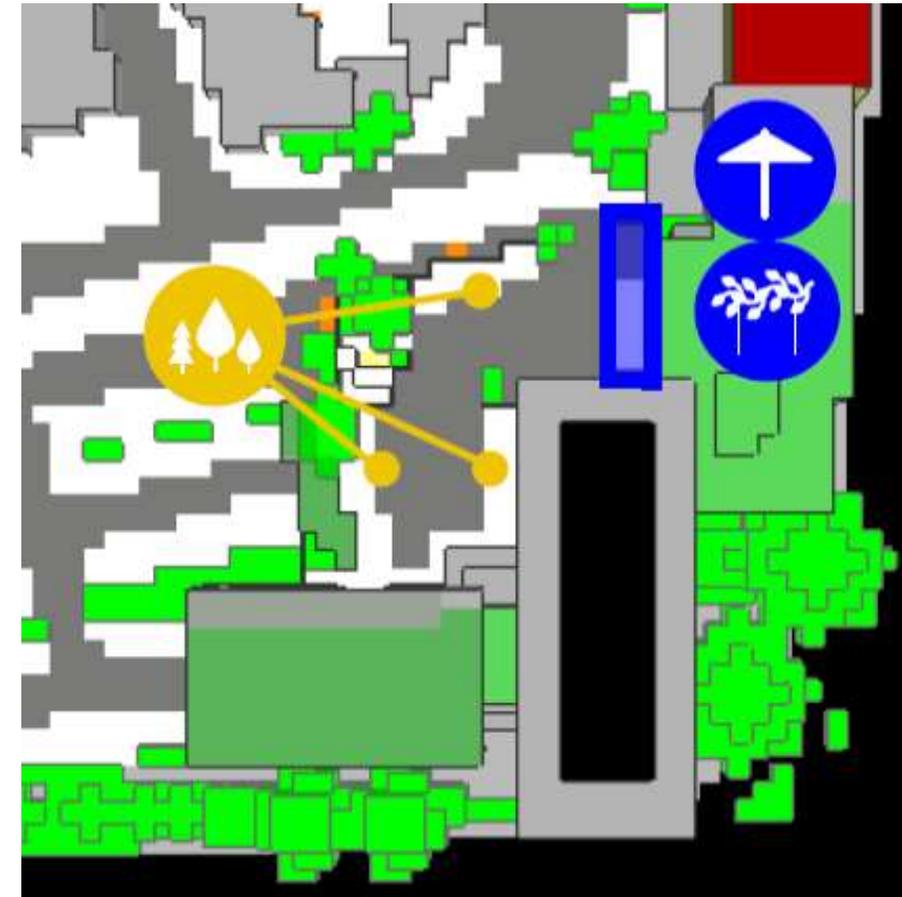
- **Klima:** 01 Thermischer Abluftstrom, 02 Thermischer Komfort, 06 Thermische Performanz, 07 Strahlung, 09 Evapotranspiration, 10 Beschattungsfaktor
- **Wasser:** 04 Abflussbeiwert
- **Luft:** 05 CO₂ Speicherung
- **Biodiversität:** 11 Blattfläche
- **Energie:** 03 Thermische Speicherfähigkeit

technische Beschattung durch folgende Maßnahmen:

- **Sonnensegel und Sonnenschirme, Dächer und Pergolen**

verbessert die folgenden Indikatoren:

- **Klima:** 01 Thermischer Abluftstrom, 02 Thermischer Komfort, 06 Thermische Performanz, 10 Beschattungsfaktor
- **Wasser:** nicht betroffen
- **Luft:** nicht betroffen
- **Biodiversität:** nicht betroffen
- **Energie:** nicht betroffen



Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz

Weitere Optimierungsmöglichkeiten

Dachbegrünungen mit unterschiedlichen Substrathöhen und Vegetationen

- **extensiv:** Sukkulenten, Gräser
- **semi-intensiv:** kleine Sträucher, Stauden, Kräuter, Gräser, Sukkulenten,
- **intensiv:** alle Arten von Vegetation in Abhängigkeit von der Gesamttiefe des Substrats
- **Kombination Photovoltaik + Dachbegrünung:** steigert die Stromproduktion aufgrund einer höheren Effizienz der Photovoltaikanlagen durch niedrigere Betriebstemperaturen. Die Auswirkung der Dachbegrünung hängt von deren Intensität ab.

Dachbegrünungen verbessern die folgenden Indikatoren:

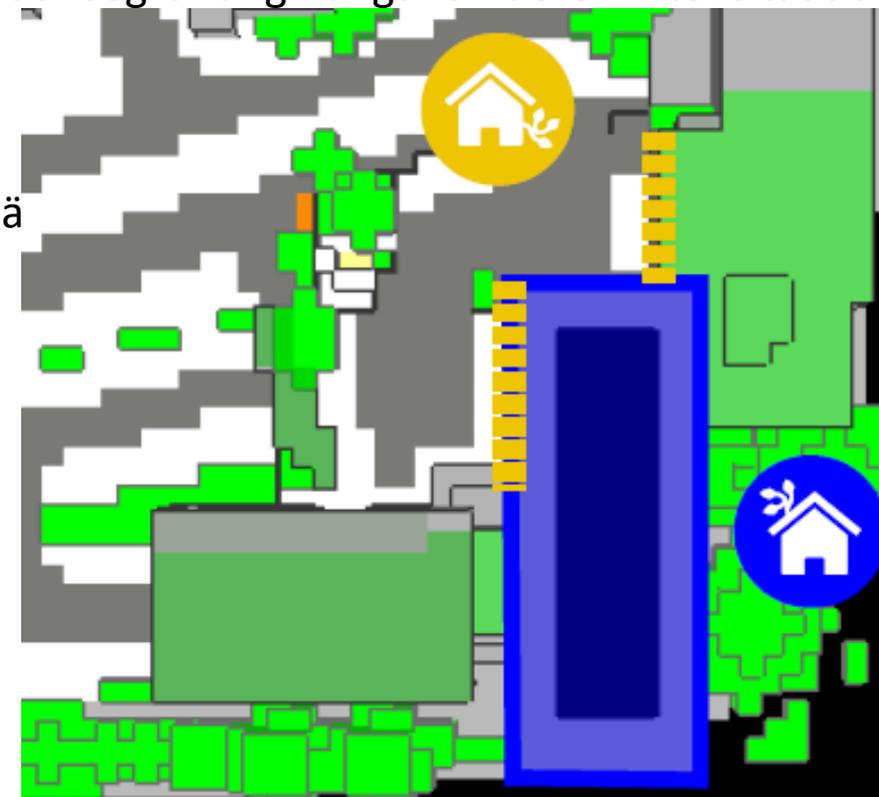
- **Klima:** 01 Thermischer Abluftstrom, 02 Thermischer Komfort, 06 Thermische Performanz, 07 Strahlung, 09 Evapotranspiration, 10 Beschattungsfaktor
- **Wasser:** 04 Abflussbeiwert,
- **Luft:** 05 CO₂ Speicherung,
- **Biodiversität:** 11 Blattflä
- **Energie:** 03 Thermische Speicherfähigkeit

Fassadenbegrünungen:

- selbst klimmende **Kletterpflanzen**, **Kletterpflanzen** mit Rankhilfen, **Living Walls:** an **Südfassaden** angebracht, können diese den **thermischen Abluftstrom steigern** an **Westfassaden** können diese den **thermischen Komfort erhöhen**

Fassadenbegrünungen verbessern die folgenden Indikatoren:

- **Klima:** 01 Thermischer Abluftstrom, 02 Thermischer Komfort, 06 Thermische Performanz, 07 Strahlung, 09 Evapotranspiration, 10 Beschattungsfaktor
- **Wasser:** 04 Abflussbeiwert,
- **Luft:** 05 CO₂ Speicherung,
- **Biodiversität:** 11 Blattfläche
- **Energie:** 03 Thermische Speicherfähigkeit



Lokales Projektbeispiel: Sparkasse Koblenz

Weitere Optimierungsmöglichkeiten

Bodenschutz und Entsiegelung:

- mehr Grünflächen, • durchlässige Oberflächen, • teilweise durchlässige Oberflächen

Bodenschutz und Entsiegelung verbessern die folgenden Indikatoren:

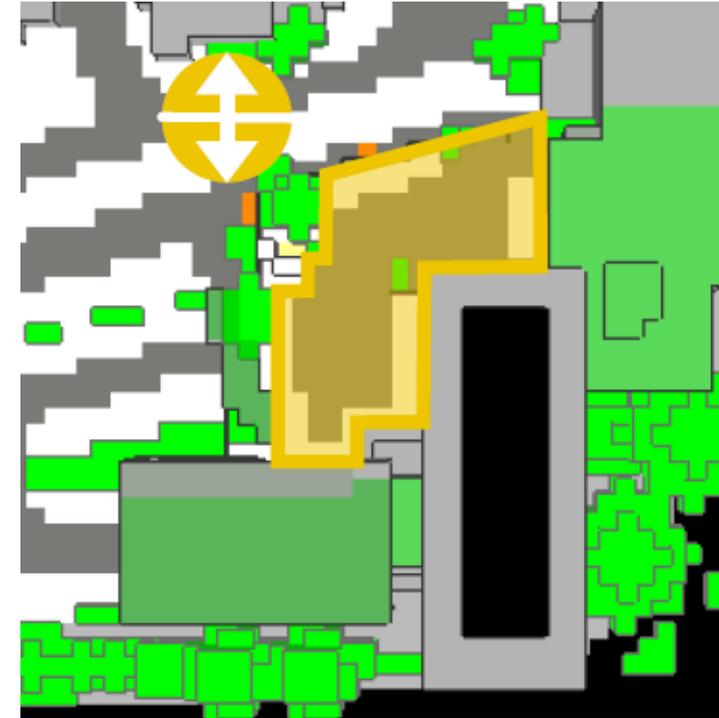
- **Klima:** 01 Thermischer Abluftstrom, 02 Thermischer Komfort, 07 Strahlung, 09 Evapotranspiration, • **Wasser:** 04 Abflussbeiwert, • **Luft:** 05 CO₂ Speicherung
- **Biodiversität:** 11 Blattfläche, • **Energie:** 03 Thermische Speicherfähigkeit

Blaue Infrastruktur kann implementiert werden durch die Installation von:

- Teiche/Wasserflächen, • nachhaltige Stadtentwässerungssysteme

Blaue Infrastruktur verbessert die folgenden Indikatoren:

- **Klima:** 01 Thermischer Abluftstrom, 02 Thermischer Komfort, 07 Strahlung, 09 Evapotranspiration, • **Wasser:** 04 Abflussbeiwert, • **Luft:** nicht betroffen
- **Biodiversität:** nicht betroffen, • **Energie:** 03 Thermische Speicherfähigkeit



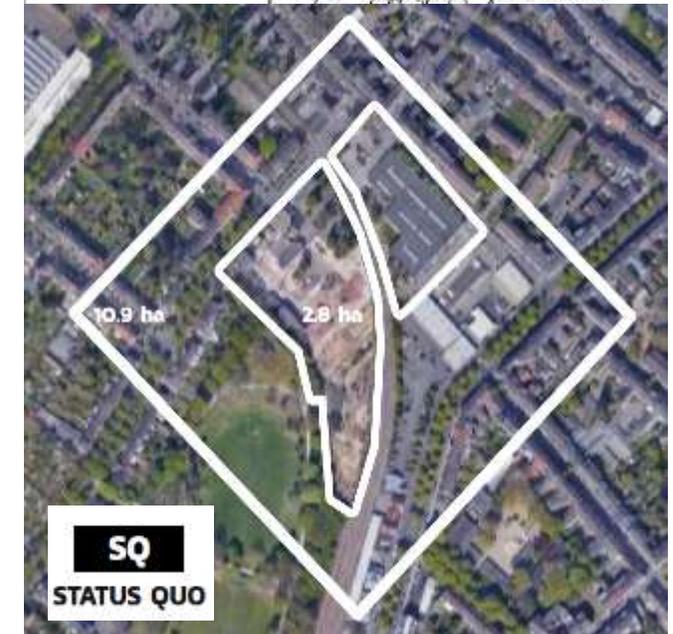
Anforderung der Stadt Krefeld bei Baumaßnahmen in der Innenstadt:

Klimasimulation nach „Wiener Modell“

Vergleich des Mikroklimas Planung und Status Quo

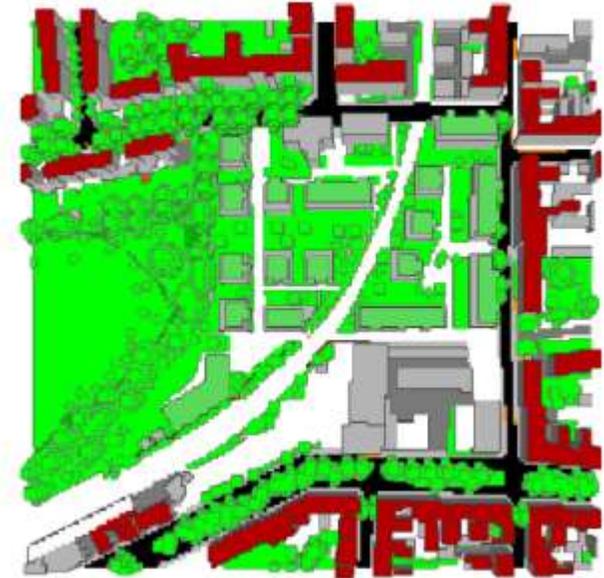
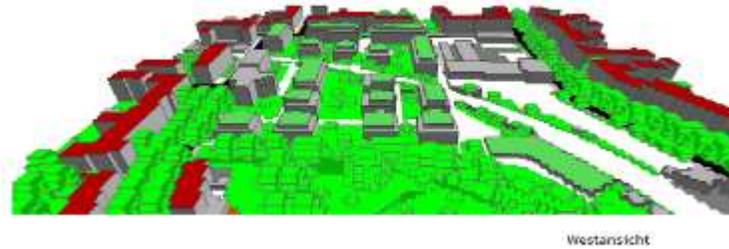
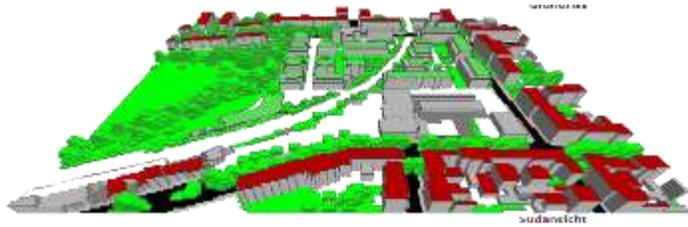
→ Keine Verschlechterung bei den folgenden 5 Indikatoren:

| | | |
|------------|---|-------------------------------------|
| TLS |  | Thermischer Abluftstrom |
| TCS |  | Thermischer Komfort |
| TSS |  | Thermische Speicherfähigkeit |
| ROS |  | Abflussbeiwert |
| CSS |  | CO₂ Speicherung |

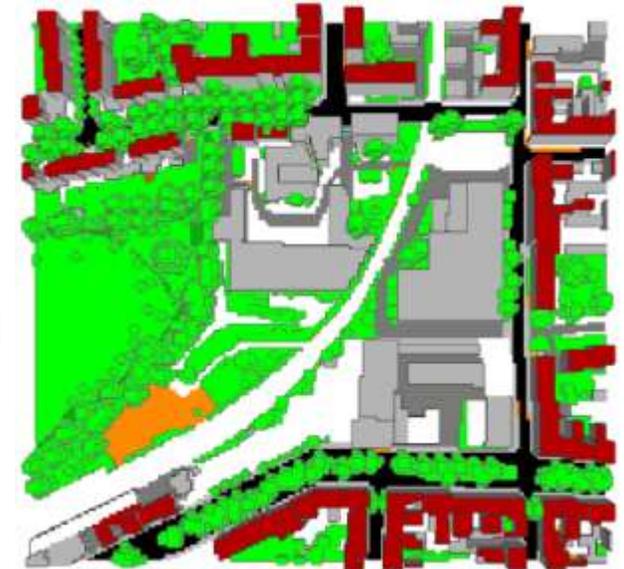
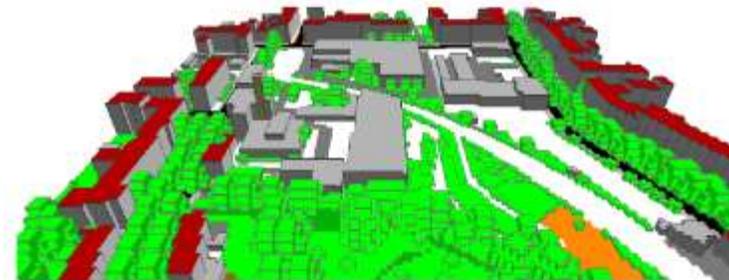
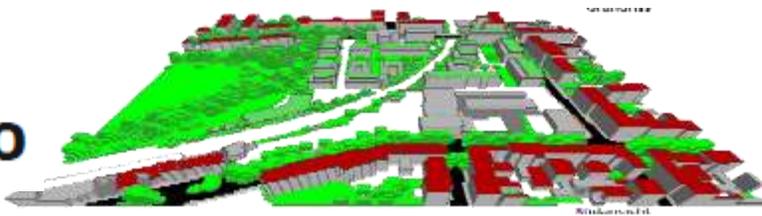


Simulationsmodelle

PLAN
PLANUNG

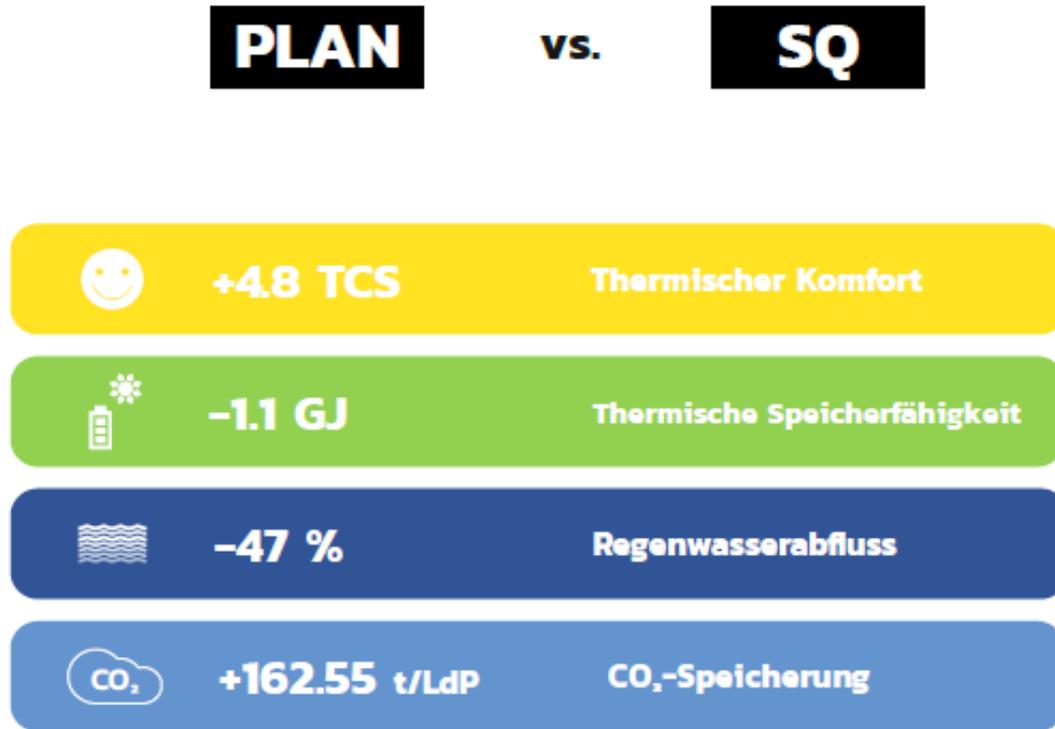


SQ
STATUS QUO



Beispiel: Anwendung „Wiener Modell“, Neuer Weg Krefeld

Auswirkungen und Verbesserungen



Thermischer Abluftstrom (TLS):



Im **Peak** kühlt die **PLANUNG** das Nachbarquartier an einem Hitzetag um **-0.089°C** und im Tagesmittel erwärmt sie es um **+0.020°C**.

Thermischer Komfort (TCS)



Die **PLANUNG** des Projektgebiets weist einen **moderaten bis guten TCS** von **48.80** auf. Verglichen mit dem **STATUS QUO (44.03 TCS)** konnte der TCS verbessert werden.

Thermische Speicherfähigkeit (TSS):



Die Thermische Speicherfähigkeit beträgt in der **PLANUNG 4.17 MJ**. Auf Grund der großteils versiegelten Fläche und geringen Grünfläche ist im **SQ** eine höhere TSS vorhanden.

Abflussbeiwert (ROS)



Der **Abflussbeiwert** weist in der **PLANUNG** einen sehr guten Wert von **0.18** auf, d.h. 82% des Regenwassers können versickern, gespeichert werden oder verdunsten. Im **SQ** wird 35% des gesamten Regenwassers versickert, gespeichert oder verdunstet.

CO₂ Speicherung (CSS)



Die Leistung hinsichtlich CO₂ Speicherung beträgt in der **PLANUNG 365.70 t/ Lebenszeit der Pflanze**. Durch die Intensivierung und Erweiterung der begrünten Fläche im Projektgebiet kann der CSS Wert verbessert werden.

Optimierungsempfehlungen (Ausschnitt)

Baum- und Strauchpflanzungen und begrünte Pergolen



- **verstärkte Baum- und Strauchpflanzungen** in Hot-Spot-Bereich (1) und in Bereichen mit hohen Windschwindigkeiten (A)
- Einsatz von **Neupflanzungen** mit möglichst **großem Kronendurchmesser**
- Planung von **begrünten Pergolen** in **Sitz-, Liegebereichen und Spielbereich**

Fassadenbegrünung



- Einsatz von **Fassadenbegrünung** in Hot-Spot-Bereich (1) zur Erhöhung des thermischen Komforts

Blaue Infrastruktur

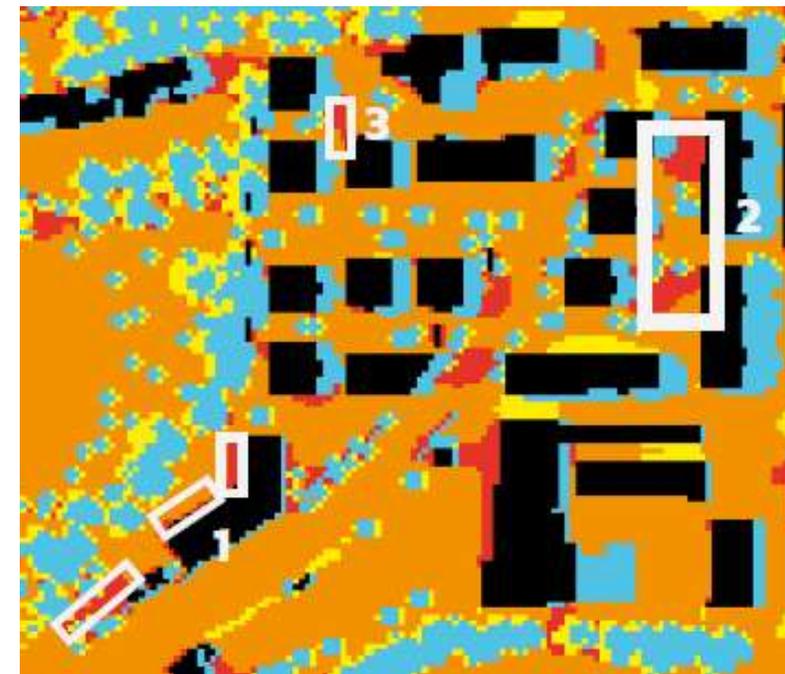
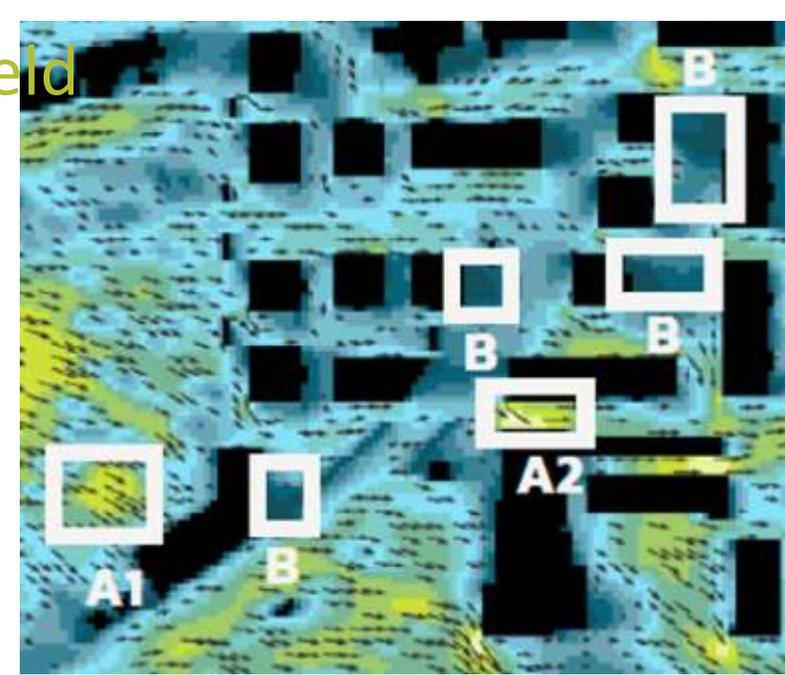


- Einsatz von **blauer Infrastruktur** zur Kühlung und Erhöhung des thermischen Komforts (z.B.: Wasserspiel)

Gebäudeöffnungen, Abfasen von Gebäudekanten



- **Versetzen bzw. Öffnung von Gebäuden** um die Durchlüftung von windstillen Zonen (B) zu ermöglichen und somit den thermischen Komfort zu verbessern
- **Verbreiterung** von Windkorridor (A2) zur Vermeidung von Winddüse
- **Abfasen von Gebäudekanten** um Windstrom nicht zu blockieren



Beispiel: 3-fache Innenverdichtung und Innenstadtrevitalisierung IKEA Wien



- 160 Bäume am Gebäude
- weltweit 1. GREENPASS Platinum zertifiziertes Gebäude
- höchste Klimaresilienz & Nutzerqualität offiziell bestätigt
- zukunftssicher & klimafit konzipiert
- Vorzertifizierung ab Wettbewerbsphase



Was leistet der neue IKEA Wertbehrhof Wien?

- GREENPASS Platinum Zertifiziert**
- alle** Klimaresilienz & Nutzerqualität
- 1.5°C** Urban cooling by up to
- 3.600 m²** Fläche für einen Einkaufszentrum
- 3.433 x** mehr Bäume als ein durchschnittliches Einfamilienhaus
- 2ha** = **3x** Fläche eines durchschnittlichen Einfamilienhauses
- 12.6°C** Urban cooling by up to
- 1.279** Bäume
- autofrei** 100% autofrei
- +160** = **1/2 ha** Fläche eines durchschnittlichen Einfamilienhauses
- 1 x** Fahrradparkplatz
- € = 25 x** mehr Bäume als ein durchschnittliches Einfamilienhaus
- Biodiversität**
- Dachterrasse**
- 12%** Energieverbrauch
- vertikaler Park**
- Recycling**
- +2.700 m²** Fläche für einen Einkaufszentrum
- € 10.90/m²** Preis pro m²
- 810 + 260 m²** Fläche für einen Einkaufszentrum

quarkraft **www.ikea.at** **100%** **100%**

mehr info | www.greenpassfordebbi



Regenwassermanagement in der Stadt

Mulden, Rigolen, Rasenfugenpflaster. Zur Überflutungsvorsorge, Grundwasserauffüllung und späterer Verdunstungskühlung....

Längst bekannt, etwas in Vergessenheit geraten, kommen sie jetzt als „Nature-Based-Solutions“ zurück.



„Regenwasser gehört in die Vegetation, in Tiefbeete, in Mulden und Rigolen. Nicht in den Gully!!!“



Regenwassermanagement in der Stadt

Das neue „Schön“: Mehr Artenreichtum, mehr Biodiversität zulassen, extensive Pflege.... Und vieeeel Geld dabei sparen....



„Re“-Naturierung : Bachlauf und Ufer, Kassel

Projektbeispiel - Rheydter Bahnhof

Architektur und Klimaanpassung auf hohem (technischem) Niveau:

Wandgebundene Fassadenbegrünungen sowie intensive und extensive Dachbegrünung mit Retention und gedrosseltem Ablauf (LP 1-9)



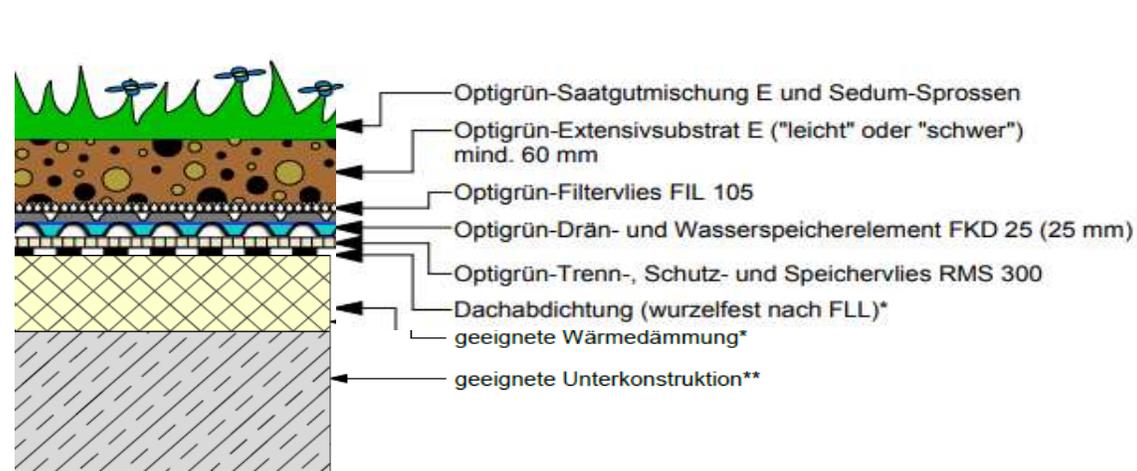
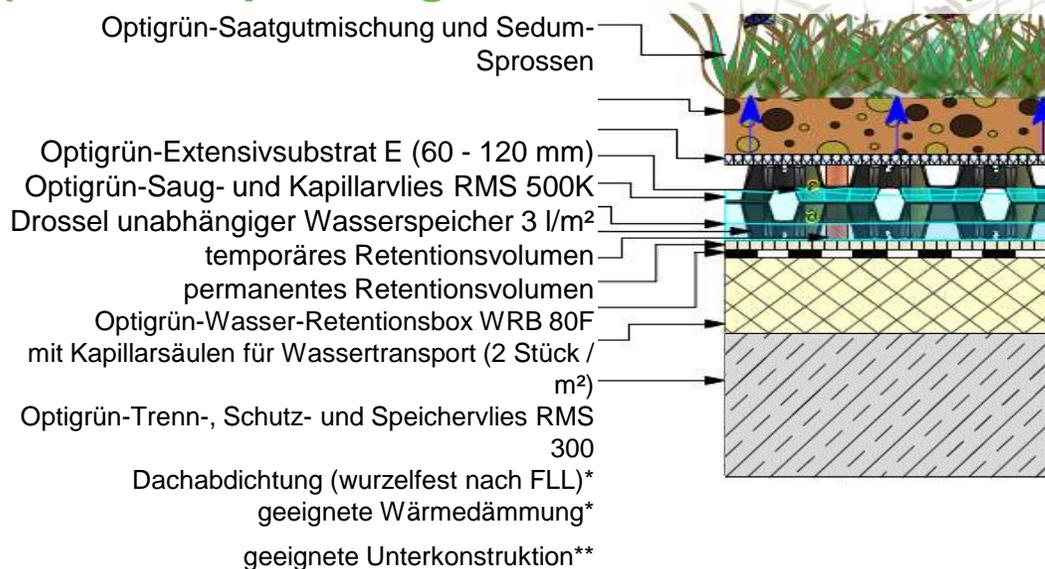
Links: Planung / Visualisierung

Rechts: Stand der Fassadenbegrünung 11. März 2024 Unterkonstruktion etc fertig, Pflanzmodule werden in ca. 4 Wochen eingesetzt-

Projektbeispiel - Rheydter Bahnhof

Intensive und extensive Begrünung des Innenhofes/Daches – LP 1-9

Vergleich Aufbauhöhen und Gewichte etc. Retentionsdach (neu) vs Spardach (Entwurfsplanung Hochbauarchitektur)



Anmerkung

Das temporäre und ggf. permanente Retentionsvolumen ist mit dem Statiker abzuklären
Notüberlauf: Der Notüberlauf ist über OK Retentionsbox anzusetzen

++ Höher Wasserrückhalt bei Starkregen (Spitzenabflussbeiwert über Drossel individuell einstellbar)

++ Kühlung auch nach langen Hitzeperioden (Retentionsvolumen 75 l/m²)

++ Wasserspeicher gesamt 95-150 l/m²

+/- Dachneigung muss 0 sein

+/- Last ab 100 kg/m² bzw. 1,0 kN/m²

+/- Aufbauhöhe ab 14 cm (was an Randanschlüssen durch Wegfall der Gefälledämmung wahrsch.

keinen Unterschied ausmacht. Wenn doch kann man dieses durch tiefergelegte Kiesstreifen ausgleichen)

- Kostenrichtwert ca. 38 - 45 €/m²

- **geringerer Wasserrückhalt bei Starkregen**

- **Keine / wenig Kühlung nach langen Hitzeperioden (da keine zusätzliche Retention)**

- **Wasserspeicher gesamt 25 l/m²**

+/- Last ab 90 kg/m² bzw. 0,9 kN/m²

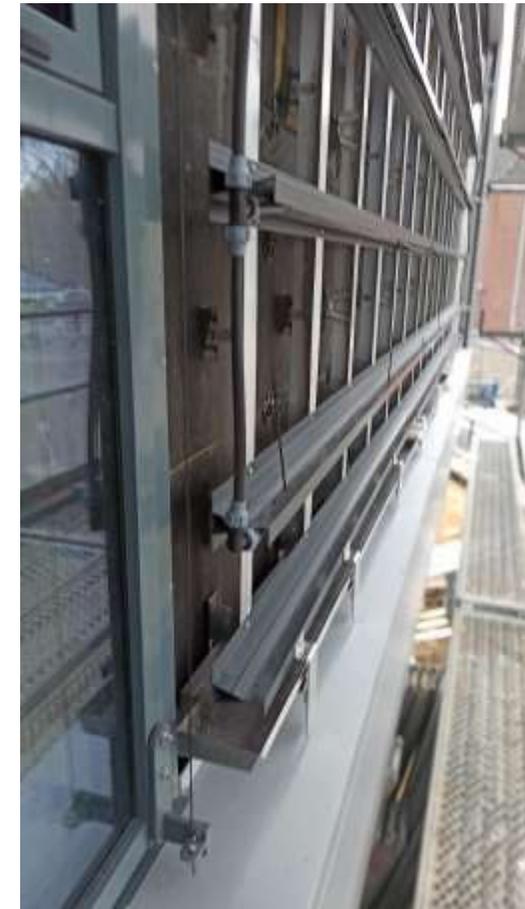
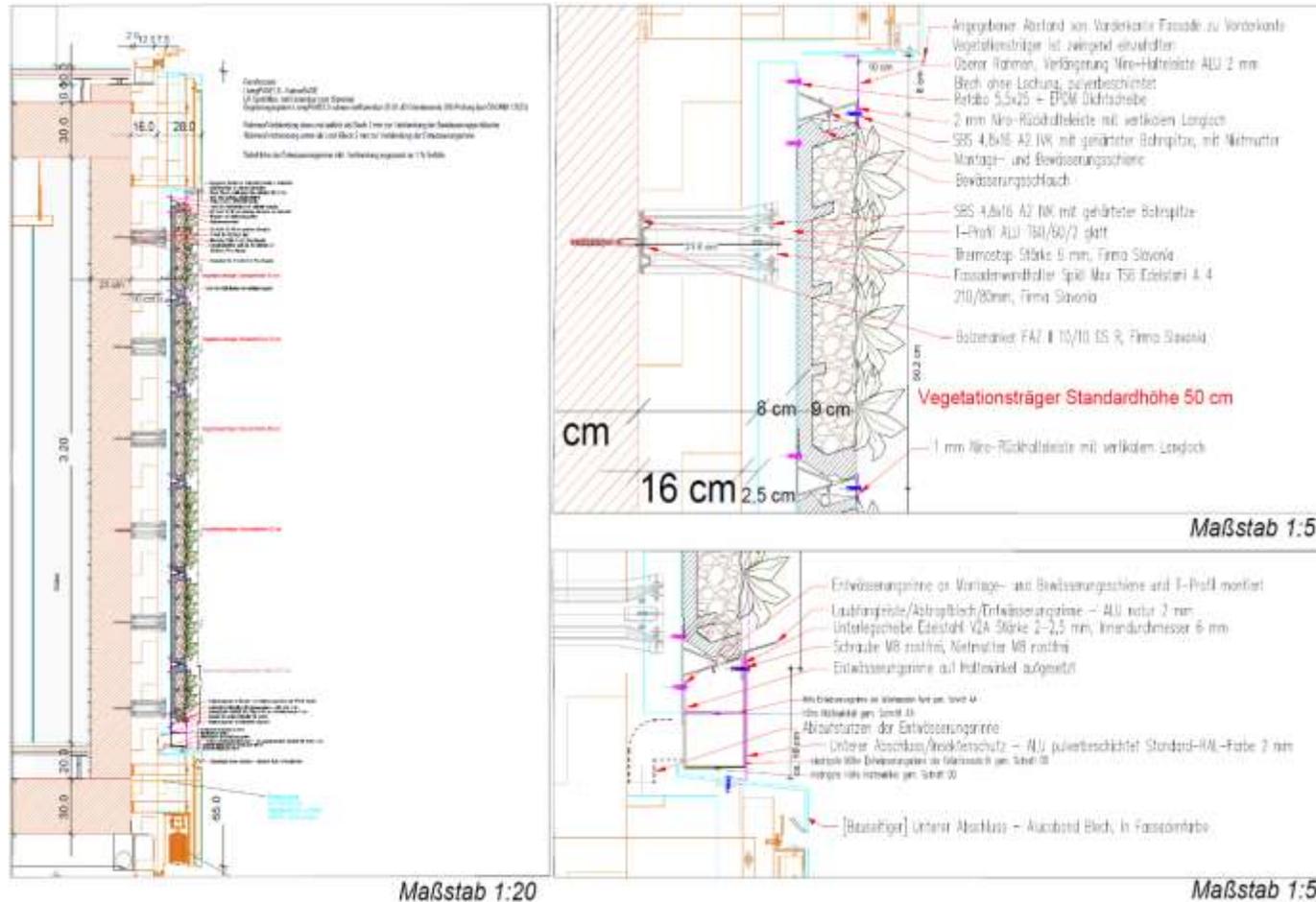
+/- Aufbauhöhe ab 8 cm (was aber durch notwendige Gefälledämmung nicht zu einem Kostenvorteil führt)

+ Kostenrichtwert ca. 25-30 €/m²

(Preisdifferenz: ca. 15,00 €/m² x 1.100 m² = 16.500,00 €)

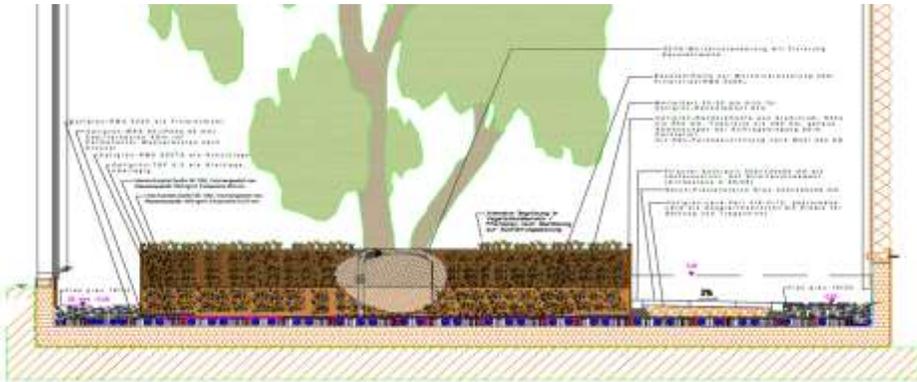
Projektbeispiel - Rheydter Bahnhof

Wandgebundene Fassadenbegrünungen – LP 1-9

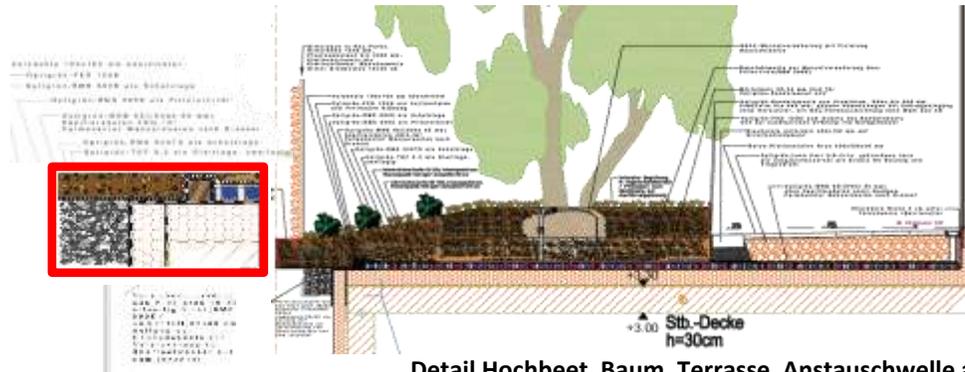


Projektbeispiel - Rheydter Bahnhof

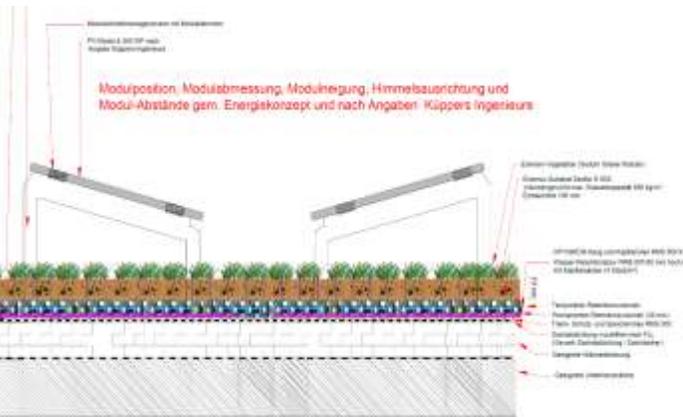
Intensive und extensive Begrünung des Innenhofes/Daches – LP 1-9



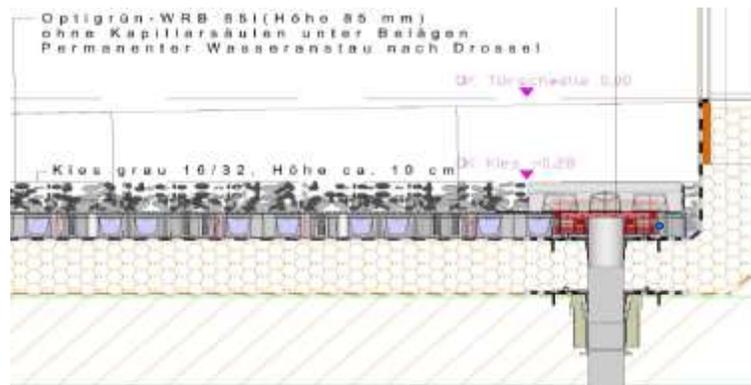
Detail Hochbeet, Baum, Baumverankerung, Fluchtweg



Detail Hochbeet, Baum, Terrasse, Anstauschwelle an Gebäudekante



Beispiel: Detail aus Ausführungsplanung, Entwässerungsplanung, Retentionsdachbegrünung mit gedrosseltem Ablauf und Anstau, Abstimmung mit TGA-Planung, Solardachbegrünung, Solaraufständerung, Windsogberechnung



Projektbeispiel - Rheydter Bahnhof

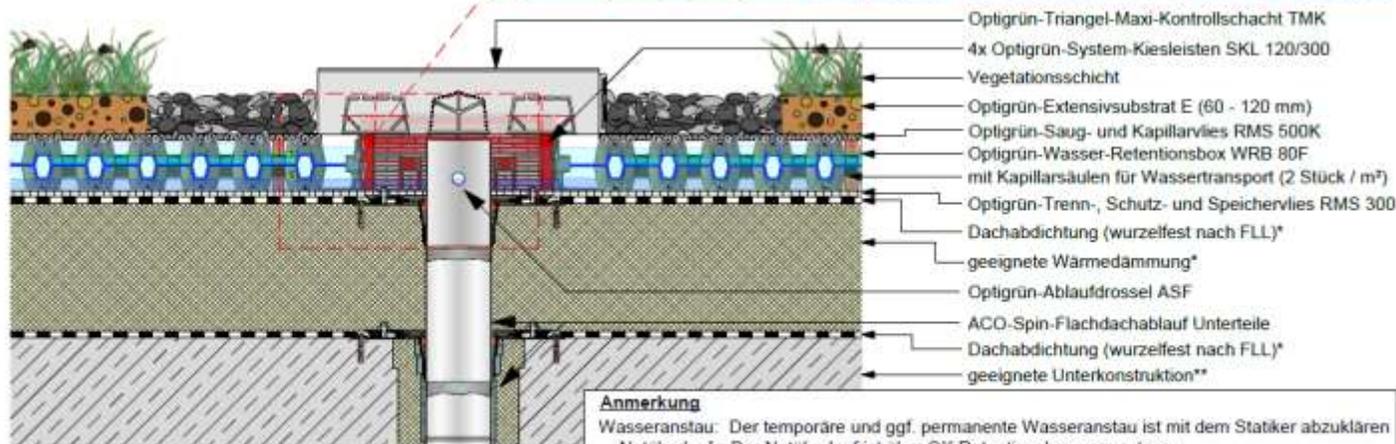
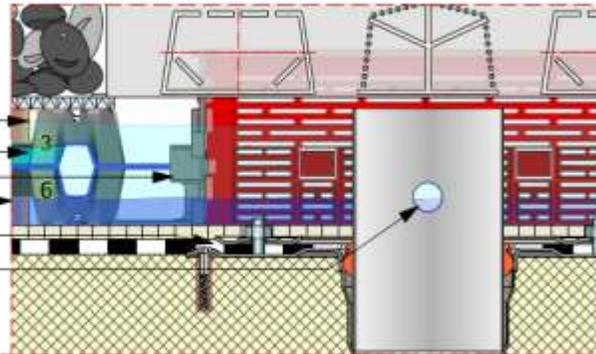
Intensive und extensive Begrünung des Innenhofes/Daches – LP 1-9

extensive Dachbegrünungen als Retentionsdach: Ablauf / Drossel zur Erfüllung der kommunalen Einleitbeschränkung, Randausbildung (Anschluss)

Regeldetail "Dachablauf mit Kontrollschacht"

System: Optigrün Retentionsdach Drossel extensiv
Dachablauf in der Fläche
WRB 80F verlegt mit 3 Liter- Seite oben

- Temporärer Wasseranstau gemäß Optigrün RWS 4.0 Berechnung
- Drossel unabhängiger Wasserspeicher 3 l/m²
- 4x Optigrün-System-Kiesleisten SKL 120/300 permanenter Wasserspeicher
- Pressdichtungsflansch
- Optigrün-Ablaufdrossel ASF (objektspezifische Drosselrohrbohrung)



* Gewerk Dachabdichtung ** Gewerk Hochbau



Projektbeispiel - Wilhelmshaven

Wand- und troggebundene Fassadenbegrünung

Kurzbeschreibung und Übersicht der ausgearbeiteten Varianten Parkstrasse 3 / Marktstrasse 33:

Low Budget

Pflanztröge herstellen und auf dem Vordach verteilen und selbstklimmende Kletterpflanzen wie Efeu und wilder Wein einsetzen (Keine Rankhilfen)



Medium Budget

Pflanztröge mit entsprechenden Rankgittern werden im Raum zwischen zwei Fenstern verteilt. Ausführung von Schlingpflanzen und Unterpflanzung



High Budget

besteht aus einer Mischung aus rankgittergestützter Begrünung, ähnlich wie Medium Budget, jedoch zusätzlich einer wandgebundenen Fassadenbegrünung auf dem rechten Fassadenteil



Projektbeispiel – Parkhaus Düsseldorf

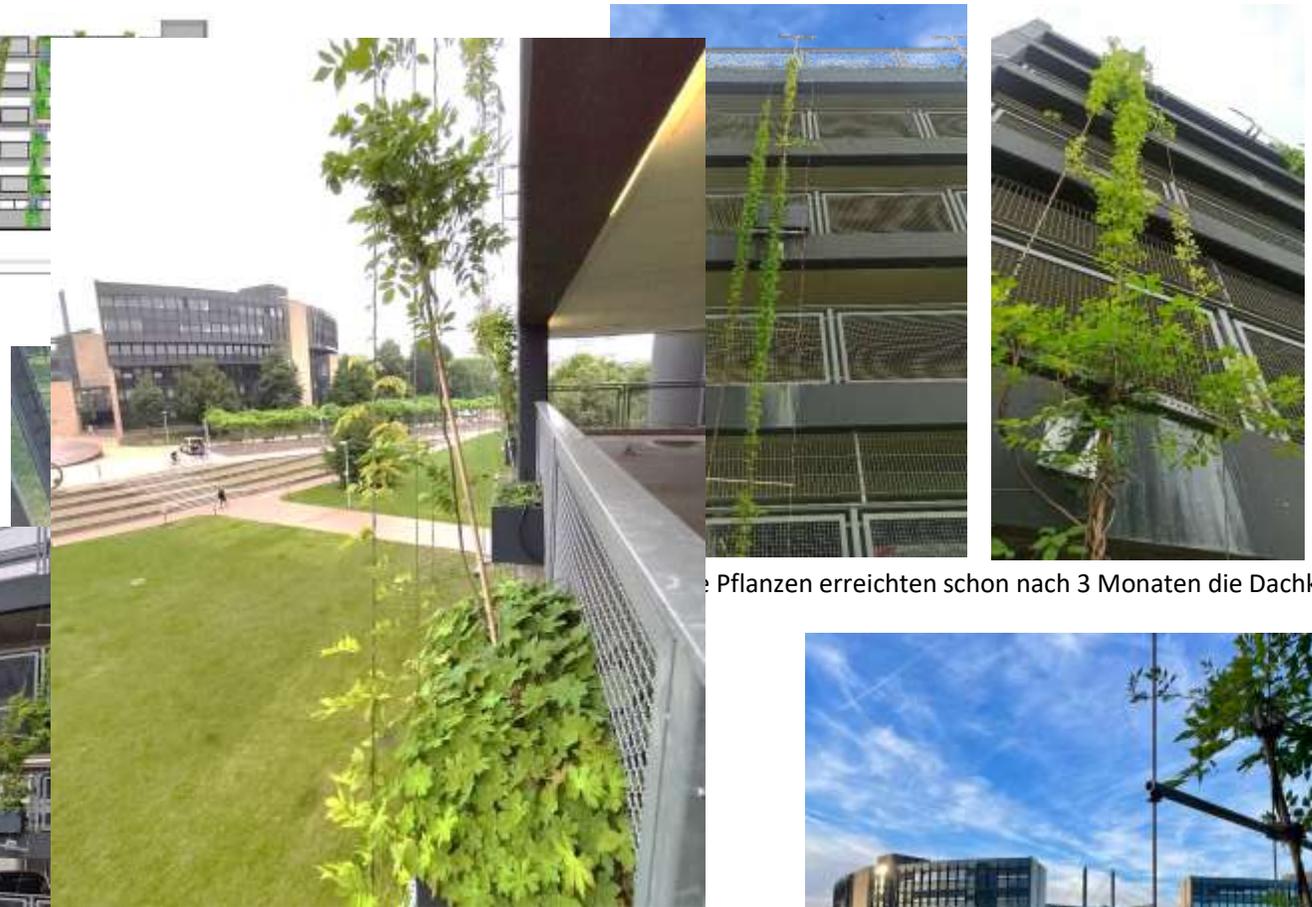
Boden- und trogebundene Fassadenbegrünung mit ferngewarteter, vollautomatischer Bewässerung – LP 1-9

Ansicht Südost



Anzahl Bauelemente schmale Variante 1:
Glasfaserkunststoffgerüste
Substratfassade
für Rankpflanzen
Elemente mit Gesamtlänge 13,40m: 10 Stück
Elemente mit Gesamtlänge 12,74m: 1 Stück
für Schlingpflanzen
Elemente mit Gesamtlänge 13,40m: 10 Stück
Elemente mit Gesamtlänge 12,74m: 1 Stück
Pflanzträger
Substratfassade 22 Stück

Ansicht Nordwest



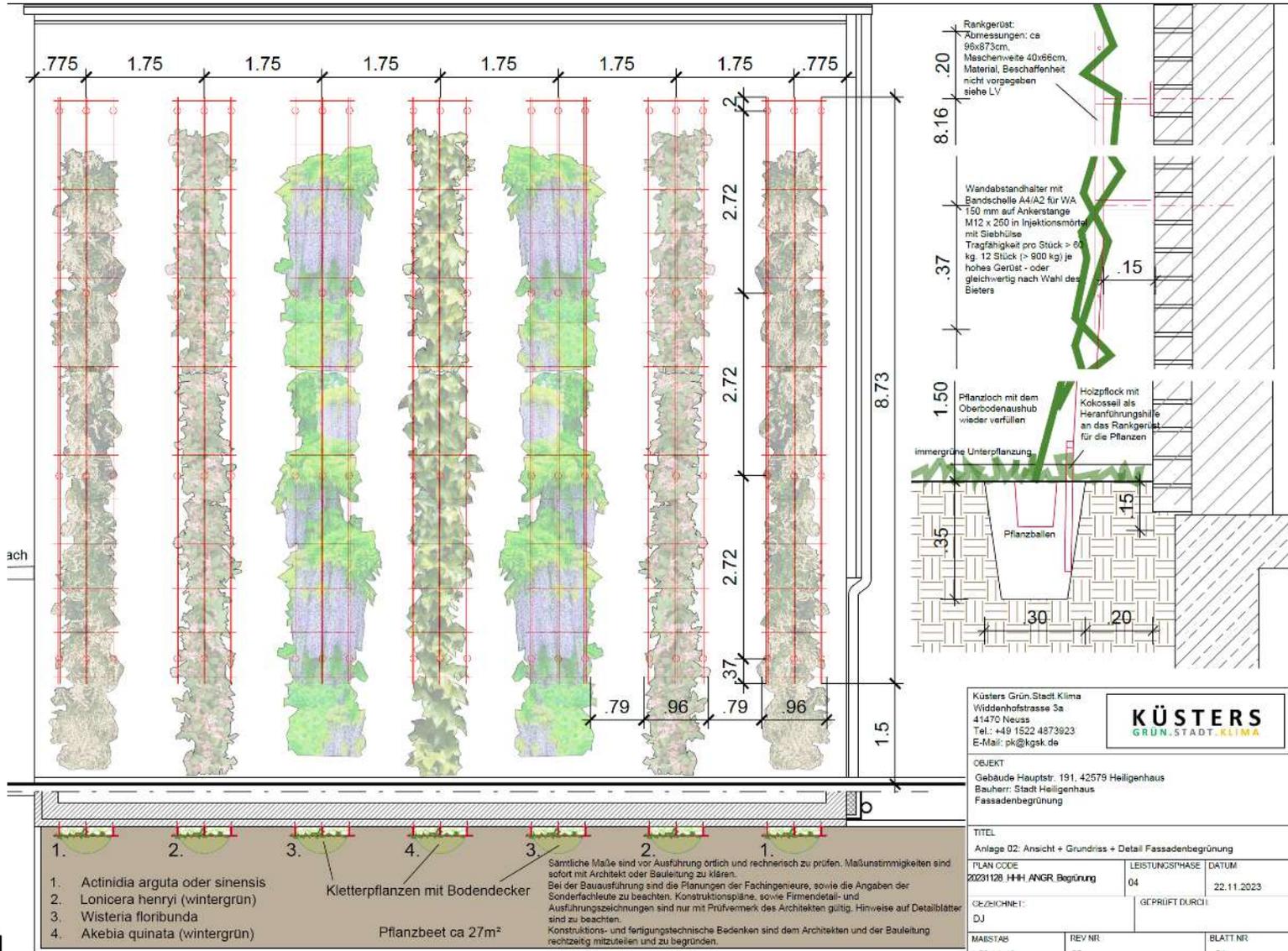
Pflanzen erreichten schon nach 3 Monaten die Dachkante



Gegenüber befindet sich der Landtag von NRW

Projektbeispiel – Fassadenbegrünung Heiligenhaus

Boden- Fassadenbegrünung– LP 1-9



Küsters Grün.Stadt.Klima
Widdenhofstrasse 3a
41470 Neuss
Tel.: +49 1522 4873923
E-Mail: pk@kgsk.de

KÜSTERS
GRÜN.STADT.KLIMA

OBJEKT
Gebäude Hauptstr. 191, 42579 Heiligenhaus
Bauherr: Stadt Heiligenhaus
Fassadenbegrünung

| | | |
|--|----------------------|---------------------|
| TITEL Anlage 02: Ansicht + Grundriss + Detail Fassadenbegrünung | | |
| PLAN CODE 20231128_HH ANGR Begrünung | LEISTUNGSPHASE 04 | DATUM 22.11.2023 |
| GEZEICHNET: DJ | GEPRÜFT DURCH: | |
| MAßSTAB 1:50 1:10 | REV NR 00 | BLATT NR 01 |

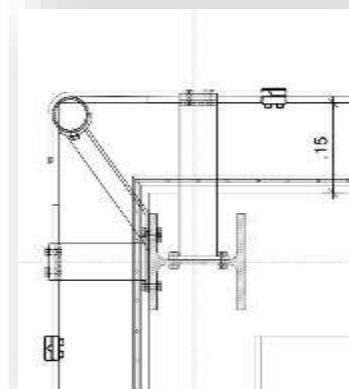
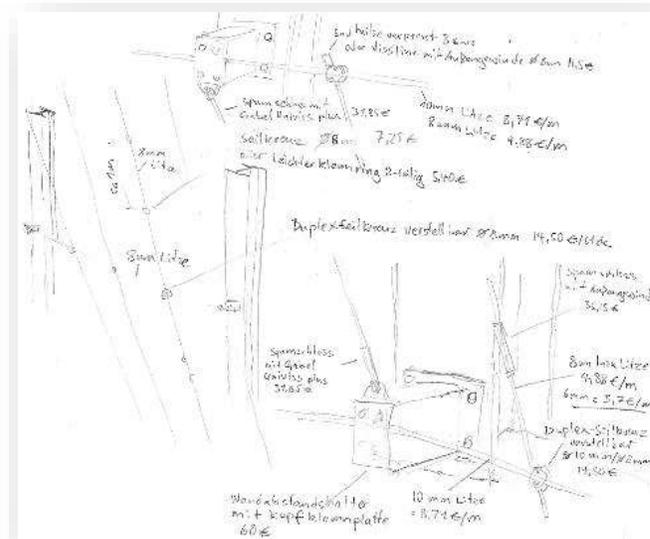
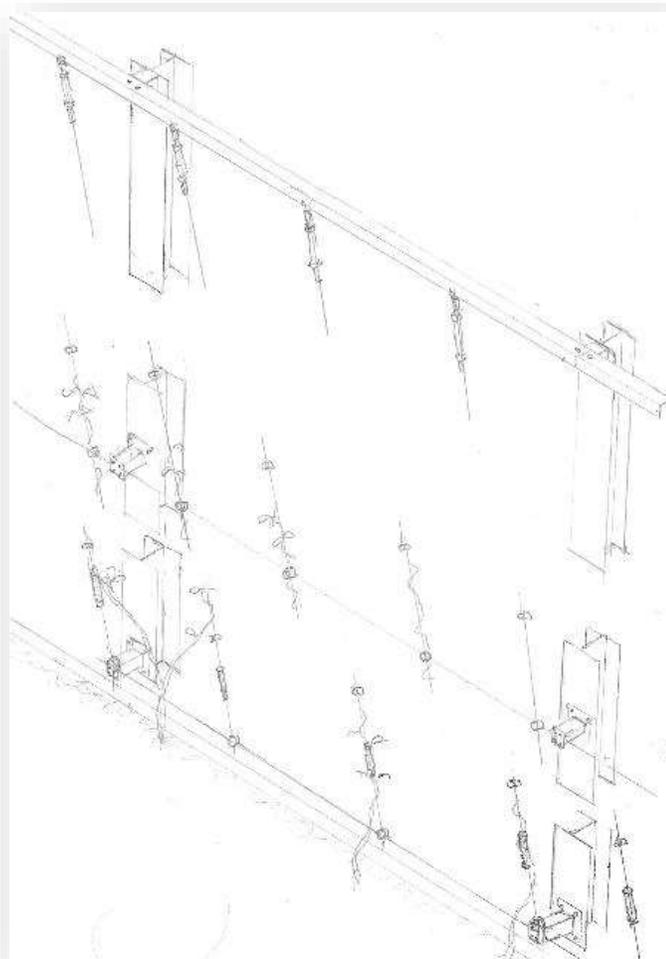
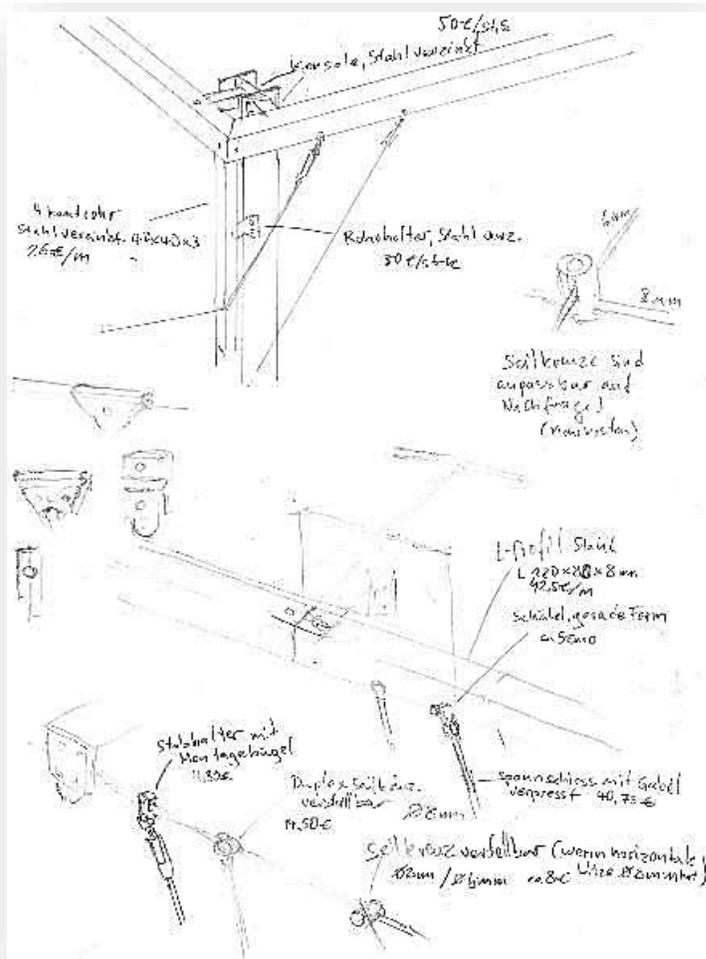


Endoskopie in die Wand:
Da keine Pläne, Schnitte etc. vorhanden waren, musste die Wand angebohrt und endoskopiert werden, um die Tragfähigkeit und Verankerung entsprechend der Lasten (incl. Wind und Eislasten) berechnen zu können.

Projektbeispiel – Parkhaus Köln

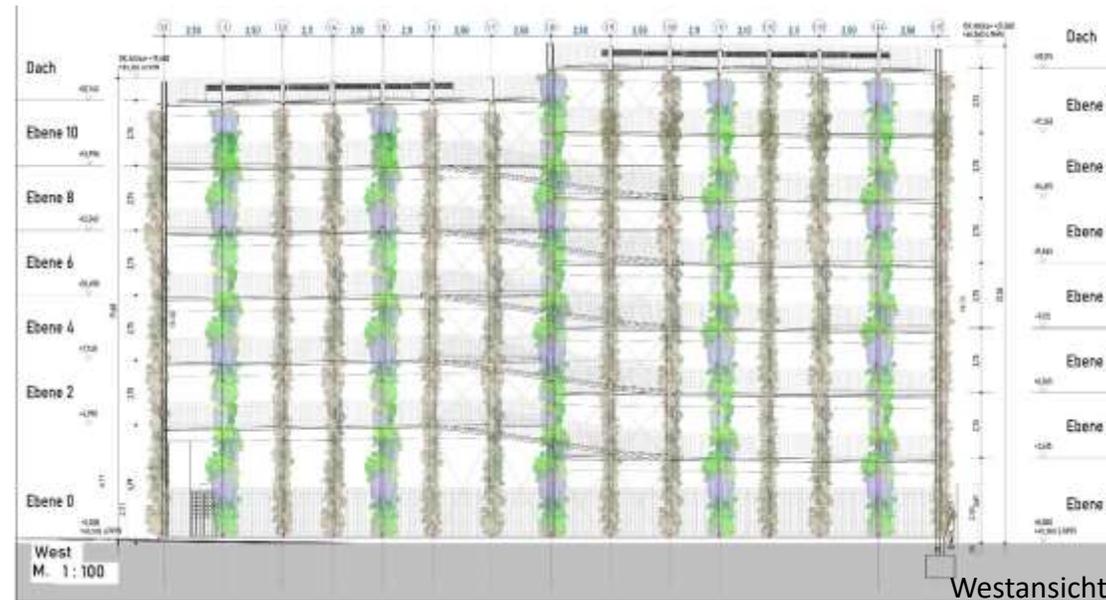
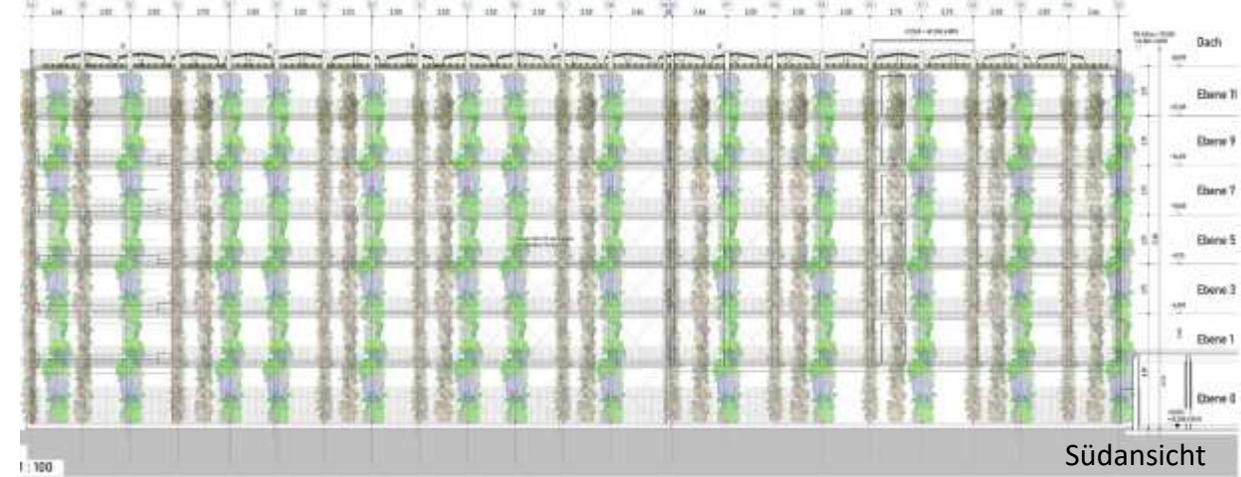
Boden- und trogebundene Fassadenbegrünung mit ferngewarteter, vollautomatischer Bewässerung – LP 1-3

Entwicklung der konstruktiven Details in Anlehnung an andere Fassadenbegrünungen mit Seilsystem



Projektbeispiel – Parkhaus Köln

Boden- und trogebundene Fassadenbegrünung mit ferngewarteter, vollautomatischer Bewässerung – LP 1-3



Projektbeispiel – „Mein Werk“ Krefeld-Fichtenhain

1.350 m² extensive Dachbegrünung mit Biodiversitätsbausteinen und Aussenanlagen



Besondere Herausforderungen:

- Es gab seitens der Behörden (Bebauungsplan) keine Notwendigkeit für Dachbegrünungen. Dem Bauherrn war ein ökologischer Ausgleich für den Flächenverbrauch persönlich wichtig.
- Der Bauherr erhoffte sich mit einer biodiversen Dachbegrünung die Halle etwas grösser bauen zu dürfen → Ökonomischer Vorteil
- Nach entsprechender Diskussion mit der unteren Landschaftsbehörde und kommunaler Politik wurde dem Antrag teilweise stattgegeben → „Inwertsetzung von Grün“
- Planung, Ausschreibung und Ausführung der extensiven Dachbegrünung trotz geringer Lastreserven mit vielen großflächigen Biodiversitätsbausteinen wie Totholz, verschiedene Substratarten, Substratschichten und Vegetationstypen gebaut.
- Der Bauherr wollte den (Scheer-)Rasen gegen Blumenwiesen tauschen. Diesen hat die Behörde entsprechend Beratungen von KGSK stattgegeben.
- Problematisch war hierbei der anstehen Ober- / Ackerboden, der viel zu stark Gedüngt und mit Wildkräutern belastet war.
- Durch entsprechende Pflege und regelmäßige Mahten wurde dieses Problem sukzessive Verbessert

Projektbeispiel – „Mein Werk“ Krefeld-Fichtenhain

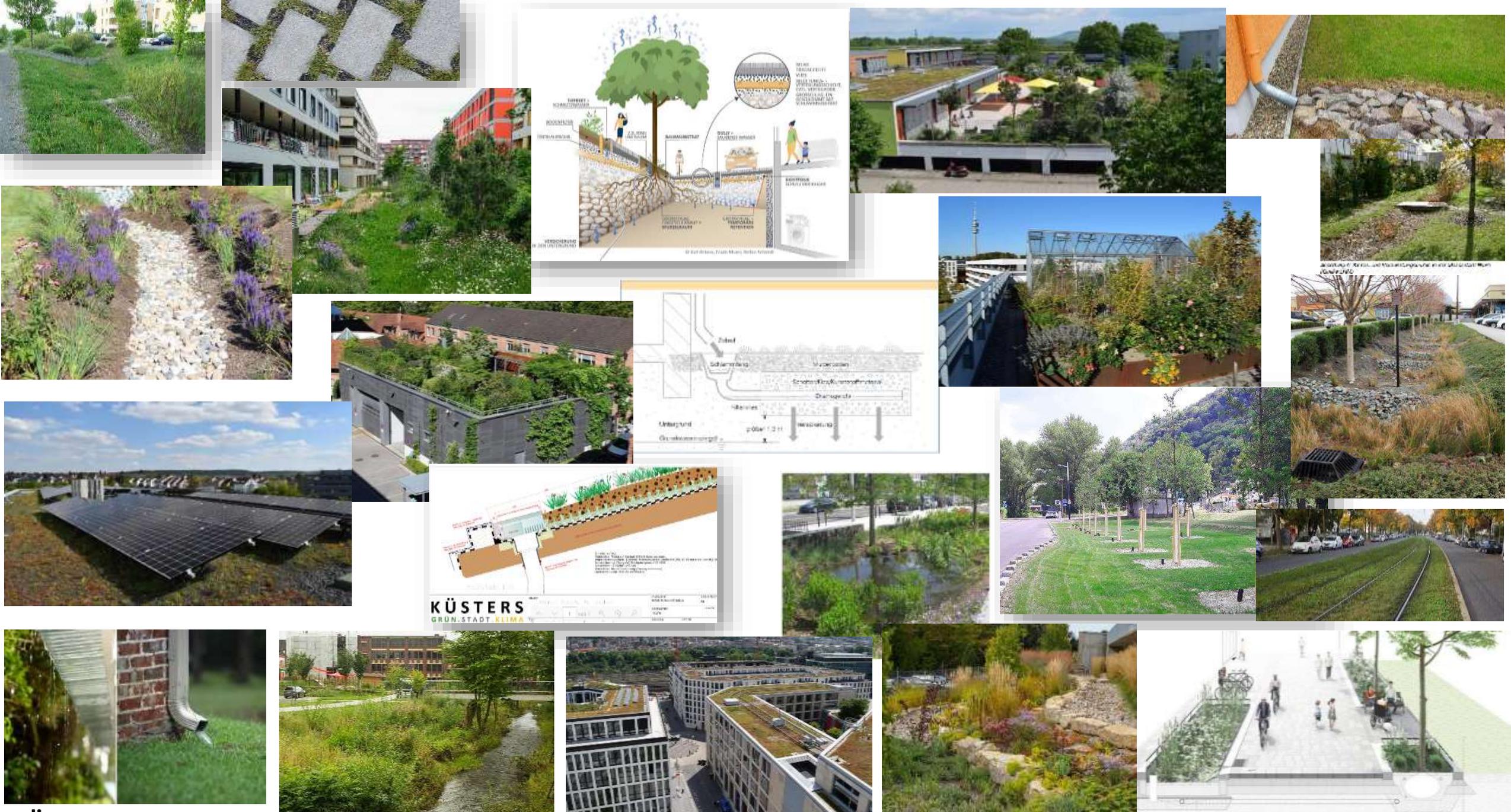
Alle Leistungsphasen (1-9) 1.350 m² extensive Dachbegrünung mit Biodiversitätsbausteinen und Aussenanlagen



Projektbeispiel – „Mein Werk“ Krefeld-Fichtenhain

Alle Leistungsphasen (1-9) 1.350 m² extensive Dachbegrünung mit Biodiversitätsbausteinen und Aussenanlagen





Regenwassermanagement in der Schwammstadt

Mulden, Rigolen, Rasenfugenpflaster. Zur Überflutungsvorsorge, Grundwasserauffüllung und späterer Verdunstungskühlung....

Längst bekannt, etwas in Vergessenheit geraten, kommen sie jetzt als „Nature-Based-Solutions“ zurück.



„Regenwasser gehört in die Vegetation, in Tiefbeete, in Mulden und Rigolen. Nicht in den Gully!!!“



Regenwassermanagement in der Stadt

Das neue „Schön“: Mehr Artenreichtum, mehr Biodiversität zulassen, extensive Pflege.... Und vieeeel Geld dabei sparen....



„Re“-Naturierung : Bachlauf und Ufer, Kassel

Extensives Grünflächenmanagement in der Stadt

Extensive Bewirtschaftung der Wiesen (vormals Rasen). Spart Geld, ist gut für die Biodiversität, besser Kühlung, mehr Regenwasserrückhalt usw.



Regenwassermanagement in der Stadt

Es spart Geld und schützt vor Überhitzungen... und sieht auch noch schön aus.



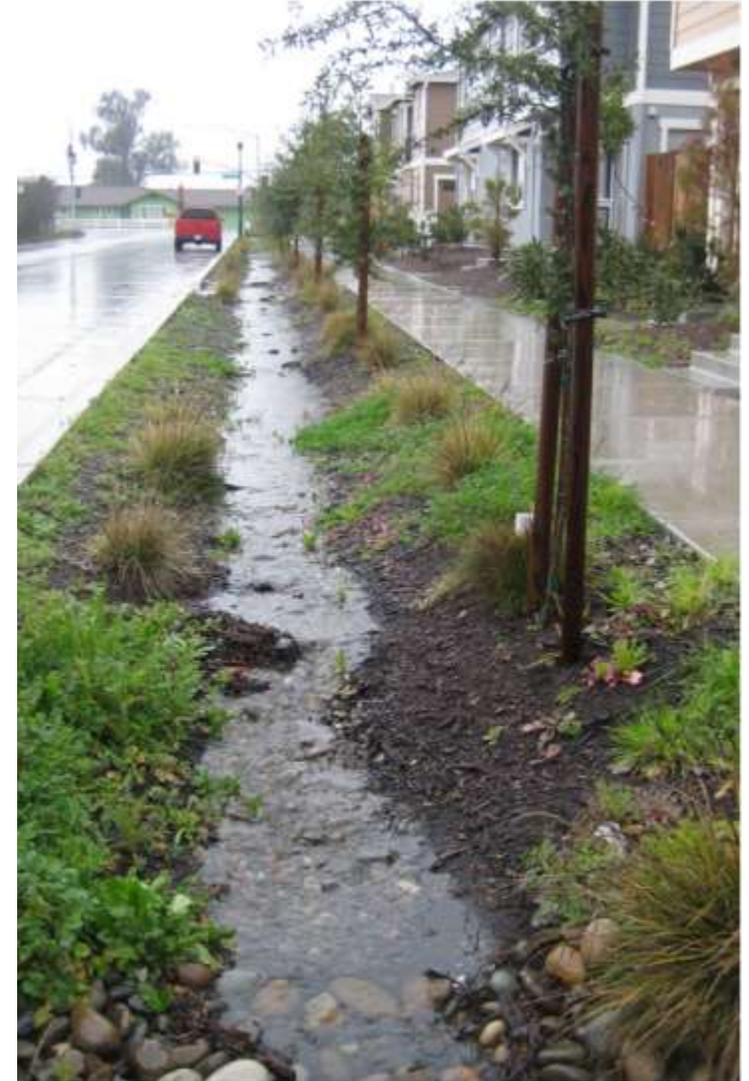
Regenwassermanagement in der Stadt

Simple und wirkungsvoll...



Regenwassermanagement in der Stadt

Bäume müssen im Sommer viel weniger oder garnicht gewässert werden, auch bekannte Baumarten funktionieren (wir brauchen nicht unbedingt „Klimabäume“, die schon jetzt sehr knapp sind).





Chemnitz (D)



Linz (A)



Bregenz (A)



München (D)



Globale Klimademo München am 29.11.2019. Foto: Amrei-Marie.Wikimedia, Lizenz: [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Beste Lösung:

DIE Klimaanlage Nr.1

Der BAUM!!!

Je mehr, desto besser!

Bäume in der Innenstadt bringen den meisten Gegenwert, jedoch ist der Platz (angeblich) nicht da



100-jährige Buche
produziert soviel Sauerstoff, wie 10
Menschen benötigen

Bis zu 4 kg CO₂-Bindung/Jahr

Bis zu 270 kg CO₂-Bindung im
Boden je m²

300 – 800 Liter Verdunstung/Tag

Bis zu 4°C messbar geringere
Temperatur
(12-15°C geringere gefühlte
Temperatur)



Ergebnisse

Leistungen versus Kosten für ein Gehölz

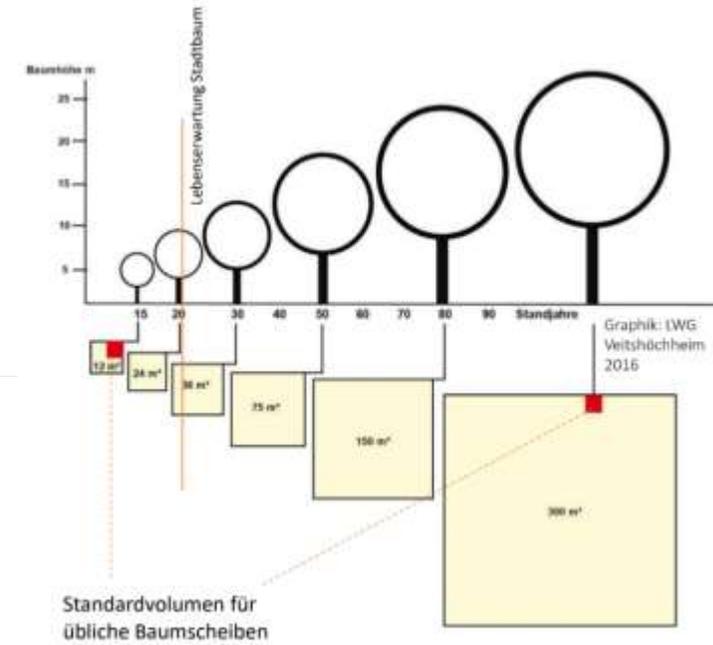
erarbeite im Zuge des FFG Projekts GreenValuation

Baumart: **Spitzahorn**

Acer platanoides

Alter bei Pflanzung: **12 Jahre**

Stammumfang bei Pflanzung: **24 cm**



| | Standzeit [a] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-----|
| KOSTEN [€] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | bis 20 | bis 30 | bis 40 | bis 50 | bis 60 | bis 70 | bis 80 | bis 90 | bis 100 | |
| Einkaufspreis | 1060 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pflanzkosten | 550 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Anwachspflege | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| jährliche Pflege | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 75 | 75 | 75 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| Zwischensumme | 1910 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 75 | 75 | 75 | 75 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| LEISTUNGEN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | bis 20 | bis 30 | bis 40 | bis 50 | bis 60 | bis 70 | bis 80 | bis 90 | bis 100 | |
| CO2 Speicherung [kg/a] | 46 | 51 | 56 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 1188 | 1750 | 2352 | 2986 | 3649 | 4337 | 5048 | 5780 | 6531 | |
| Kühlleistung [kWh/a] | 2890 | 3154 | 3428 | 3710 | 4001 | 4301 | 4608 | 4923 | 5246 | 5577 | 75463 | 115651 | 161388 | 212016 | 267067 | 326183 | 389078 | 455521 | 525316 | |
| Wasserretention [l/a] | 912 | 1018 | 1128 | 1241 | 1358 | 1478 | 1601 | 1727 | 1857 | 1989 | 27797 | 43935 | 62315 | 82673 | 104820 | 128612 | 153935 | 180694 | 208811 | |
| MONETÄRE BEWERTUNG [€] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | bis 20 | bis 30 | bis 40 | bis 50 | bis 60 | bis 70 | bis 80 | bis 90 | bis 100 | |
| CO2 Speicherung | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 20 | 30 | 40 | 51 | 63 | 75 | 87 | 99 | 112 | |
| Kühlleistung | 462 | 505 | 548 | 594 | 640 | 688 | 737 | 788 | 839 | 892 | 12074 | 18504 | 25822 | 33923 | 42731 | 52189 | 62253 | 72883 | 84051 | |
| Wasserretention | 1861 | 2077 | 2301 | 2532 | 2770 | 3014 | 3266 | 3524 | 3788 | 4058 | 56706 | 89628 | 127123 | 168653 | 213833 | 262369 | 314027 | 368616 | 425975 | |
| Zwischensumme | 2324 | 2583 | 2850 | 3126 | 3411 | 3704 | 4004 | 4313 | 4629 | 4952 | 68800 | 108162 | 152985 | 202627 | 256627 | 314633 | 376367 | 441599 | 510138 | |
| BILANZ | 414 | 2283 | 2550 | 2826 | 3111 | 3404 | 3929 | 4238 | 4554 | 4877 | 68050 | 107412 | 152235 | 201877 | 255877 | 313883 | 375617 | 440849 | 509388 | |

Wo irgendwie Bäume möglich sind, sollten Bäume gepflanzt werden.
Denn Bäume sind im Verhältnis Preis/Leistung am wirksamsten.
Rechtzeitig daran denken, den Bäumen Wurzelraum zu geben.
Daher frühzeitig die Bäume als „grüne Infrastruktur“ wie eine Wasser- oder Stromleitung mit einplanen und nicht später irgendwie in den Boden quetschen!



© Örjan Stal

Die Bäume auf dem Bild wurden GLEICHZEITIG gepflanzt!

Die großen Bäume haben mehr Wurzelraum und bekommen mehr Wasser durch die Vegetationsflächen



© Ewald Judt

Wie ist das möglich?

Jacquin-Platane, Wien, Rennweg – 250 Jahre alt (links)



© Örjan Stal

Altbestand unbedingt erhalten – ev. auch durch Wurzelraumsanierung!

Ein Baum braucht (Wurzel-) Raum!

Konventioneller Straßenaufbau ist für Jungbäume nicht durchwurzelbar.

Folgen: Bäume (Wurzeln) suchen Wasser und Sauerstoff, Wurzeln drücken nach oben und/oder Wurzeln wachsen in Abwasserleitungen. Bäume kümmern, verlieren Verkehrssicherheit, müssen gefällt werden und/oder sterben früh ab.



Ein Baum braucht (Wurzel-) Raum!

Lösung:

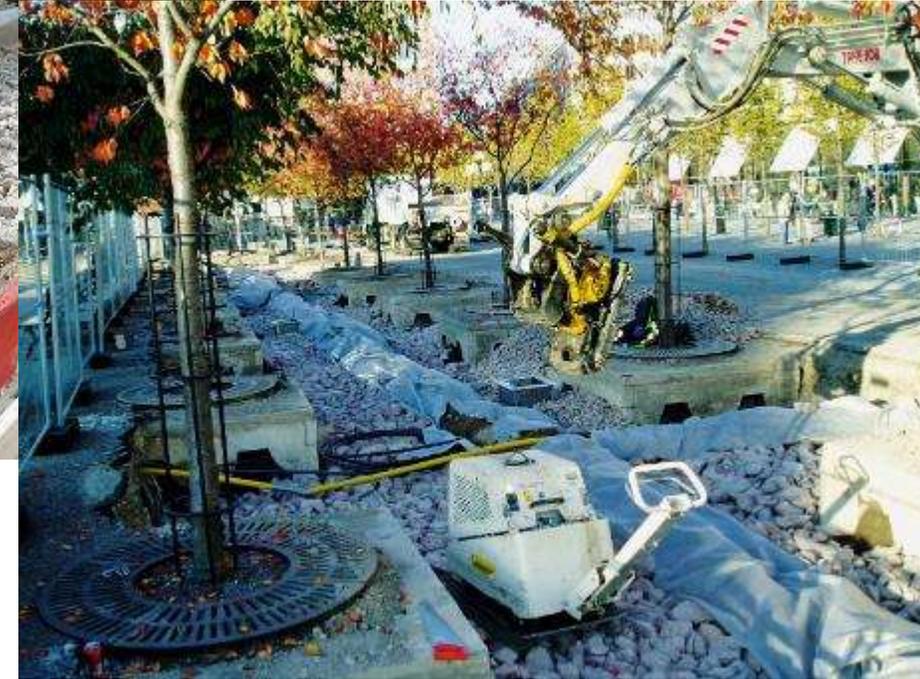
„Stockholmer Modell“
(Ein Baustein des
„Schwammstadt-Prinzips“)

Grobes Tragschichtmaterial ohne
mineralische Feinanteile.

Lastabtrag nach unten über grobe
Kornstruktur.

Hohlräume für Wurzeln, Wasser, Luft
Nährstoffe.

Wurzeln drücken nicht nach oben, Bäume
wachsen gesund, schneller, können so die
Wirkungen/Ökosystem-Dienstleistungen
wie Kühlung und mehr
Regenwasserrückhalt, Flora-/Fauna-
Habitat etc. dauerhaft erfüllen.



Problem beim „Stockholmer Modell“:

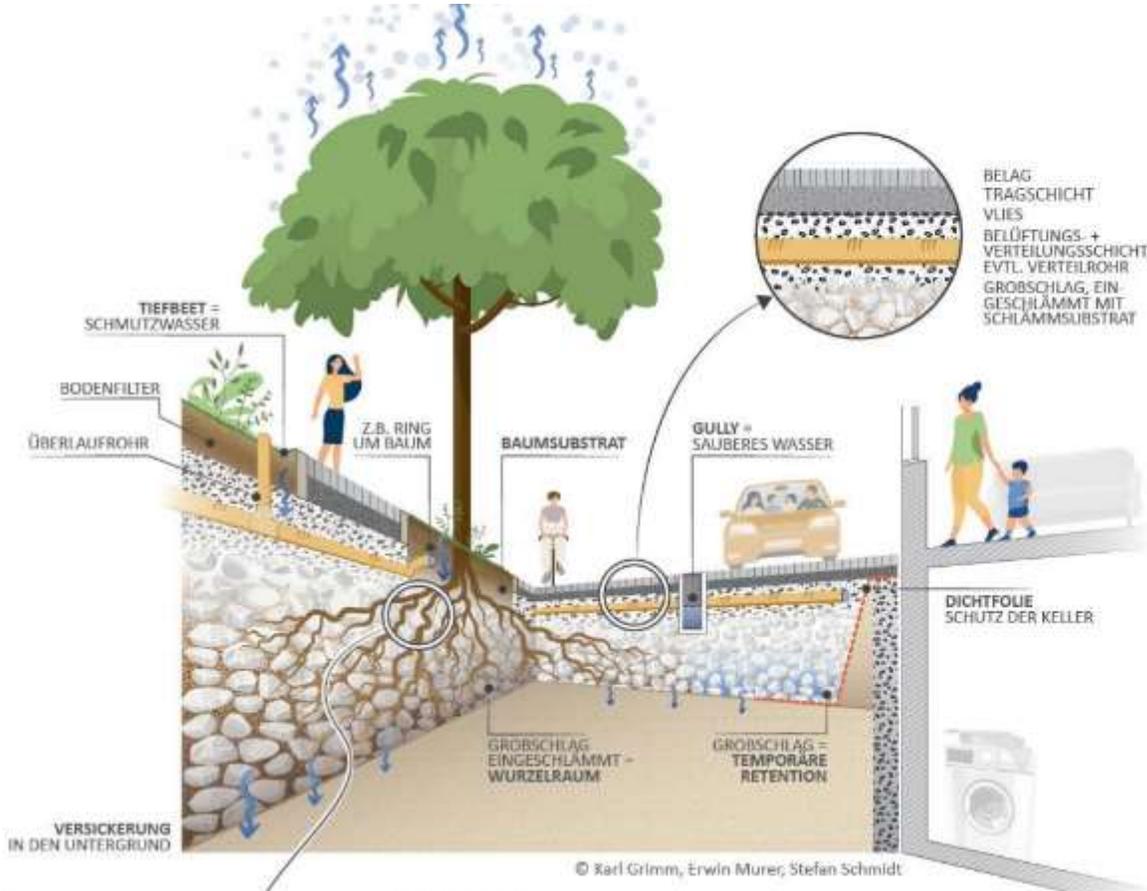
In Deutschland noch keine „geregelter Bauweise“ / „allgemein anerkannter Stand der Technik“

(Aber schon tausendfach, in Deutschland hundertfach praktiziert, ausreichend Erfahrungen, Untersuchungen, Literatur vorhanden)

→ Mehr Mut bei Städten, Bauherrn, Planern und im GalaBau

Ein Baum braucht (Wurzel-) Raum!

„Stockholmer Modell“ (Ein Baustein des „Schwammstadt-Prinzips“)



- Tragfähigkeit
- Strukturstabilität
- Hohe Wasserverfügbarkeit
- Hohe Luftkapazität
- pH < 7.0
- Materialien aus der Umgebung
- Geringe Kosten



Schwammstadt-Beispiele



Quelle: GHB Landschaftsarchitekten / Steven Achiam

Schwammstadt-Beispiele



Schwammstadt-Beispiele



Abbildung 4: Tiefbeet in Kopenhagen (Prof. Dr. Stephan Pauleit, TUM)

Es geht auch sehr einfach. Lösungen die fast jeder umsetzen kann...



Schwammstadt-Beispiele



Abbildung 5: Sicker- und Verdunstungsmulde in der Messestadt Riem
(Quelle:LHM)

Schwammstadt-Beispiele



Naja... man hätte hier etwas Biodiversität anstelle der monotonen Hainbuchenhecken reinbringen können ...

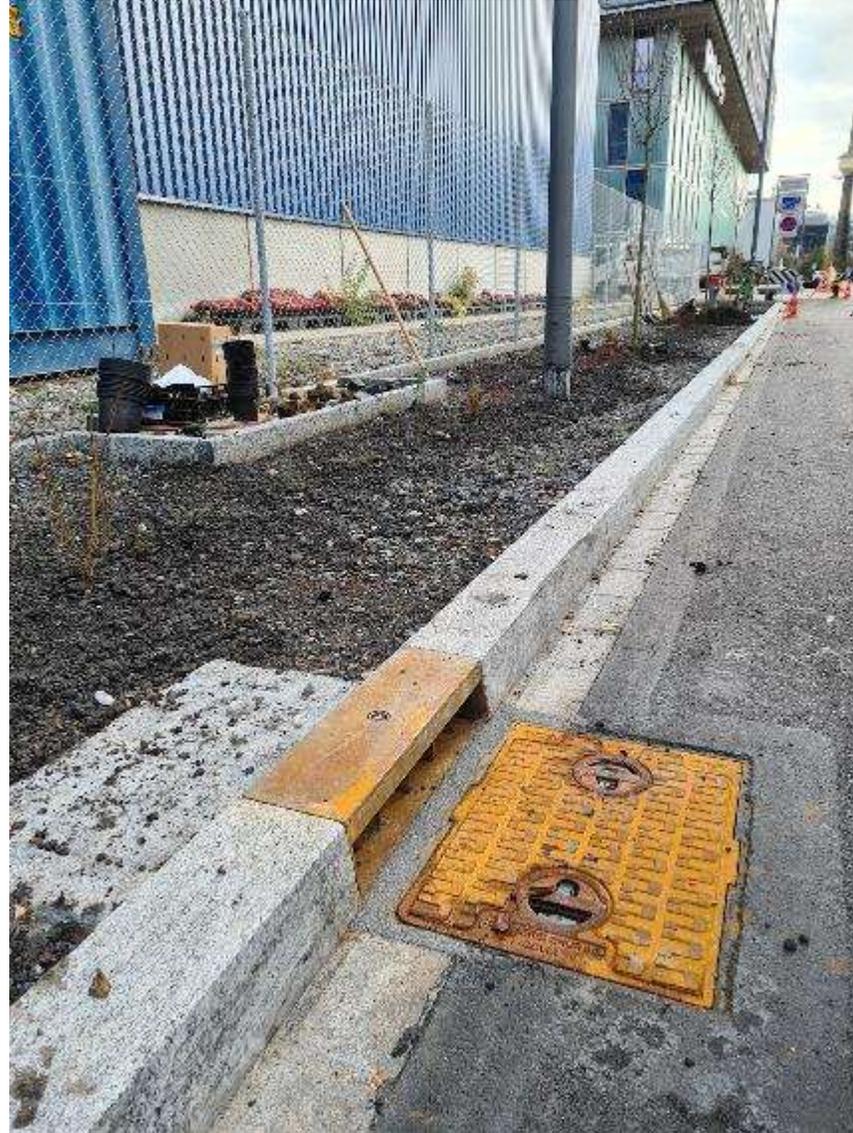
Abbildung 7: Teilentsiegelte Fläche auf Rad- und Fußwegen im ehemaligen Agfa-Gelände (Quelle: LHM)

Schwammstadt-Beispiele



Abbildung 8: Water Square in Rotterdam (Quelle: RKU, LHM)

Schwammstadt-Beispiele



Es geht auch sehr einfach. Lösungen die fast jeder umsetzen kann...



Es geht auch sehr einfach. Lösungen, die fast jeder umsetzen kann...

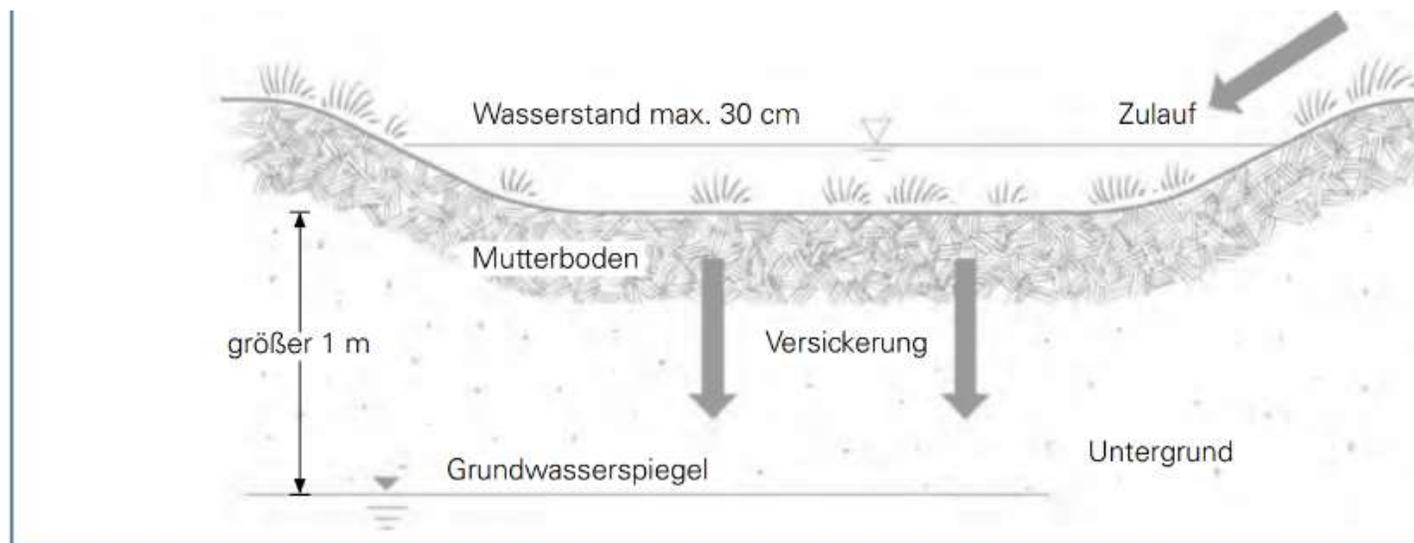
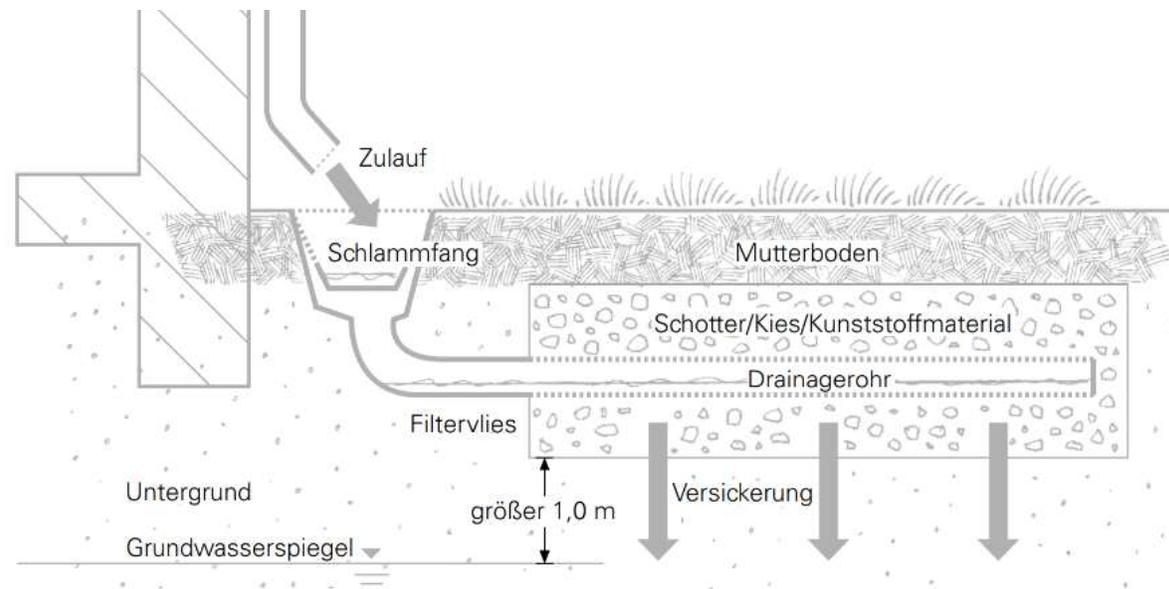
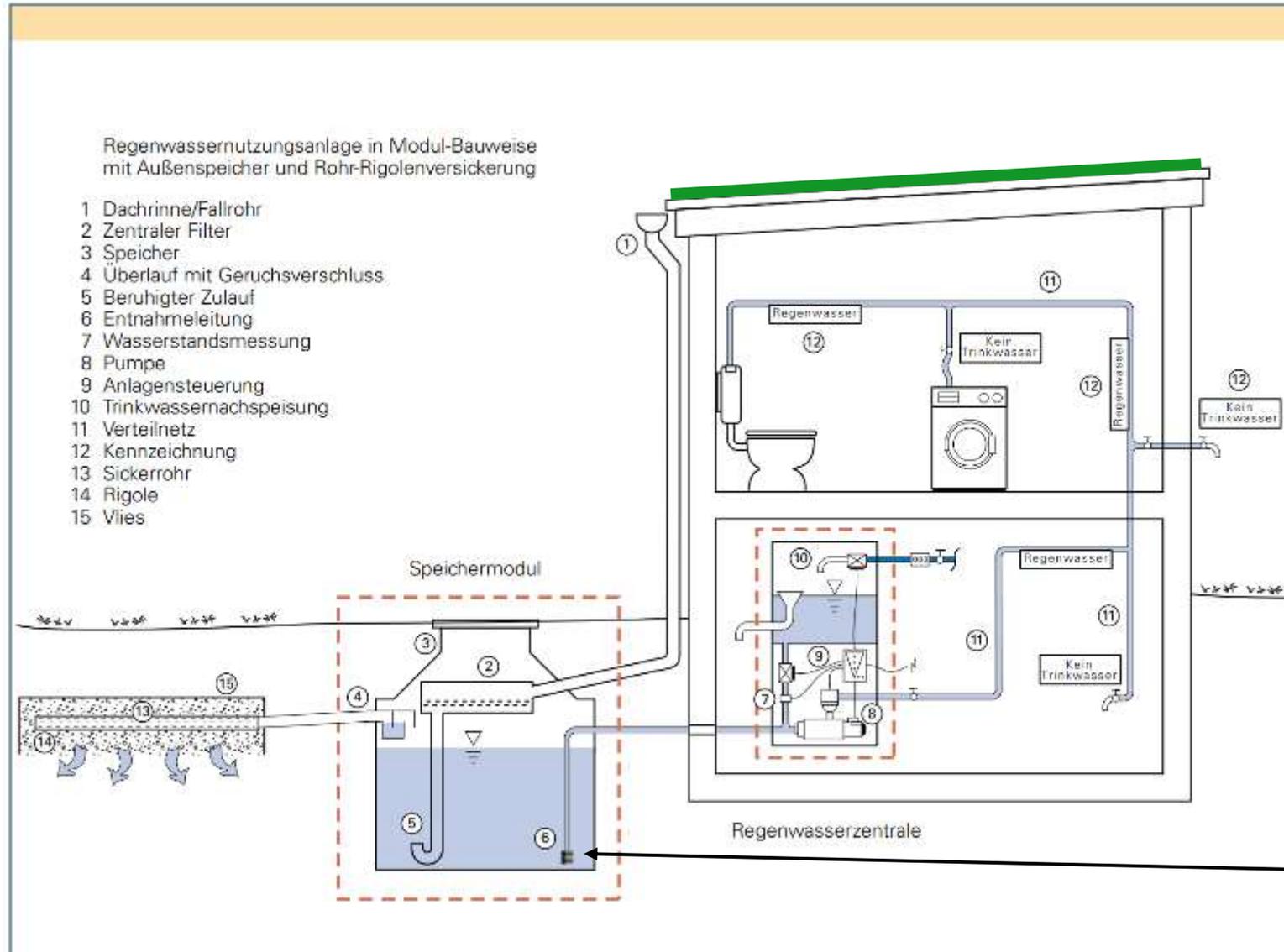


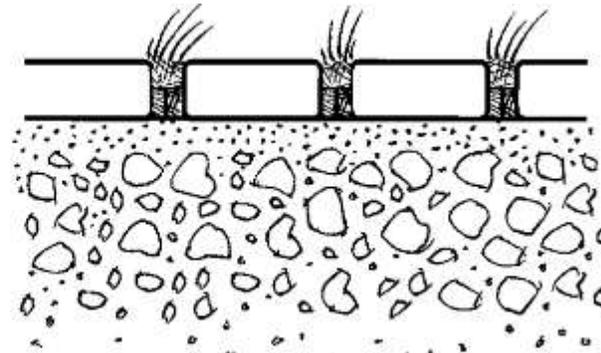
Abb.:
Schematischer Aufbau
einer Muldenversickerung
nach Einstau durch ein
Regenereignis.

Die Ideallösung: Regenwassernutzung mit Regenwasserversickerung in Rigole



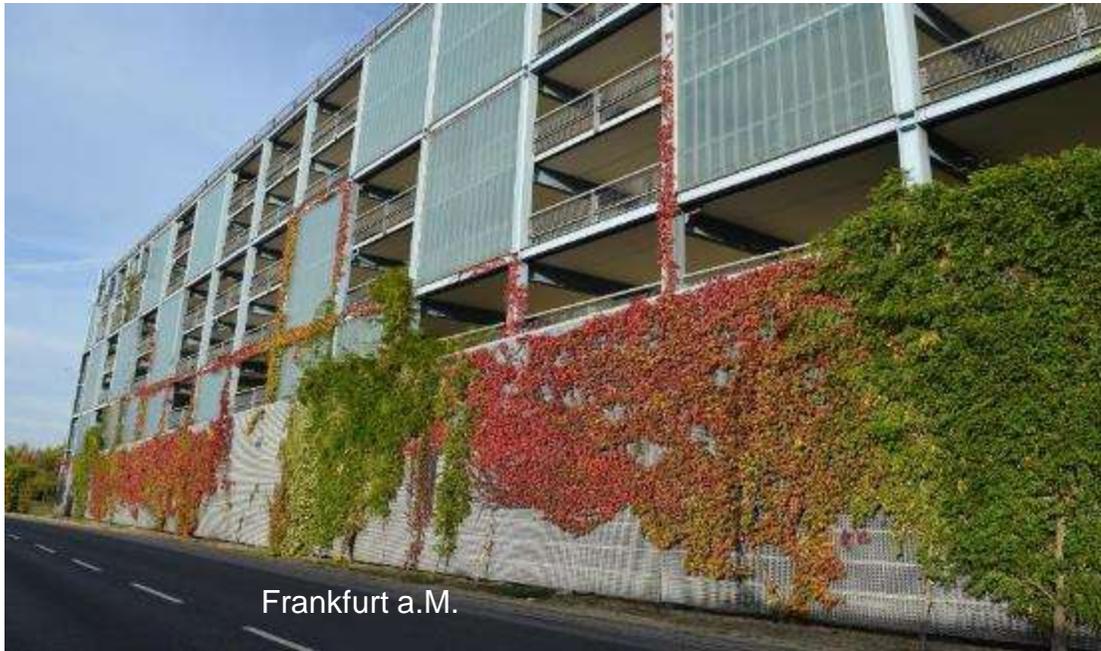
Noch besser mit
„schwimmender
Entnahme“

Es geht auch sehr einfach. Lösungen, die fast jeder umsetzen kann...



- Pflastersteine mit Rasenfugen
- 3–5 cm Sand oder Splitt
- 15–30 cm Kies- oder Schottertragschicht
- Untergrund

Dach- und Fassadenbegrünungen. Kühlung, Aufenthaltsqualität für Mensch, Natur und mehr

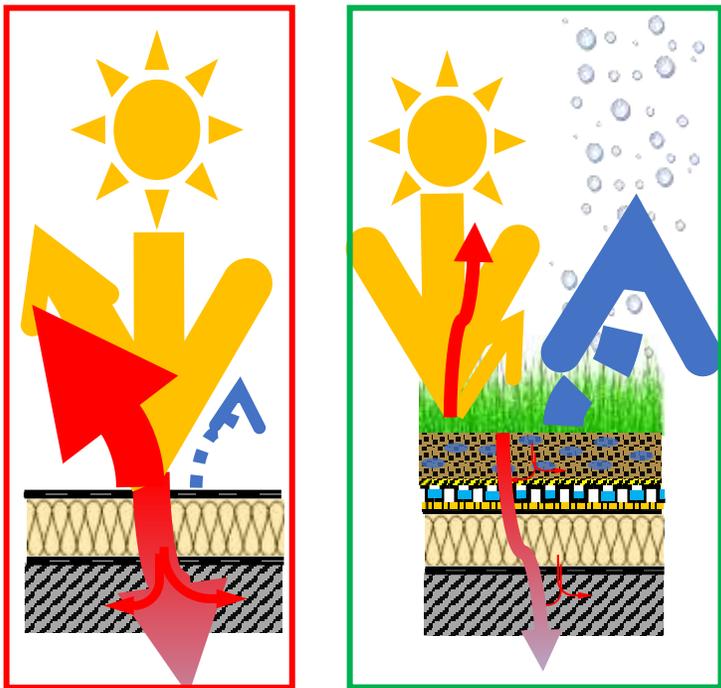


Frankfurt a.M.



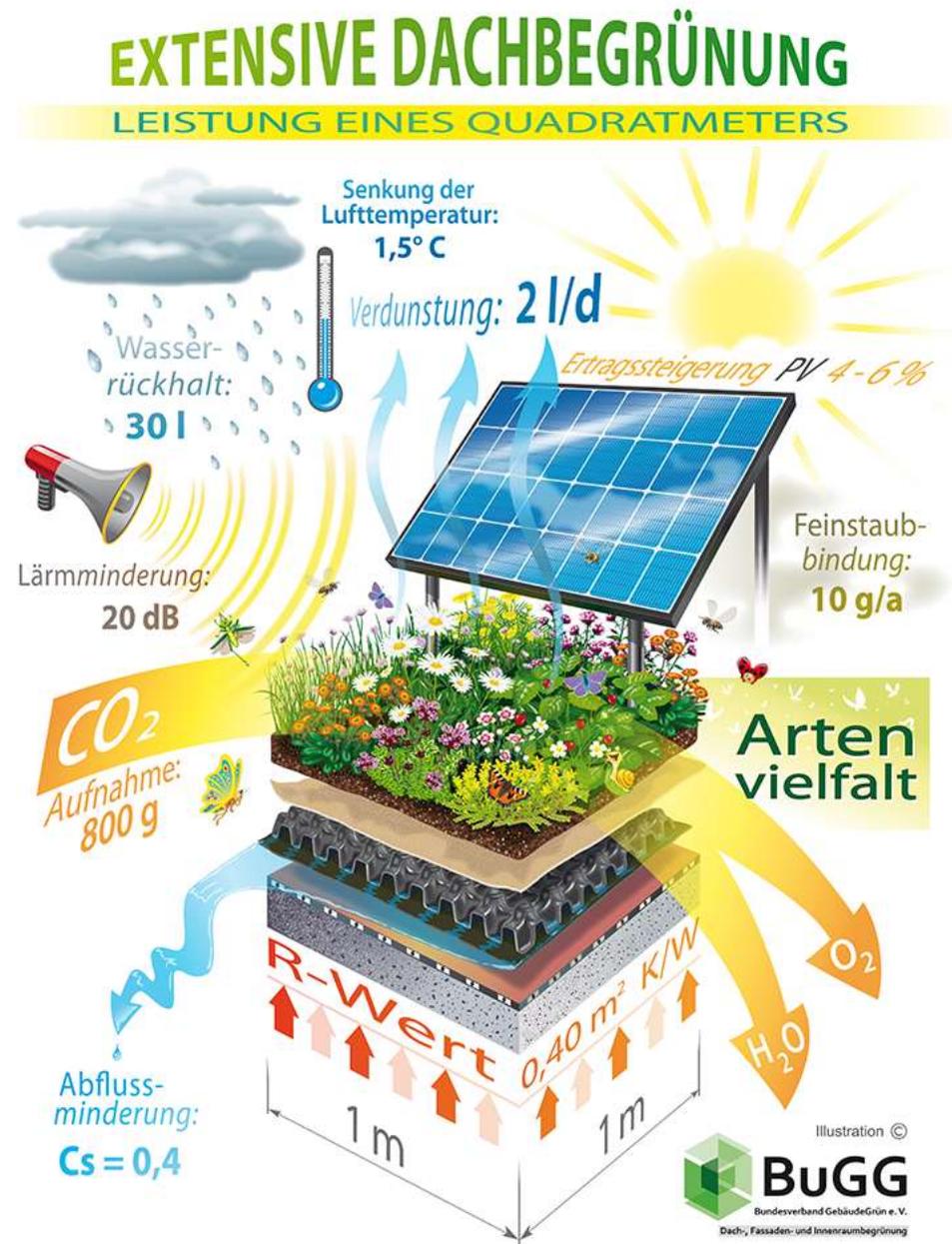
Dachbegrünung.

Viele positive Wirkungen ...



Strahlungsenergie wird

1. Als Licht reflektiert (Albedo)
2. In Wärme umgewandelt und gespeichert
 - Als Wärme ins Gebäude transportiert
 - Als Wärme in die Außenluft abgestrahlt
3. Latente Wärme, die "verdunstet", und kühlt



Dachbegrünung.

Viele positive Wirkungen ...



Regenwassermanagement mit Retentionsdach Spielen statt Parken (Kindergarten auf altem Parkhaus)



Dachbegrünung. Garagen und Garagenhöfe



Lindau

Dachbegrünung. Auch auf Klein(st)flächen



Biodiversitätsgründach. Strukturvielfalt. Natur-Bausteine „keine Flora ohne Fauna“



Dauerhafter
Lebensraum
für Tiere

München

Dachbegrünung. Steildach bis 45° Dachneigung möglich



Schublast-
berechnung und
ab 10-12° Schub-
schwellen mit
statischer
Verbindung zum
Gebäude
notwendig!

Kein
„Do-it-Yourself“,
Fachmann
einbeziehen

Dachbegrünung. Kita und Spielplatz auf altem Parkdeck



Dachbegrünung. Auch im sozialen Wohnungsbau

Dachgärten mit Gewächshaus zum Gemüseanbau.



Dachbegrünungen. Beispiele

Beispiel: Modulare DIY-Dachbegrünungssysteme.



Quelle: Gärtnerei Viehweg - Issum,
System Plantile. Dach in XY

Vorteile:

- Sehr gut geeignet für kleine Flächen
- Lieferung bis an das Dach
- Einfach und schnell aufzubauen, auch für Laien
- Sofort Grün / keine Fertigstellungspflege
- Ganzjährige Verarbeitbarkeit - Auch im Hochsommer und Winter



Dachbegrünungen. Varianten und Begriffe

Extensivbegrünung

Aufbauhöhe / Gewicht:
8-15 cm / 80-200 kg/m²

Bauformen:
Flach- und Schrägdächer

Vegetation:
niedrig, trockenheitsangepasst;
Sedum, Kräuter, Gräser

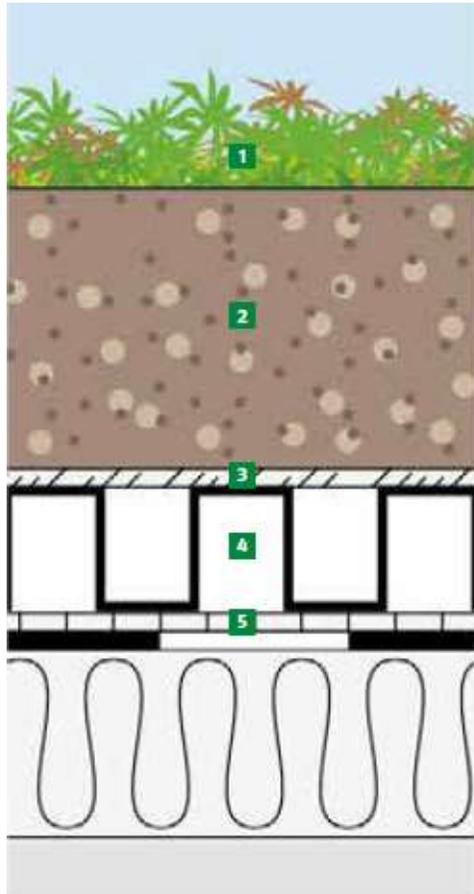
Pflege:
gering (1 – 3 €/m²)

Kosten:
gering, ab ca. 20-50 Euro/m²



Dachbegrünungen. Varianten und Begriffe

Konventionelle Extensive Dachbegrünung. Komponenten.



1. Sedum-Sprossen und Saatgutmischung



2. Extensiv-Dachbegrünungs-Substrat für Mehrschichtbauweise(6) 8 – 10 (12) cm



3. Filtervlies, ca 100 gr/m²



4. Drän- und Wasserspeicherelement i.d.R. 2,5 cm



5. Trenn-, Schutz- und Speichervlies, mind. 300 gr/m²



Dachbegrünungen. Varianten und Begriffe

Dachbegrünung. Begriffe

**Intensivbegrünung
(Dachgarten,
Tiefgaragenbegrünungen)**

Aufbauhöhe / Gewicht:
25-100 cm / 300-1.300 kg/m²

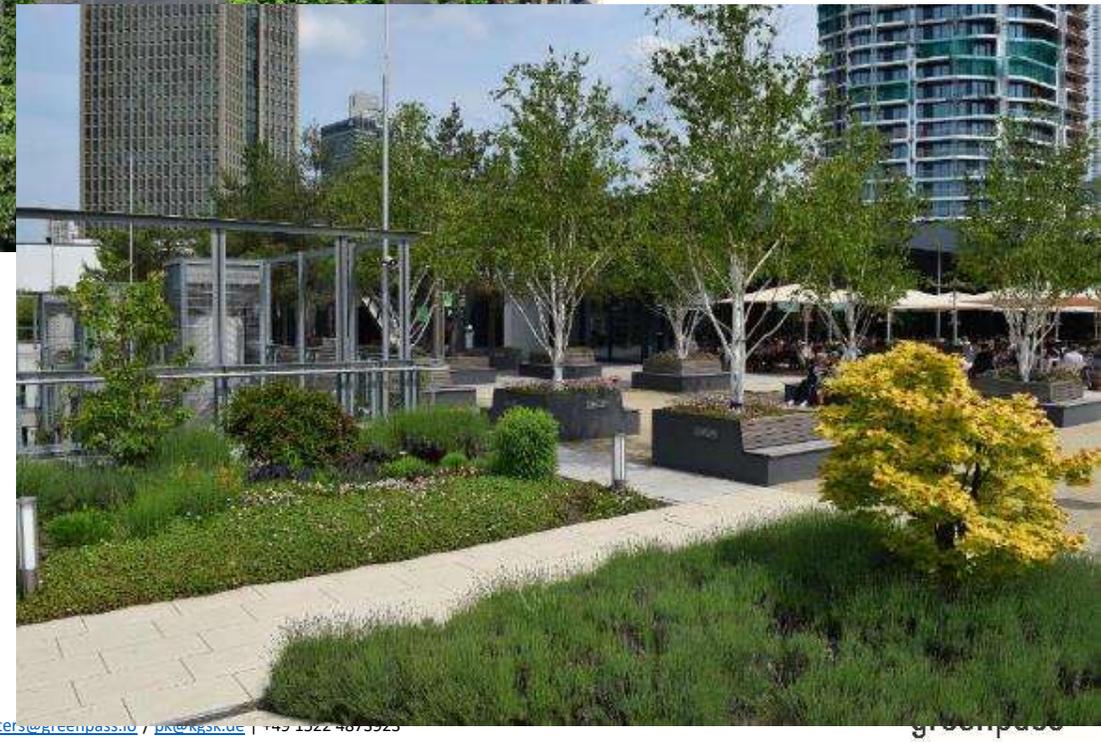
Bauformen:
Flachdächer

Vegetation:
wie im ebenerdigen Garten; Stauden,
Rasen, Sträucher, Bäume

Pflege:
hoch bis sehr hoch

(wie im Garten)

Kosten:
ab ca. 70-100 Euro/m²



Dachbegrünungen. Varianten und Begriffe

Konventionelle Intensive Dachbegrünung. Komponenten.

1. Vegetation, nahezu beliebig von Baum über Sträucher, Bodendecker Stauden, Rasen



2. Intensiv-Dachbegrünungs-Substrat für Mehrschichtbauweise i.d.R. ca 40 – 80 cm stark



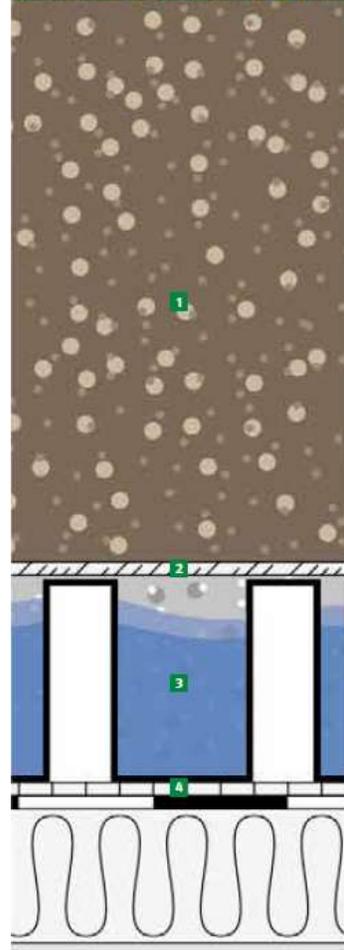
4. Drän- und Wasserspeicherelement i.d.R. 6 cm



3. Filtervlies, ca 100 gr/m²



5. Trenn-, Schutz- und Speichervlies, mind. 500 gr/m²



Dachbegrünungen. Technische Regeln

Dachbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltungen von Dachbegrünungen 2018

Sog. „anerkannte Regeln der Technik“ an die sich die Fachleute, wie bei einer DIN zu halten haben.

Inhaltlich sehr auf den Fachmann/-frau (Hersteller, Planer, Ausführende/Begrüner etc.) zugeschnitten, wenig geeignet für den Laien.

Als Broschüre oder PDF unter <https://shop.fll.de/de/dachbegruenungsrichtlinien-richtlinien-fuer-die-planung-bau-und-instandhaltungen-von-dachbegruenungen-2018-broschuere.html>

Für 35,- € zu erwerben



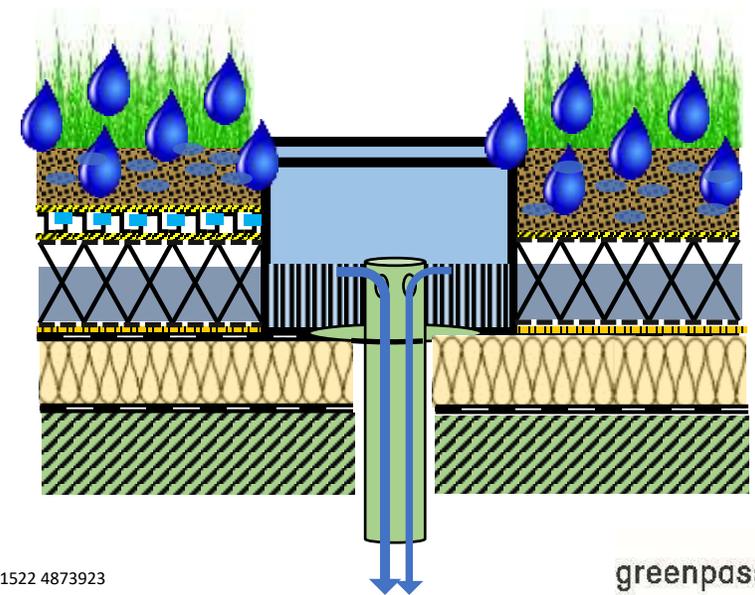
Dachbegrünungen. Technik

Der Wasserhaushalt in Retentions-Dachbegrünungen

→ Abflussfreie Grundstücke machbar!!!

Fazit: Mit dem Einsatz von Anstau, Drosseln oder Zisternen lässt sich sehr häufig ein quasi niederschlagabflussfreies Grundstück / Bauvorhaben realisieren UND ermöglichen eine gute, dauerhafte Kühlung auch über zukünftig noch längere Hitzeperioden. Gerade vor der zukünftigen DWA-A 103 wird Verdunstung gefordert, es ist damit zu rechnen, dass auch Städte die Verdunstungsraten in deren Forderungen aufnehmen.

Hier sind die aber neben progressiven Behörden wie Grünflächenämter, die Siedlungswasserwirtschaft und auf Seiten der Bauherrn und Investoren auch die Planer, Fachplaner, Hersteller gefordert interdisziplinär zu handeln!



Dachbegrünungen. Technik

Der Wasserhaushalt in Retentions-Dachbegrünungen mit „gedrosselten Abläufen“



Solar-Dachbegrünungen. Technik



Warum ein „Solargründach“?

Die Kombination von Photovoltaik (PV) und Dachbegrünung auf einem auflastgehaltenen Solargründach bietet viele Vorteile:

1. Effizienzsteigerung der Photovoltaikanlage:

- Die Verdunstungskühlung der Vegetation führt zu einer besseren Leistung der PV-Module.
- Die auflastgehaltene Solaraufständerung ermöglicht eine effiziente Nutzung der Dachfläche.

2. Wassermanagement und Biodiversität:

- Die Dachbegrünung trägt zum Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts bei.
- Sie steigert die Biodiversität und unterstützt die Artenvielfalt.

3. Keine Dachdurchdringung:

- Die auflastgehaltenen Solaraufständerungen werden durch den Gründachaufbau lage- und windsogsicher fixiert.
- Für die Installation ist keine Dachdurchdringung notwendig.

4. Erfüllung behördlicher Vorgaben / Förderungsanforderungen:

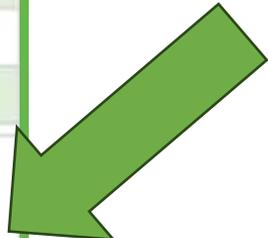
- Wenn z.B. eine Dachbegrünung, Einleitbeschränkung vorgeschrieben ist, die Dachbegrünung und/oder die PV-Anlage direkt oder indirekt gefördert wird, man das Eine muss und das Andere will, kann man

„zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen“.



Übersicht von Untersuchungen zur Ertragssteigerung durch Solar-Gründächer

| Autor, Erscheinungsjahr | Ort der Untersuchung | Klima | Untersuchungsgegenstand | Art der Untersuchung | Mehrertrag der PV-Anlage in % |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------|---|----------------------|--|
| Köhler et al., 2007 | Deutschland, Berlin | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit Bitumen | Versuch | 6,5 |
| Witmer, 2010 | Verschiedene Regionen in Amerika | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit schwarzem Untergrund | Theorie | 0,08 |
| Witmer, 2010 | Verschiedene Regionen in Amerika | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit weißen Untergrund | Theorie | 0,55 |
| ZinCo GmbH, 2010 | Deutschland, Nürtingen | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit Bitumen | Versuch | 4 |
| Hui & Chan, 2011 | China, Hong Kong | feucht, subtropisch | Gründach im Vergleich mit Bitumen | Theorie | 8,3 |
| Perez et al., 2012 | Amerika, New York | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit Kies | Theorie & Versuch | 2,24 |
| Nagengast et al., 2013 | Amerika, Pittsburgh | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit schwarzem Untergrund | Versuch | 0,5 |
| Hendarti, 2013 | Singapur | tropisch | Gründach im Vergleich mit Beton | Versuch | < 1–2 |
| Chemisana & Lemnatou, 2014 | Spanien, Lleida | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit Kies | Versuch | 1,29–3,33 |
| Osma et al., 2016 | Kolumbien, Santander | tropisch | Gründach im Vergleich mit schwarzem Untergrund | Versuch | 2,8 |
| Baumann et al., 2016 | Schweiz, Winterthur | gemäßigt | Gründach im Vergleich mit Kies | Versuch | 0,7 |
| Baumann et al., 2018 | Schweiz, Winterthur | gemäßigt | Vergleich bifazialer Module zwischen silberlaubigen und grünen Pflanzen | Versuch | 17 % Mehrertrag bei silberlaubigen Pflanzen und hellem Substrat entgegen Standard-gründach |



Quelle: Annika Henke (2017), ergänzt Felix Mollenhauer

Solar-Gründach-Unterkonstruktion... So nicht!



Weiterführende Informationen:

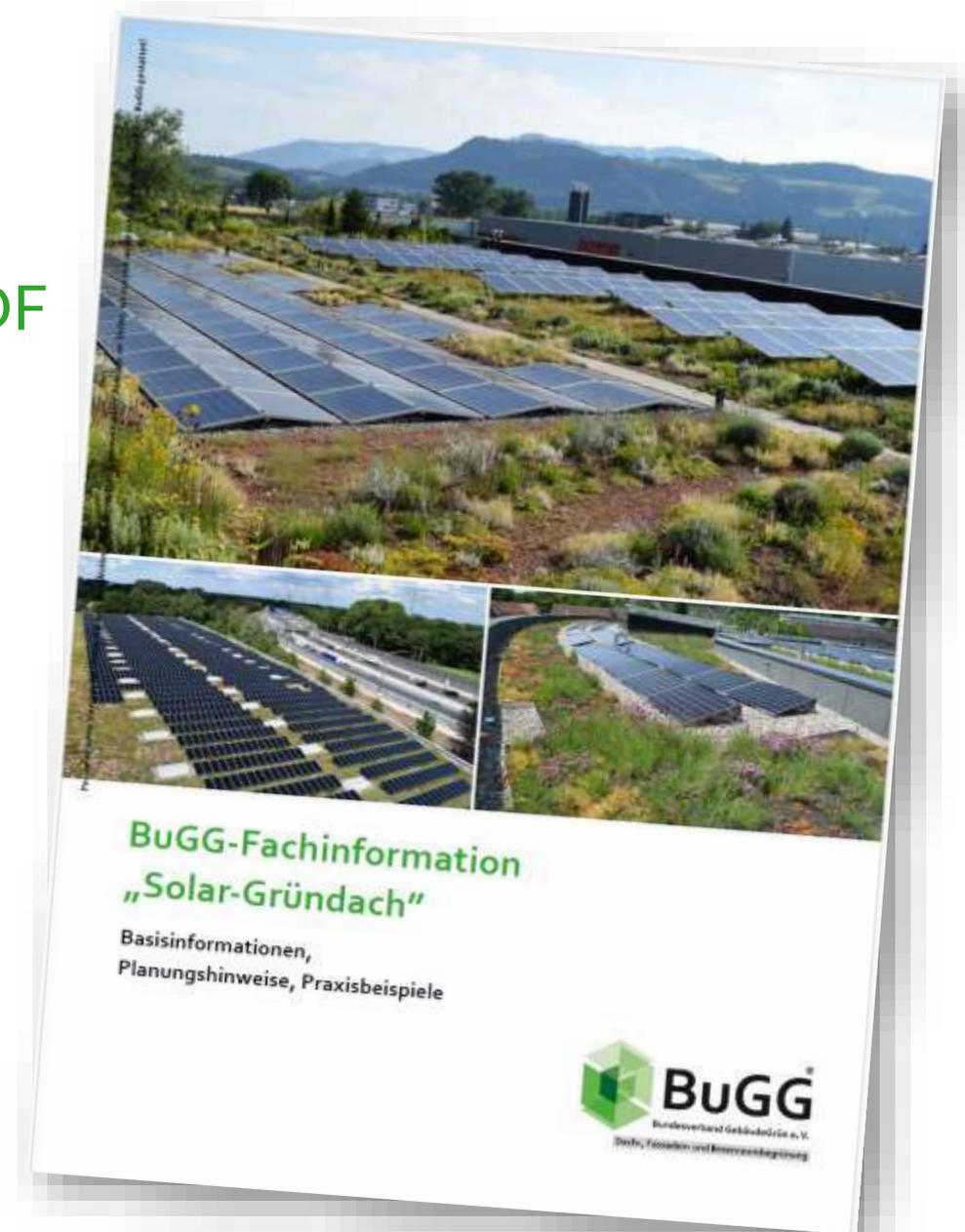
BuGG-Fachinformation "Solar-Gründach,,

Verfügbar als gedruckte Broschüre oder digital als PDF
(personalisiert, Bearbeitungszeit 1-3 Werktage).

A4 Format, 52-seitig, 4-farbig;

Schutzgebühr von 19,00 EUR
(Printversion zgl. Versandkosten.)

<https://www.gebaeudegruen.info/kontakt/prospektanforderung>



Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

Beachtungswertes zur Dachbegrünung / Planungsgrundlagen



Wurzelschutz



Nutzungsziel



Statik



Entwässerung



Absturzsicherung

Zugang



Verwehsicherheit



Brandschutz



Kombination

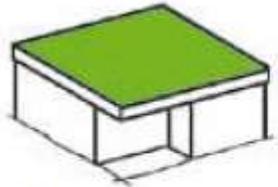


Bewässerung



Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

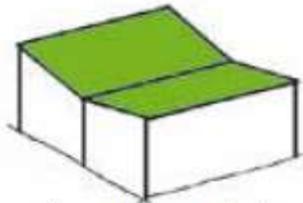
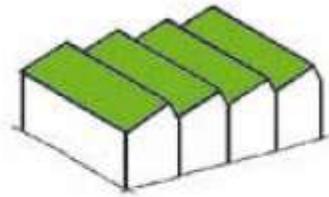
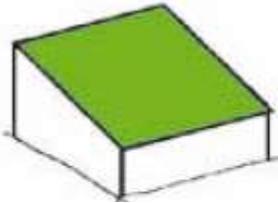
Grundsätzliches zur Dachkonstruktion (Quelle Bilder und Grafiken: ZinCo)



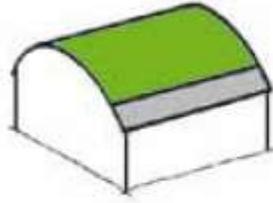
„Typisches Flachdach“



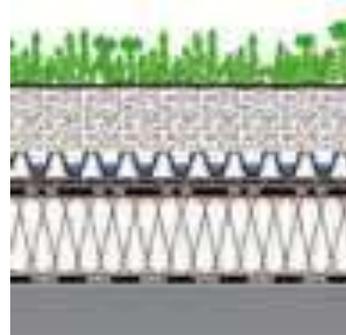
„Satteldach“



„Schmetterlingsdach“



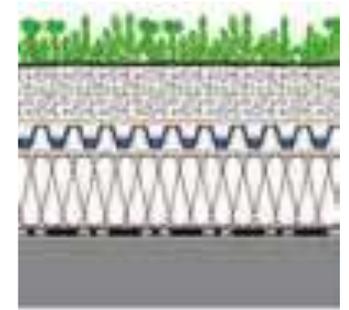
„Tonnendach“



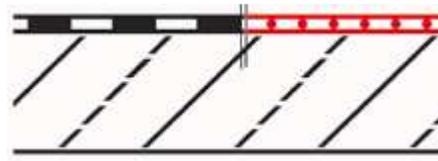
„Einschalige, nicht durchlüftete Dächer“, auch „Warmdächer“
Keine Einschränkungen, außer bei Holzbauweise mit Zwischensparrendämmung, wg. Taupunktverlagerung!



„Zweischalige, belüftete Dächer“, auch „Kaltdächer“.
Achtung: Belastbarkeit der Holzschalung prüfen



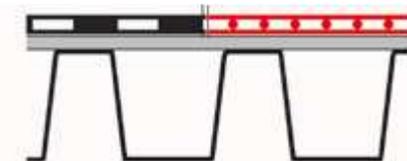
„Umkehrdach“
Wichtig: Dampfdiffusions-offene Dachbegrünung, Kein dauerhafter Wasseranbau



Stahlbetondecke



Holzkonstruktion



Stahltrapezblech

Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

Wurzelfeste Abdichtung. Siehe auch Thema „Begrünung alter Dächer“

- Bituminöse Bahnen sind i.d.R. nicht wurzelfest
- Es gibt wurzelfeste Varianten von bituminösen Abdichtungen
- Folienabdichtungen sind i.d.R. wurzelfest
- Zur Überprüfung ob eine Abdichtung wurzelfest ist, ist der Hersteller und Typ zu identifizieren und auf ihre Wurzelfestigkeit gemäß [WBB-Liste](#) zu überprüfen (Download kostenlos)
- Sog. WU-Beton gilt als wurzelfest, jedoch Dehnfugen etc. sind wurzelfest abzudichten
- Qualität und Alterung besser mit Fachmann prüfen

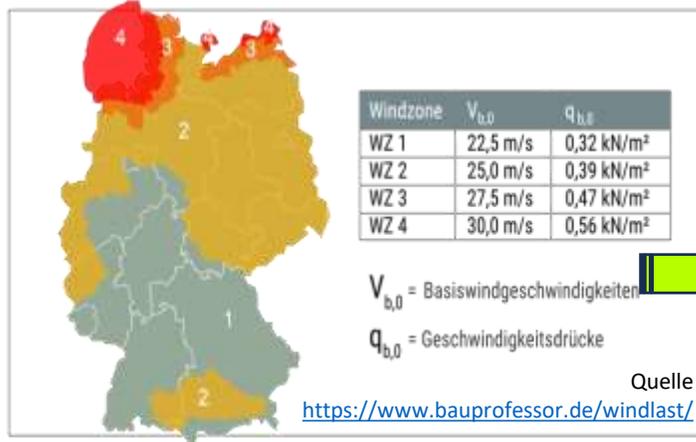
- Auf intakten, aber nicht wurzelfesten Abdichtungen kann man auch Wurzelschutzfolien auflegen (HDPE-Folie in 0,35 - 0,4 mm Stärke in bis zu 8 m Breite, Stöße sollten mind. 1,5 m überlappt werden, bei Intensivbegrünungen doppellagig)



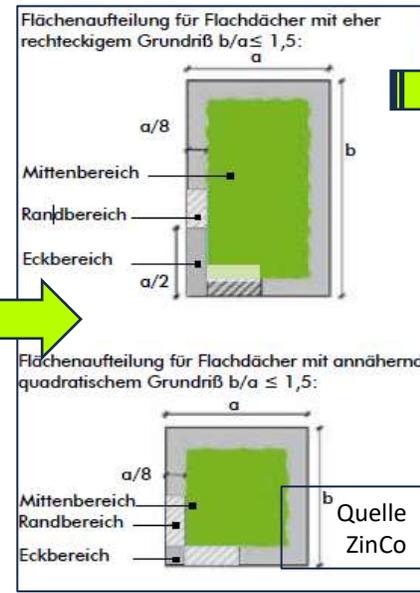
Zu beachten / Planungsgrundsätze

Verwehsicherheitsplanung / Sicherung gegen Windsog

Dachbegrünungen brauchen eine Verwehsicherheitsplanung / Windsogberechnung. Bei Solardachbegrünungen fließen diese Werte auch in die Auflastberechnung (Substratstärke) ein.

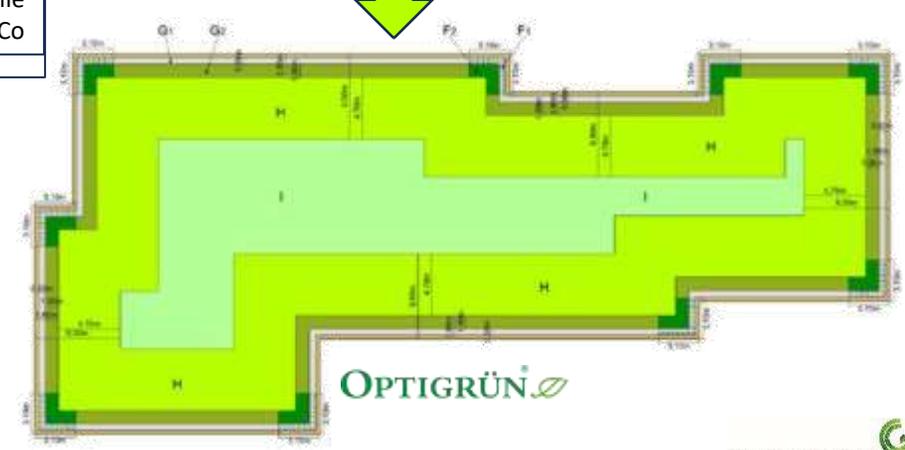


| | |
|---|--|
| Geländekategorie I Offene See, Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes flaches Land ohne Hindernisse | |
| Geländekategorie II Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, S. landwirtschaftliches Gebiet | |
| Geländekategorie III Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder | |
| Geländekategorie IV Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet | |



| Randausbildung mit Attika | Dachbereiche | notwendige Auflast in kN/m ² (Trockengewicht des Substrats) | | |
|-----------------------------|-------------------|--|--|--|
| | | Gebäudehöhe $h \leq 10$ m | Gebäudehöhe $10 \text{ m} < h \leq 30$ m | Gebäudehöhe $30 \text{ m} < h \leq 25$ m |
| Scharfkantiger Traufbereich | F Sobereich | 1,88 | 2,44 | 2,97 |
| | G Randbereich | 1,30 | 1,95 | 2,25 |
| | H Mittenbereich I | 0,90 | 1,17 | 1,25 |
| mit Attika $h_a/h = 0,025$ | F Sobereich | 1,88 | 2,15 | 2,48 |
| | G Randbereich | 1,15 | 1,76 | 2,03 |
| | H Mittenbereich I | 0,90 | 1,17 | 1,25 |
| mit Attika $h_a/h = 0,050$ | F Sobereich | 1,50 | 1,95 | 2,25 |
| | G Randbereich | 1,20 | 1,58 | 1,80 |
| | H Mittenbereich I | 0,90 | 1,17 | 1,25 |
| mit Attika $h_a/h = 0,10$ | F Sobereich | 1,25 | 1,76 | 2,03 |
| | G Randbereich | 1,05 | 1,37 | 1,58 |
| | H Mittenbereich I | 0,90 | 1,17 | 1,25 |

Werte entsprechen dem Flachdachrichtlinien 2008



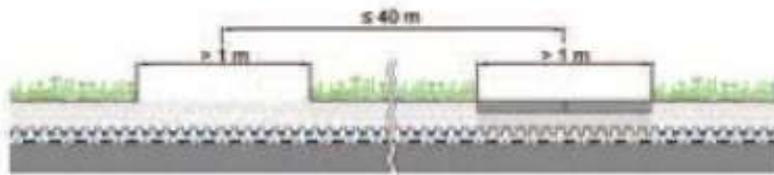
Objektbezogene Berechnung!

Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

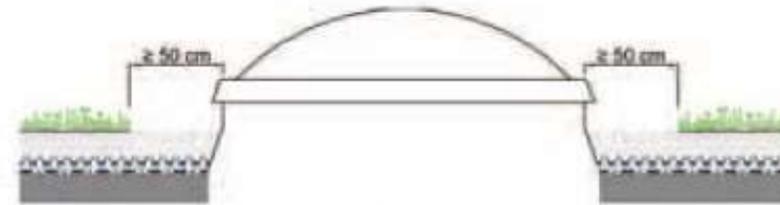
Vorbeugender Brandschutz

Grundsätzlich gelten Dachbegrünungen nach LBO als „harte Bedachungen“, wenn die Substratschicht mind. 3 cm stark ist und weniger als 20% organische Substanz enthalten ist.

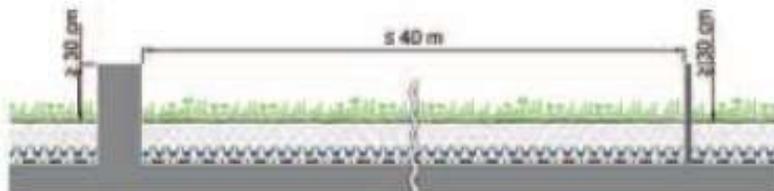
Dennoch sind folgende Regeln zu beachten:



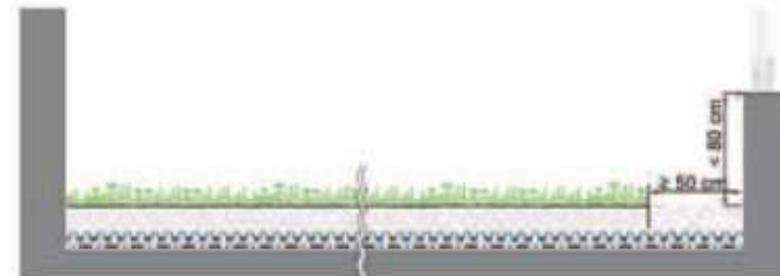
Mindestens alle 40 m ein Streifen aus Kies, Zincolit® oder Betonplatten



Streifen aus Kies, Zincolit® oder Betonplatten, um Dachöffnungen (z.B. Lichtkuppeln)



oder mindestens alle 40 m über das Dach reichende aufgehende Wände, aus Baustoffen DIN 4102-A



Mindestbreite vegetationsfreier Sicherheitsstreifen entlang aufgehender Wände 50 cm, wenn Fenster-Brüstungshöhe < 80 cm

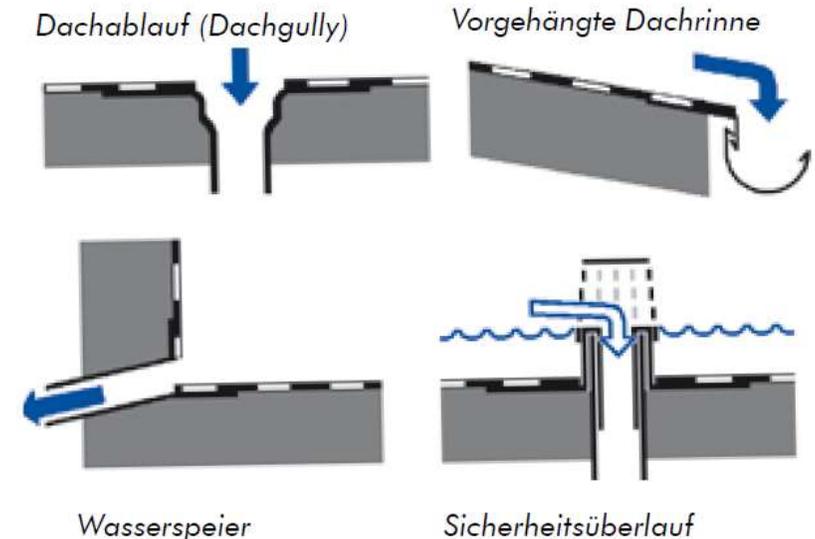
Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

Entwässerung von Gründächern

- Bei Dachbegrünungen ist die verzögerte Entwässerung (Spitzenabflussbeiwert C_s) anzusetzen und die Entwässerungseinrichtungen entsprechend zu dimensionieren.
- Bei grossen Dächern sollte man dieses von Fachleuten machen lassen.
- Oft bieten auch Dachbegrünungssystemhersteller hier kostenlose Unterstützung

| Begrünte Dachflächen | Neigung bis 5° | | über 5° |
|----------------------|----------------|-----------|---------|
| bei > 50 cm | Aufbaudicke | $C = 0,1$ | – |
| bei > 25-50 cm | Aufbaudicke | $C = 0,2$ | – |
| bei > 15-25 cm | Aufbaudicke | $C = 0,3$ | – |
| bei > 10-15 cm | Aufbaudicke | $C = 0,4$ | 0,5 |
| bei > 6-10 cm | Aufbaudicke | $C = 0,5$ | 0,6 |
| bei > 4-6 cm | Aufbaudicke | $C = 0,6$ | 0,7 |
| bei > 2-4 cm | Aufbaudicke | $C = 0,7$ | 0,8 |

Tabelle: Spitzenabflussbeiwerte nach FLL



Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

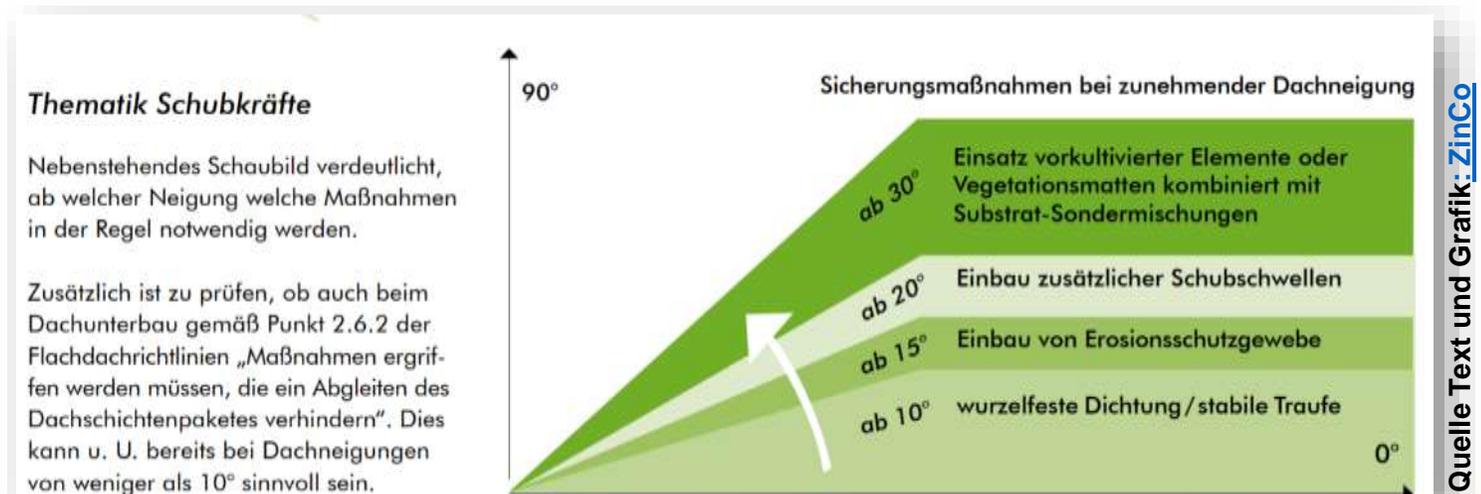
Spezialfall Steildachbegrünung

„Die Begrünung geneigter Dachflächen ist die **Königsdisziplin für Dachbegrüner**.

Auf Grund jahrzehntelanger Erfahrung und Entwicklung können wir hier unter mehreren innovativen Systembausteinen auswählen und zusammen mit fundierten Lastberechnungen optimierte Lösungsansätze ausarbeiten.“

Adrian Hänle, Anwendungstechnik aus „[Optigrün Planungsunterlage](#)“

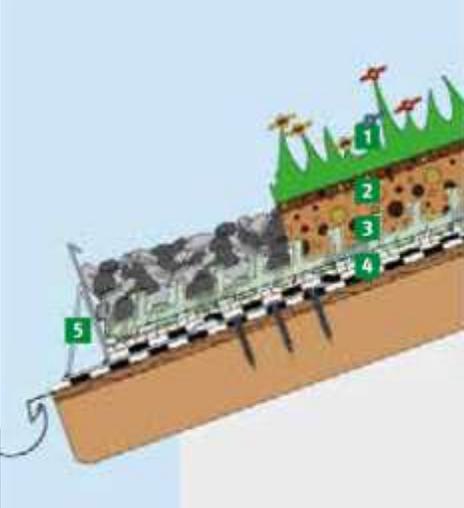
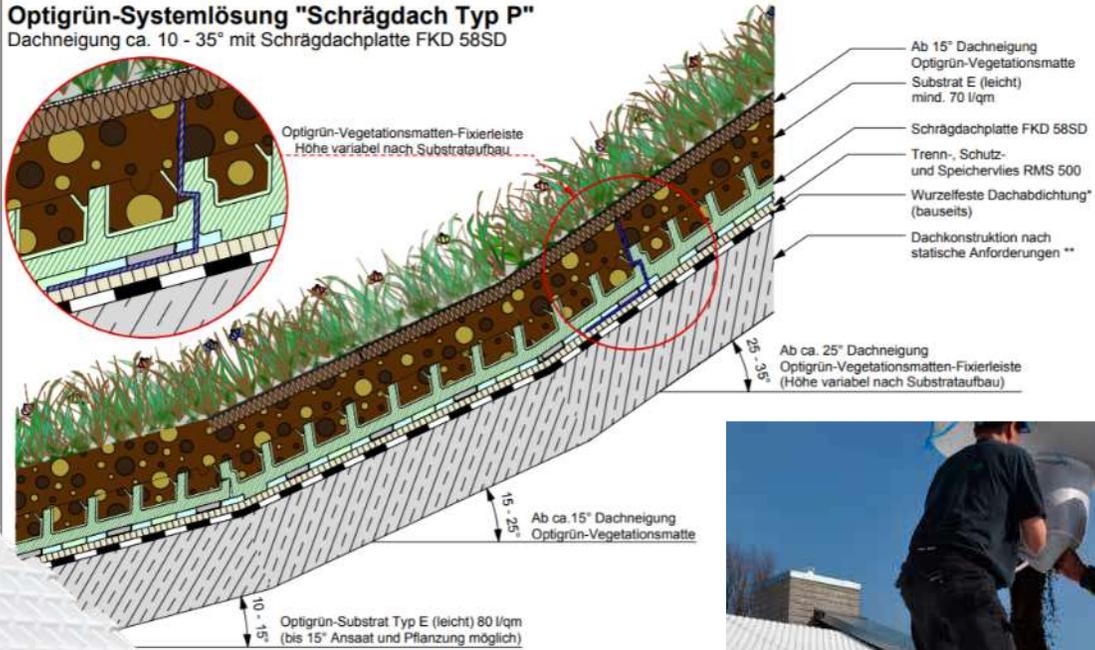
- OHNE SCHUBSICHERUNG 5–15°
- Ab einer Dachneigung von ca. 15° Einsatz von Schubsicherungssystemen in Kombination mit vorkultivierten Sedum-Vegetationsmatten.
- Ab einer Dachneigung von über 35° (bei Rasen ab 25°) sollte zusätzlich eine automatische Bewässerung in Betracht gezogen werden.



Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

Spezialfall Steildachbegrünung

Das Schubsicherungssystem P ist für Pult- und Satteldächer bis ca. 35° Dachneigung geeignet. Bei Dachneigungen ab ca. 25° ist die Verwendung der Vegetationsmatten-Fixier-Leiste erforderlich, um die Vegetationsmatten in der Fläche gegen Abrutschen zu sichern.



Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

Dachbegrünung. Sicherheit

Absturzsicherung bei Dachbegrünungen können als Geländer oder Anseilschutz ausgeführt werden.

In der Bauphase Gerüste oder Fangnetze.

Unterschieden wird zwischen genutzten und ungenutzten Dächern.

Daumenregel: Genutzte Dächer wie intensive Dachbegrünungen, Fluchtwege etc = Geländer (Kollektivschutz)
ungenutzte Dächer wie extensive Dachbegrünungen = Anschlagpunkte (Individualschutz)



Individualschutz mit Gurt, Seil und Anschlagpunkt (Quelle: ZinCo)



Auflastgehaltenes Geländer, Pflegeheim „Am Villengang“, Jena (Quelle: ZinCo)

Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

Dachbegrünung. Sicherheit

- Grundsätzlich ab 2 m Höhe, im Gefahrenbereich 2m vom Dachrand (innerhalb des Dachs keine Sicherung notwendig)
- Sog. „Individualschutz“ (PSA/persönl. Schutzausrüstung) sind Gurte an der Person, die mit einem längenverstellbaren Seil an sog Anschlagpunkten, an Dachrandparallel verlaufenden Seilen oder Schienen eingehängt werden.

Achtung: Nur unterwiesene und taugliche Personen, regelmäßige Kontrolle der Einrichtungen von zertifizierten Personen (auch bei nicht begrünten Dächern)

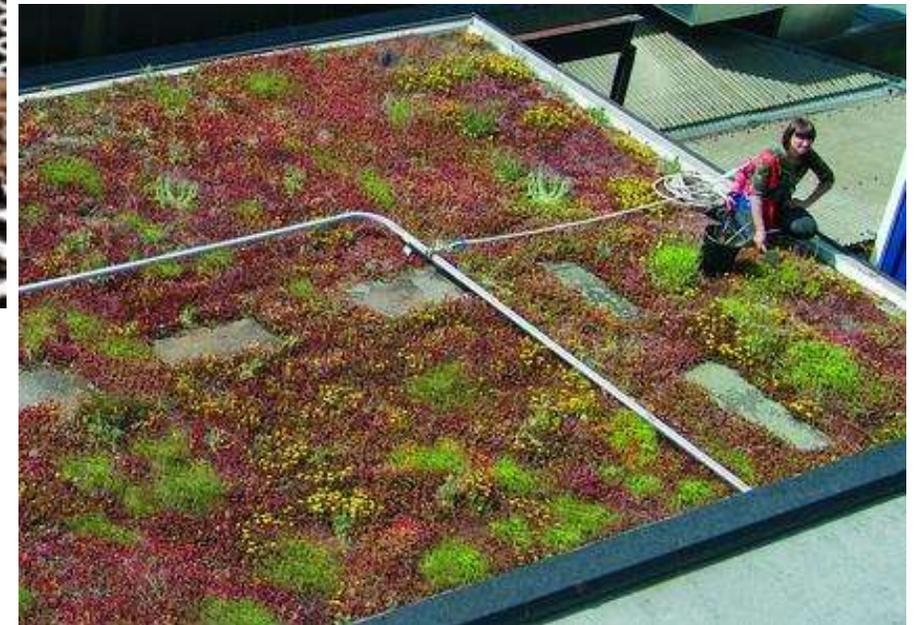


(Quelle: Optigrün)



(Quelle: ZinCo)

Vorteil Dachbegrünung. Absturzsysteme sind auflastgehalten, also ohne Durchdringungen der Dachhaut. Das Gewicht der Dachbegrünung hält die Systeme und Personen fest!



(Quelle: ZinCo)

Dachbegrünungen. Was ist zu beachten?

Dachbegrünung. Sicherheit

Auf genutzten Dächern, oder Dächer, die als Fluchtweg dienen muss ein Geländer, sog. „Kollektivschutz“ eingesetzt werden!



(Quelle: Dani-Alu)

Hinweise: Statischer Nachweis erforderlich, besser geprüfte Produkte mit Baumusterprüfung verwenden
Lastenfall je nach privater oder öffentlicher Nutzung unterschiedlich



(Quelle: Dani-Alu)

Auch die Geländer werden ohne Bohrungen und Durchdringungen der Dachhaut, nur durch die Auflast der Begrünung und/oder Belag gehalten.
Darf jeder nutzen, keine Prüfungen für Personen notwendig

Dachbegrünungen auf bestehenden Dächern (deren Begrünung beim Bau) nicht geplant war. Was ist zu beachten?

3. Oft gestellte Frage: Was ist mit dem Rand meines Dachs, ist der hoch genug, wie kann ich dort die Begrünung einbauen, wenn der Rand niedrig ist?

Es gibt zwei Arten von Dachrändern, die man zu unterscheiden hat, da hier die Abdichtung anders ausgeführt wird:

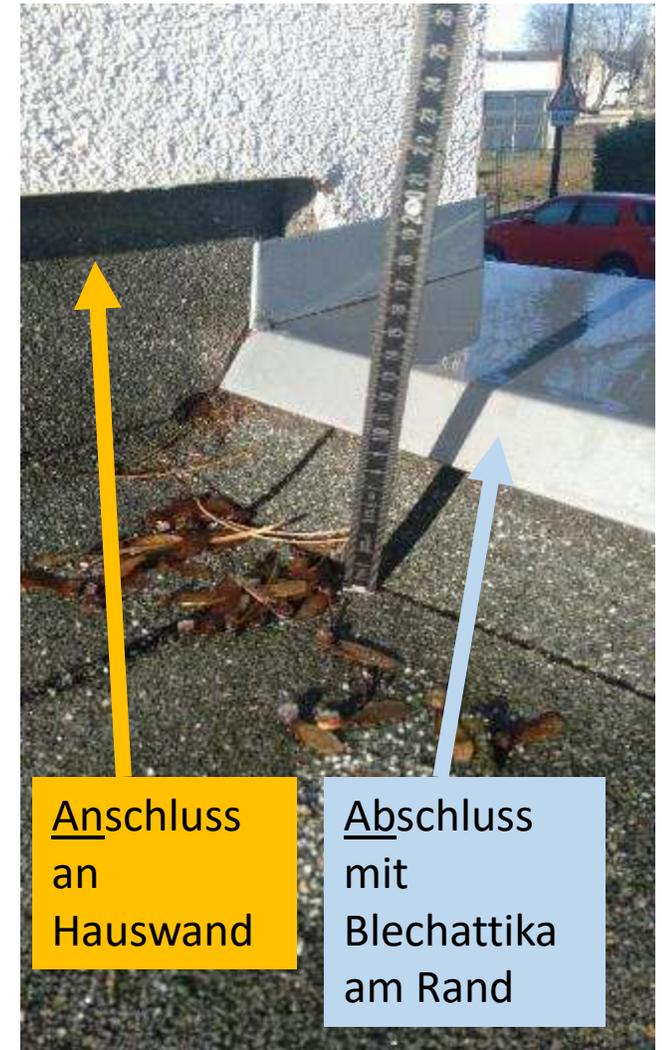
1. Der Rand, wo das Dach „aufhört“, es nach unten geht.

Hier befindet sich i.d.R. eine mehr oder weniger hohe Attika (hochstehender Rand wie eine kleine Mauer, zumeist oben drauf horizontal mit Blech abgedeckt. Bei älteren Dachrändern nur eine sog einteilige Verwahrung, wo aussen an der Kante nur ein senkrechtes Blech, meist aus Aluminium, angebracht ist.

Oder eine freie Dachkante, wo oft eine Rinne davor hängt.

Diesen Dachrand bezeichnet der Fachmann mit **Abschluss**.

2. Der Rand, wo das Dach an ein sog. aufgehendes Bauteil wie eine Wand, eine Lichtkuppel angeschlossen ist. Diesen Dachrand bezeichnet der Fachmann als **Anschluss**



Dachbegrünungen auf bestehenden Dächern (deren Begrünung beim Bau) nicht geplant war. Was ist zu beachten?

Unterscheidung zwischen Abschluss und Anschluss

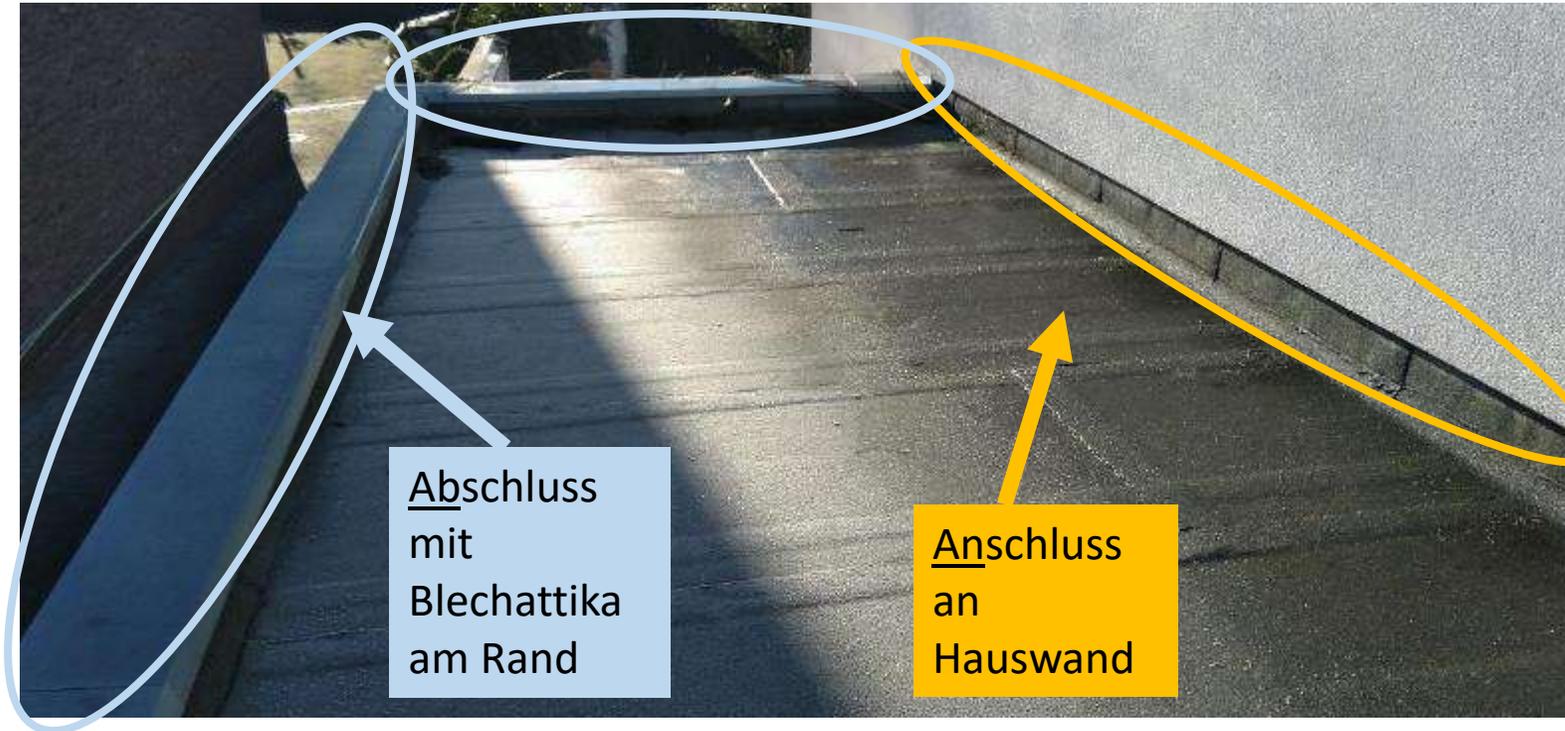
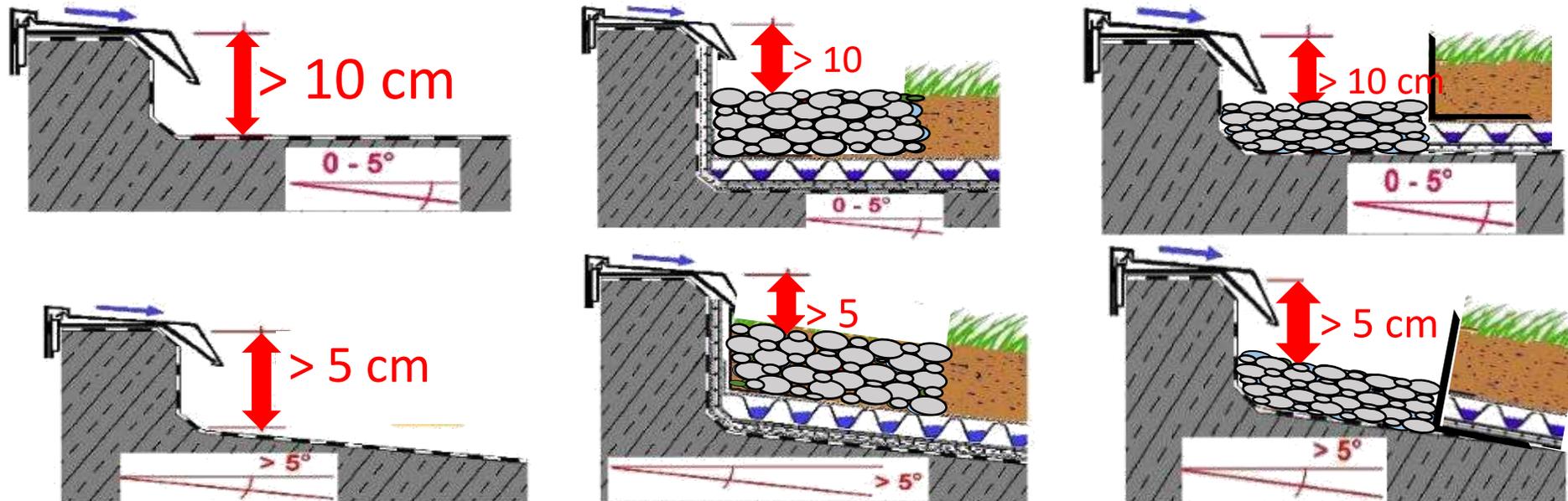


Bild Links: typische Situation auf relativ neuer am Wohnhaus angebauten Garage.

Hier ist auch die noch relativ neue, sehr gut eingebaute bituminöse Abdichtung zu erkennen. Auch ist hier eine moderne (sog. „mehrteilige“) Randausbildung am Abschluss mit einer Attika und horizontaler Blechabdeckung zu sehen. Nicht zu sehen ist hier die Befestigung der Abdichtung am Anschluss (Hauswand) mit einer Klemmschiene / Abschlussleiste, da diese durch den Wärmedämmputz der Hauswand überdeckt ist.

Dachbegrünungen auf bestehenden Dächern (deren Begrünung beim Bau) nicht geplant war. Was ist zu beachten?

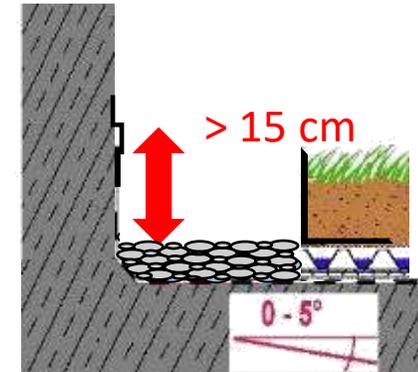
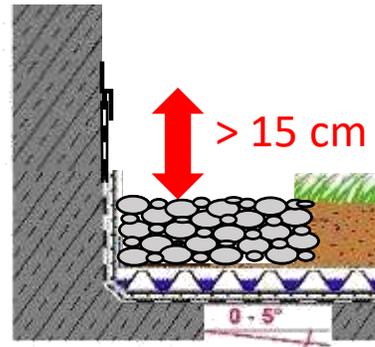
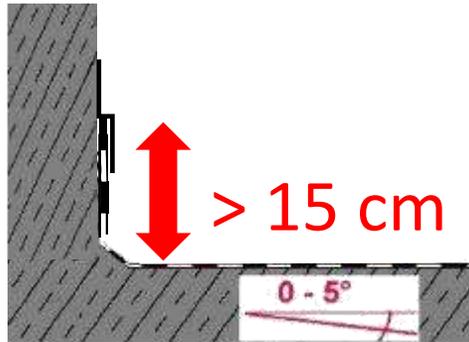
- Prüfen den Abschlusshöhen der Dachabdichtung bei einem Gefälle bis 5° (häufigster Fall) und über 5°
 - Bilder Links: Vorhandene Anschlusshöhe ohne Dachbegrünung mindestens 10 cm bei unter 5° und 5 cm bei mehr als 5° Dachneigung
 - Bilder Mitte: Idealerweise ist die vorhandene Abschlusshöhe so hoch, dass die Mindestanschlusshöhe von 10 cm bzw. 5 cm auch nach der Begrünung noch gegeben ist.
 - Bilder rechts: Die Abschlusshöhe wäre nach Aufbringung der Begrünung (bis an den Abschluss) nicht gegeben. Lösung: Man springt mit der Dachbegrünung zurück. Hierfür gibt es normativ kein Mindestmaß*, sinnvoll sind hier mindestens 10 cm, um den sog. „vegetationsfreien Streifen“ (anderes Thema) einzuhalten. Der „Graben“ kann dann mit Kies aufgefüllt werden, jedoch nur soweit, bis die 10 bis cm eingehalten werden können.



Dachbegrünungen auf bestehenden Dächern (deren Begrünung beim Bau) nicht geplant war. Was ist zu beachten?

- Prüfen den Anschlusshöhen der Dachabdichtung bei einem Gefälle bis 5° (häufigster Fall)
 - Bild Links: Vorhandene Anschlusshöhe ohne Dachbegrünung mindestens 15 cm
 - Bild Mitte: Idealerweise ist die vorhandene Anschlusshöhe so hoch, dass die Mindestanschlusshöhe von 15 cm auch nach der Begrünung noch gegeben ist.
 - Bild rechts: Die Anschlusshöhe wäre nach Aufbringung der Begrünung (bis an den Anschluss) nicht gegeben. Lösung: Man springt mit der Dachbegrünung zurück. Hierfür gibt es normativ kein Mindestmaß*, sinnvoll sind hier mindestens 10 cm, um den sog. „vegetationsfreien Streifen“ (anderes Thema) einzuhalten. Der „Graben“ kann dann mit Kies aufgefüllt werden, jedoch nur soweit bis die 15 cm eingehalten werden können.

*das Mindestmaß eines „vegetationsfreien Streifens“ im Anschlussbereich von aufgehenden Wänden wird im Brandschutz vorgegeben. Z.B.: „... ein Abstandsstreifen aus massiven Platten oder Grobkies von $\geq 0,5$ m Breite ist gegenüber Öffnungen in der Dachfläche (Lichtkuppeln, Dachfenster) oder aufgehenden Wänden mit Fenstern auszubilden, wenn sich deren Brüstung $\leq 0,8$ m oberhalb der Vegetationstragschicht befindet...“



Sonderthema Eingangsbereiche bei Terrassen auf dem Dach, begrünte Tiefgaragen: Türschwellen, barrierefrei, Rinnen, direkte Entwässerung. Auch hier sind grundsätzlich die 15 cm einzuhalten. Mit einer „unmittelbar entwässernden“ Rinne (Rostbreite mind. 15 cm) reichen 5 cm. Das ist aber nicht barrierefrei (max 2 cm Schwelle). Daher muss hier ein sog. Sonderlösung vom Planer, idealerweise mit Ausführenden entwickelt werden. Lösungsmöglichkeiten: Überdachung, grösseres und sicher durchlässiges Rost, konstruktive

Fassadenbegrünungen!!!

Wo kein oder wenig Platz für Bäume auf dem Boden ist müssen wir an andere Flächen denken



Meersburg

Fassadenbegrünungen!!!

Fassadenbegrünungen. Beispiele

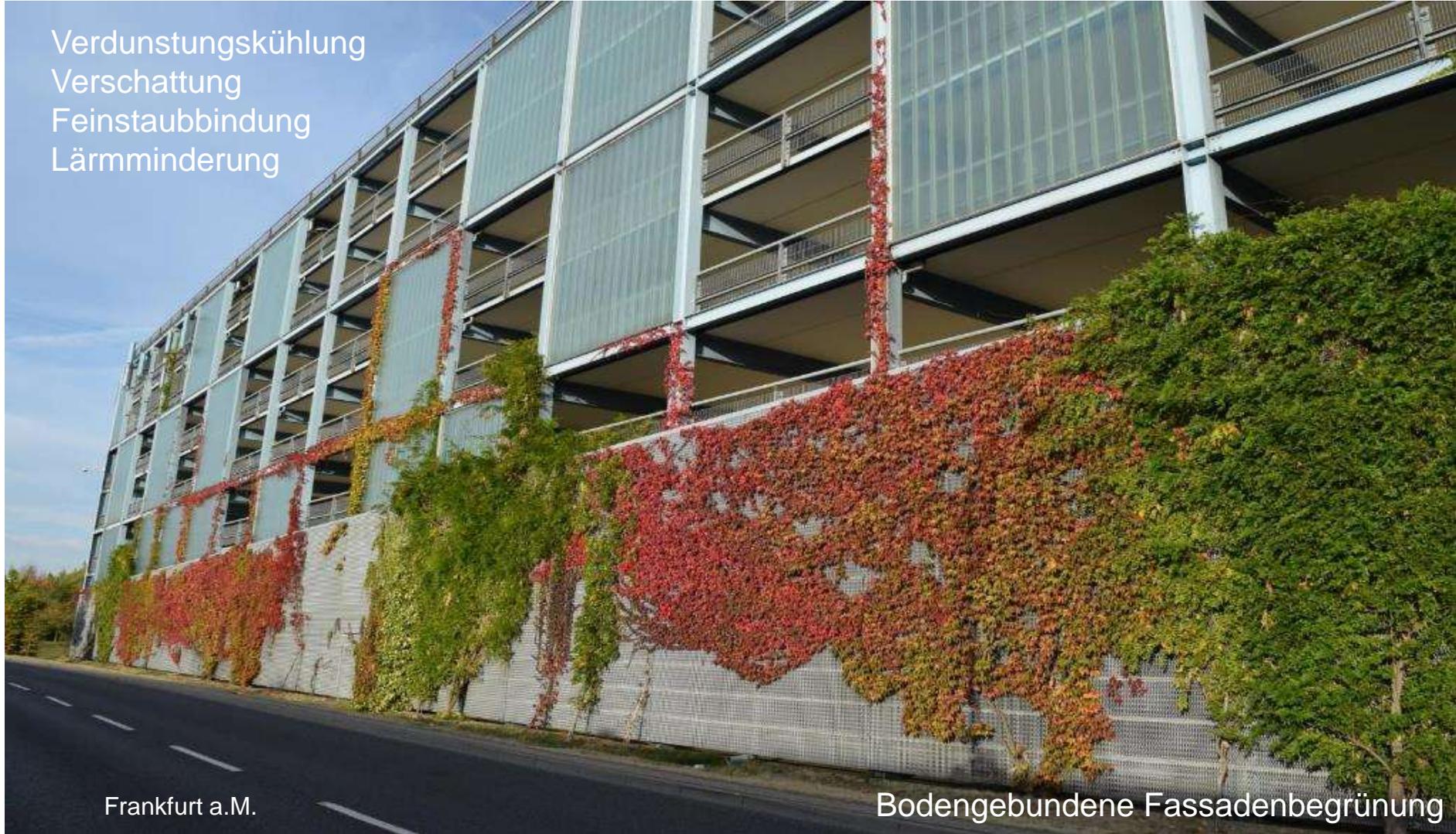


Modulare, wandgebundene Fassadenbegrünung Niederlande. Quelle: Optigrün

Fassadenbegrünungen!!!

Fassadenbegrünung kann man auch mit Lärmschutz kombinieren und so die Wirkung erhöhen

Verdunstungskühlung
Verschattung
Feinstaubbindung
Lärminderung



Frankfurt a.M.

Bodengebundene Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünungen!!!

Auch architektonisch interessant

Verdunstungskühlung
Verschattung
Feinstaubbindung
Lärminderung

Freiburg



Bodengebundene Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünungen!!!

Klassisch, als bodengebundenen Fassadenbegrünung mit Kletterpflanzen oder Wandgebunden mit nahezu unendlichen Gestaltungsmöglichkeiten



Bodengebundene Fassadenbegrünung



Wandgebundene Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünungen!!!

Fassadengrünungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen, 2018

Sog. „anerkannte Regeln der Technik“ an die sich die Fachleute, wie bei einer DIN zu halten haben.

Inhaltlich sehr auf den Fachmann/-frau (Hersteller, Planer, Ausführende/Begrüner etc.) zugeschnitten, wenig geeignet für den Laien.

Als Broschüre oder PDF unter <https://shop.fll.de/de/fassadenbegruenungsrichtlinien-richtlinien-fuer-die-planung-bau-und-instandhaltung-von-fassadenbegruenungen-2018-broschuere.html> für 35,- € zu erwerben

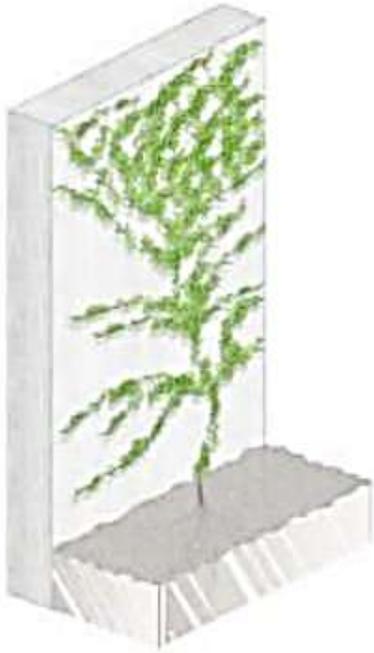


Fassadenbegrünungen!!!

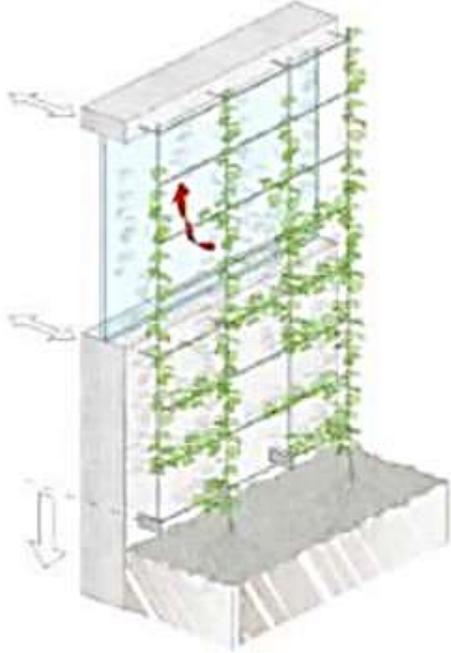
Technische Varianten von Fassadenbegrünungen

Bodengebundene Fassadenbegrünungen

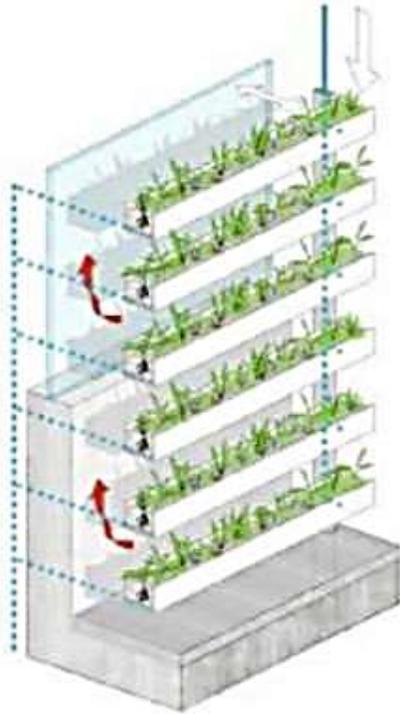
Wandgebundene Fassadenbegrünungen



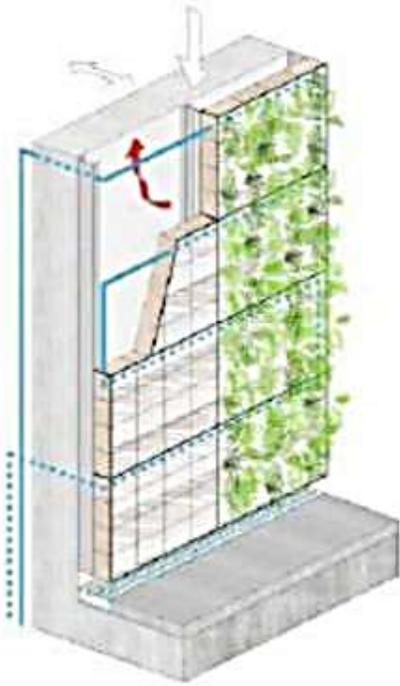
Direktbewuchs
der Fassade



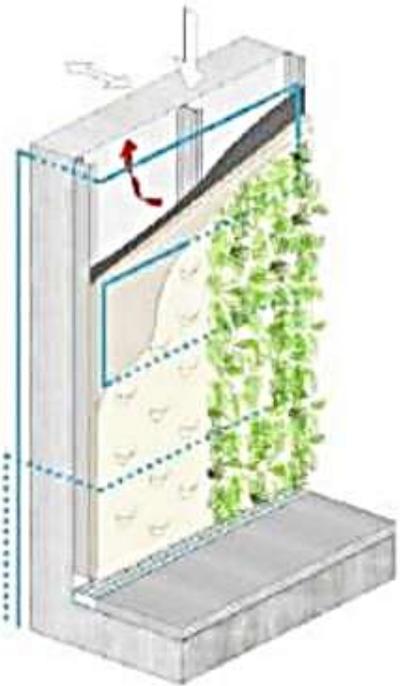
Leitbarer Bewuchs
an separater
Wuchskonstruktion



Horizontale
Vegetationsflächen,
Pflanzgefäße



Vertikale
Vegetationsflächen,
modular



Vertikale
Vegetationsflächen,
flächig

Quelle „Gutachten Fassadenbegrünung“ TU Darmstadt Fachbereich Architektur Fachgebiet Entwerfen und Freiraumplanung
Prof. Dr.-Ing. Jörg Dettmar Dipl.-Ing. Nicole Pfoser Dipl.-Ing. (FH) Sandra Sieber

Technische Varianten von Fassadenbegrünungen

Vergleich verschiedener Fassadenbegrünungsbauweisen und Typen, Übersicht Vor- und Nachteile, Kosten

Bodengebundene Fassadenbegrünungen

Traditionelle Lösungen

Vorteile:

- Sehr günstig (abhängig von Pflanzenart, Grösse und Dichte ab 30,- €/lfm (lässt sich nicht in qm-Preis umrechnen))

Nachteile:

- Pflanzen mit Haftwurzeln wie Efeu, Wilder Wein... können vorgeschädigte Wände leicht weiter schädigen
- jährliche Kontrolle unter Dachüberständen, Fensterbrettern, Lüftungen und Rückschnitt gegen einwachsen

Vorteile:

- Günstig ab 120,00 €/m²
- Wuchs besser kontrollierbar
- Wuchs steuerbar durch Schlingpflanzen, die nur an Rankelementen wachsen.
- Auch ohne Bewuchs je nach System architektonisch ansprechend

Nachteile:

- Bei Seilsystemen hohe Zugkräfte, erfordern grosse teure Anker bei gedämmten Fassaden

Wandgebundene Fassadenbegrünungen

Neuere Lösungen

Vorteile:

Supertolle Optik, da sich hier viele verschiedenen Pflanzen einsetzen lassen. Je nach Pflanzenauswahl noch höhere Biodiversität.

Nachteile:

- Sehr hoher technischer Aufwand (Aufhängung, autom. Bewässerung und Nährstoffversorgung...), daher sehr teuer!!! Ab 800 €/m² (i.d.R. um 1.000 – 1.500 €/m²)
- Lastannahme ca 60-80 Kg/m², zzgl. Windlasten (objektbezogen) und Eislasten dann bis zu 150 kg/m². Zwar auch Lastableitung als quasi freistehende Fassadenbegrünung möglich, dann allerdings mit entsprechender Gründung
- Durch grossen CO₂-Fussabdruck in Herstellung, Wartung relativ späte positive Ökobilanz (wenn überhaupt jemals).
- Pflegeaufwand hoch. Neben Rückschnitt ggf. auch teilw. Pflanzenaustausch, „Pflanzung am Tropf“ ... „wie Intensivstation für Pflanzen“
- Wartung und Inspektion der Bewässerungsanlage nur durch Fachleute ab 40. i.d.R. 60,-€/m²/Jahr (Fernüberwachung dringend zu empfehlen)

Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen



Direktbewuchs
der Fassade

Direktbewuchs / Selbstklimmer mit Haftwurzeln wie Efeu, Wilder Wein ...

Efeu & Co breiten sich an einer Wand fächerförmig ungefähr in einem Winkel von 45° aus und wachsen gerne in Ritzen und Spalten unter Fensterbrettern, Dachüberstände etc. und können dort durch ihr starkes Dickenwachstum Bauschäden verursachen.

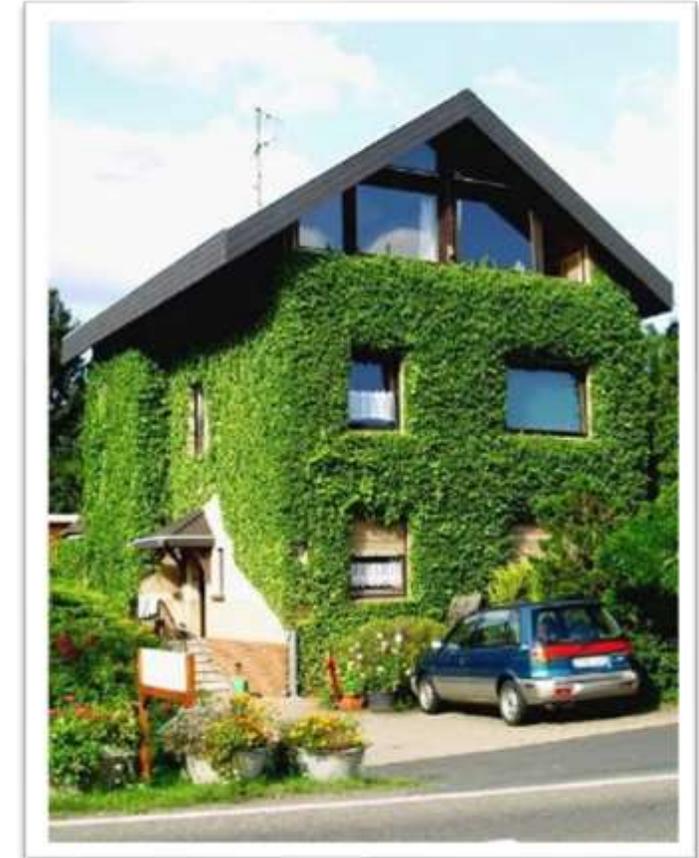
Daher ist regelmäßige, fachgerechte Pflege und Kontrolle essentiell!!!



Wilder Wein mit roter Herbstfärbung an Lärmschutzwand vor Parkhaus.
Quelle: BuGG



Efeu an Wohnhaus in Köln



Efeu an Wohnhaus sehr gute gepflegt. Quelle: Polygrün

Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise

Direktbewuchs / Selbstklimmer mit Haftwurzeln wie Efeu, Wilder Wein ...



Direktbewuchs
der Fassade

Dass eine Wand vor der Begrünung absolut intakt sein muss, ist selbstverständlich.

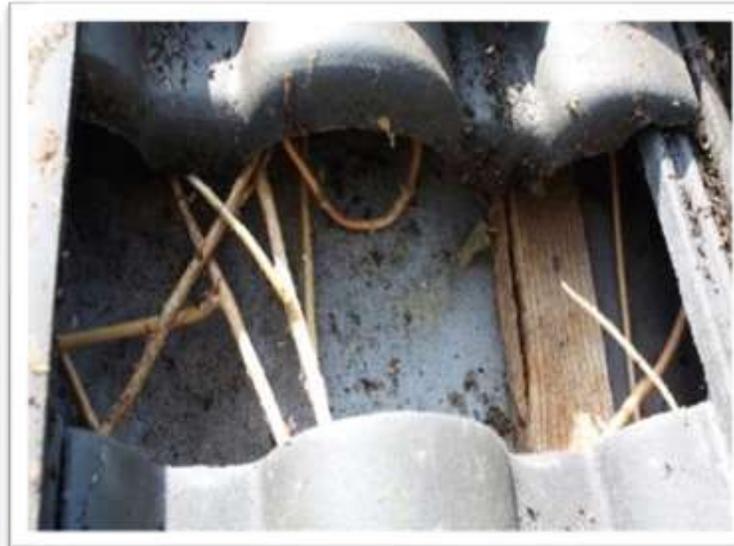
Das ein Wandputz, auch und gerade auf WDVS sehr gut ausgeführt sein muss, muss selbstverständlich sein.

Entsprechend wissenschaftlicher Untersuchungen (Rath, Fraunhofer Institut) sollte das Gewicht von Efeu mit etwa 0,35 kN je m² angenommen werden. Schnee- und Eislasten sind dabei berücksichtigt.

Da Wilder Wien nicht Wintergrün ist, sind die Eislasten wesentlich geringer anzusetzen.



Wilder Wein an Dachüberstand:
Unbedingt zurückschneiden!!!



Schaden durch in Dach eingedrungenes Efeu



Schaden durch Dach überwachsenes und
wahrscheinlich auch eingedrungenes Efeu

Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise

Direktbewuchs / Selbstklimmer mit Haftwurzeln wie Efeu, Wilder Wein ...



Nach mehreren Jahren Rückschnitt bei ca. 4 m Höhe hat sich dieser Efeu von der Wand gelöst. Man sieht deutlich, dass nach unten hin weniger Haftwurzelnreste auf der Fassade hängen. Foto: Helmut Ladwig aus Rodenbach (bei Hanau).

Weitere (vermeidbare) Schadbilder mit Selbstklimmer wie Efeu, Wilder Wein. Ursächlich zumeist mangelnde fachliche Pflege, Rückschnitt



Efeu unterwächst
Holzfassade



Zu schwacher Putz /
zu schweres Efeu

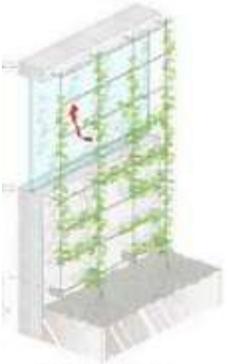


Efeu nicht richtig gepflegt, daher zu schwer geworden.
Putz mit Efeu abgefallen. Reste von Haftwurzeln.

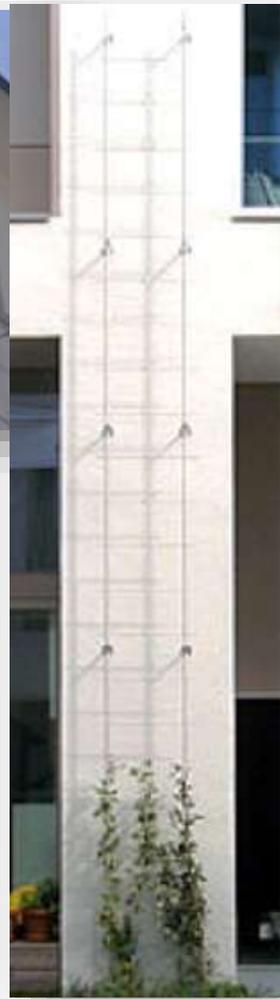
Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise

Traditionelle Lösung (bodengebundene) Begrünungssysteme für leitbare Pflanzen (ohne Haftwurzeln!) wie Rankseile und Rankgitter...

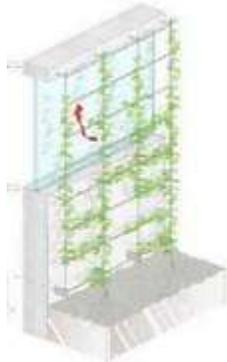


Leitbarer Bewuchs an separater Wuchskonstruktion



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise



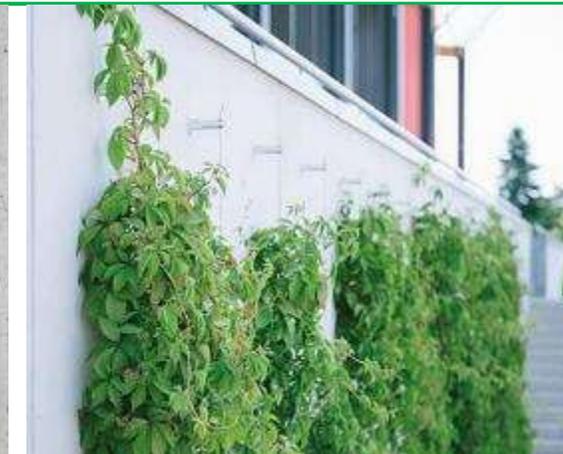
Leitbarer Bewuchs
an separater
Wuchsstruktur

Vorteile Seilsystem:

- Günstig, Kosten mit Montage (jeweils ohne Pflanzen, da hier die Auswahl und Spannweite sehr weit gefächert ist. Abhängig z.B. von Art und Sorte, Größe, Qualität usw.) Bei angenommener Höhe von 12 m und 1,00 -1,50 m Breite
 - ca. 75,00 €/m². Ohne WDVS-Anker. (mittlerer Seilabstand, mittlere Qualität)
 - Wie vor, jedoch mit Abzweigungen über Fenster ca. 90,00 €/m²
 - Zulage für WDVS-Anker ca. 150 €/m² (Gesamtkosten bei WDVS-Fassaden ca. **225,00 – 300,00 €/m²**)
- relativ frei zu gestalten (Seilabstände primär von der Pflanzenart abhängig)

Nachteile Seilsystem:

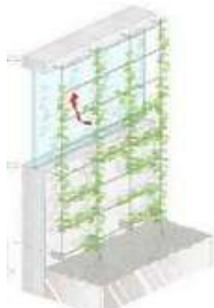
- Erfordern hohe Seilspannung, dadurch hohe Zuglasten auf den Ankern, bzw. viele Anker notwendig (Wärme-/Kältebrücke).
- Verankerung durch WDVS durch spezielle **teure Anker** mit Wärmedämmung, Hebelwirkung noch grösser.
- Edelstahl durch im Sommer hohe Temperaturen und im Winter niedrige Temperaturen nicht für alle Pflanzen geeignet



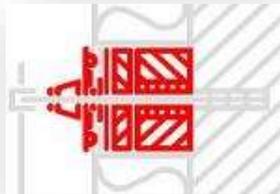
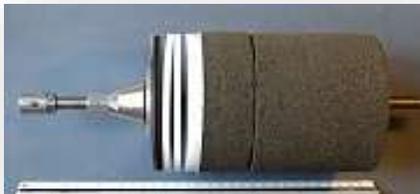
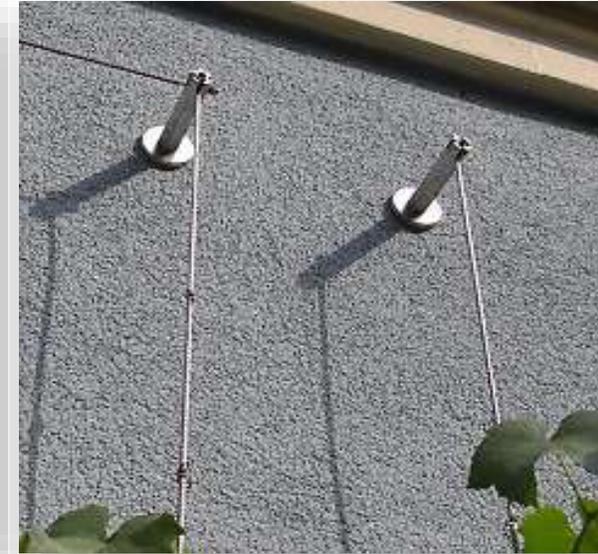
Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise

Rankseilsysteme, technische Details (Befestigungen, Anker...)



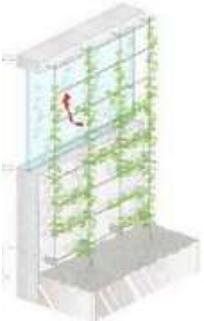
Leitbarer Bewuchs
an separater
Wuchskonstruktion



Spannseilsysteme in WDVS erfordern spezielle, lange, zugkräfteverteilende, wärmegeämmte und daher sehr teure Anker, um die hohen Seilspannungen und hieraus resultierenden Kräfte aufnehmen zu können. Mit Montage liegen alleine diese Anker schon bei 150,00 €/Stck und mehr. Als Daumenregel sind von 0,5 bis 1 Stück je m² hinzu zu rechnen. Quelle Bilder: fassadengruen.de

Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise



**Rankseilsysteme:
typische Fehler,
Langzeitprobleme**

...

Leitbarer Bewuchs
an separater
Wuchskonstruktion



Spannseil mit hohem
Wandabstand,
Zwangübertragung von
Lastspitzen.
Quelle: fassadengruen.de



So lieber nicht! Leider führen
"Korkenzieher"-Formen an
Seilen oft zu Überdehnung
und Deformation, wenn der
Stamm wächst und dicker
wird
Quelle: fassadengruen.de



Querstränge im unteren Bereich einer
Rankhilfe laden ggf. zum Beklettern ein
und erschaffen dann oder verbiegen sich
wie hier bei Rankstäben.
Quelle: fassadengruen.de



Von Knötlich eingewachsene und
überdehnte Drahtseile, überlastete
Halterungen Quelle: fassadengruen.de



Quelle: Polygrün

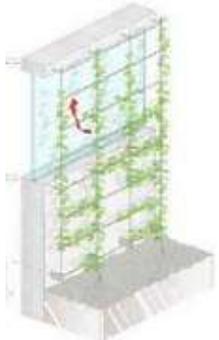


Falscher Anker, zu schwach
dimensioniert
Bild Quelle: Fassadengruen.de

Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise

Rankgittersysteme



Leitbarer Bewuchs
an separater
Wuchskonstruktion

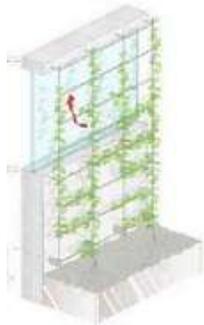


Beispielbilder: Rankgittersysteme aus Metall oder (glasfaserverstärktem Kunststoff) in verschiedenen Ausführungen mit Standardmaschenweiten. Auch Sonderlösungen, verschiedene Farben, verschiedene Befestigungen usw. machbar



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise



Leitbarer Bewuchs
an separater
Wuchskonstruktion

Rankgittersysteme

Beispielbilder: verschiedene Ausführungen mit Standardmaschenweiten.
Sonderlösungen, verschiedene RAL-Farben, verschiedene Befestigungen usw. machbar



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen, besondere Hinweise

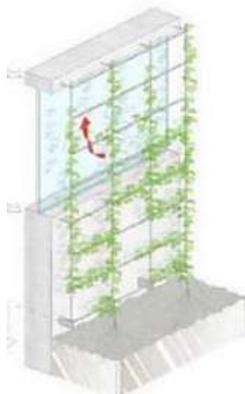
Rankgittersysteme

Vorteile:

- Günstig, Kosten ab ca. **180,00 - 220 €/m²** (Kosten-Nutzen-Haltbarkeit-Technik-Favorit)
- relativ frei zu gestalten (Hersteller wie Polygrün bieten auf Wunsch alle denkbaren Breiten und Höhen, und freie Rastermaße, sind an Architektur anpassbar)
- Wird spannungsfrei montiert, ideal für WDVS, kann auch im Boden stehend montiert werden (nur leichte und wenige Anker in der Fassade)
- Spezielle wärmegeämmte Anker für WDVS
- Pflanzenfreundliches, haltbares, rostfreies Glasfaser-/Kunststoffmaterial
- freie RAL-Farben-Auswahl (Standard / `natur´: anthrazit-farben)
- Je nach Ausführung kann das System mit den Pflanzen für renovierungsarbeiten der Fassade abgenommen, heruntergeklappt und nach der Renovierung wieder angebracht werden.

Nachteile:

- Als Kletterhilfe theoretisch auch für Menschen nutzbar (jedoch kein Fall bekannt)



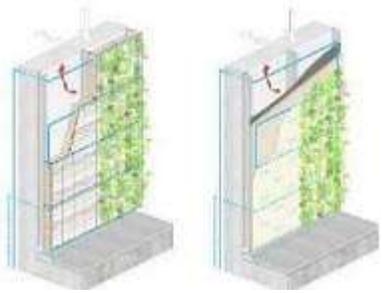
Leitbarer Bewuchs
an separater
Wuchskonstruktion



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen

Wandgebundene Begrünung in modularer Bauweise

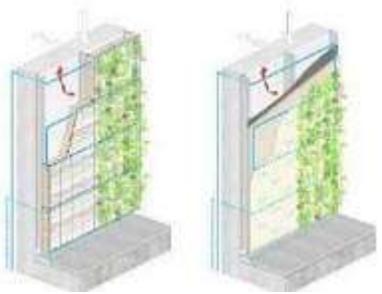


- WF zeichnen sich dadurch aus, dass die Pflanzen hier **nicht aus dem Boden wachsen, sondern aus der Wand heraus**. Daher lassen sich in den Systemen auch eine Vielzahl unterschiedlicher Pflanzen mit **vielen verschiedenen Farben und Texturen** einsetzen (s.u.).
- Sog. **wandgebundene** Fassadenbegrünungssysteme (nachfolgend WF) sind durch starke Medienpräsenz in den letzten Jahren sehr bekannt geworden, denn WF sind erstklassige **EYECATCHER!!!**
- WF werden erst seit ca. 10-15 Jahren von Systemherstellern angeboten, sind also noch relativ neu am Markt.
- WF sind **teuer und ressourcenintensiv in der Herstellung und Unterhalt**).
- WF sind **wie vorgehangenen Fassaden**, die meisten Systeme haben daher auch eine Unterkonstruktion, welche diese von der eigentlichen Fassade trennen.
- WF sind **technisch aufwändig**, es sind `Begrünungen am Tropf` bzw. Begrünungen auf der Intensivstation`.



Fassadenbegrünungen!!!

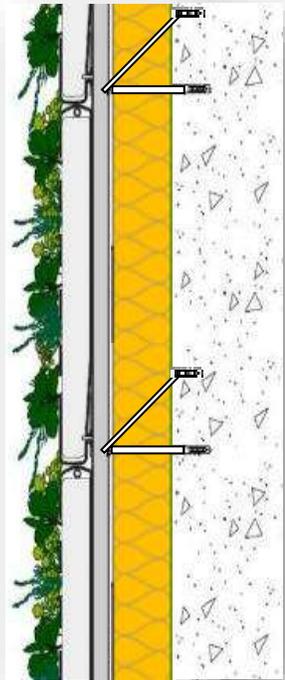
Varianten von Fassadenbegrünungen



Wandgebundene Begrünung in modularer Bauweise

Links:

Schematischer Schnitt durch den Aufbau. Auf die Wand (bei WDSV mit entsprechend langen Ankern und Zugstreben) werden zuerst senkrechte Profile (ähnlich wie bei vorgehangener Fassade) angebracht. Auf diese dann Querstreben, die die jeweiligen Module aufnehmen. Zwischen den Streben, also von vorne unsichtbar verlaufen die Bewässerungsleitungen. Überschüssiges Wasser läuft nach unten aus den Modulen aus und die nächste, darunterliegende Modulebene. Um unteren Ende wird überschüssiges Wasser in einer Rinne ausgefangen und entweder in den Gully geschickt, oder, bei einem Kreislaufsystem, zurück in einen Tank.

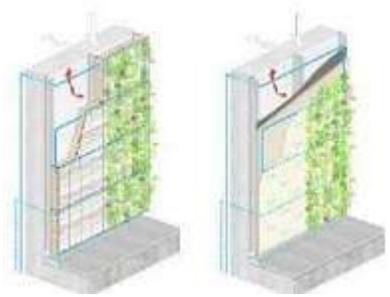


Rechts:
(Gilt nicht nur für das System von Sempergreen)
WF müssen in der Vegetationsperiode (je nach System/Hersteller) mehrmals täglich bewässert werden. Diese erfolgt i.d.R. durch Frischwasser, welches mit Nährstoffen versetzt in das System eingespeist wird. Hierfür ist eine aufwändige Technik notwendig, die i.d.R. mit einer Fernüberwachung eingesetzt wird, so dass Störungen unmittelbar abgestellt werden können. Das ist wichtig, da der Wasserpuffer in der WF nur sehr gering ist, die Pflanzen innerhalb weniger Tage ohne Wasser eingehen. Diese Technik muss im Haus, frostfrei angeschlossen werden. WF an Außenwänden müssen im Winter ab ca. 3°C bewässert werden. Daher ist das Bewässerungssystem mit einem Kompressor zu ergänzen, welche das Wasser im Winter aus dem System ausbläst, damit das Wasser bei Minustemperaturen (nachts) nicht einfriert.



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen



Wandgebundene Begrünung in modularer Bauweise



Oben: Bild während Montage. Hier sieht man die senkrechten und waagerechten Profile und Bewässerungsschläuche sowie die Kabel der Feuchtesensoren

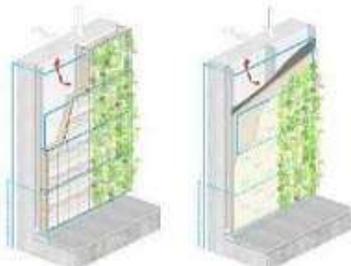
Rechts:
Aufbau einer WF mit
Wärmedämmung.
Gut zu sehen die senkrechten Profile, die ggf. auch als Lastabtrag in den Boden eingesetzt werden können, um die Wand und die Anker zu entlasten. Gut zu sehen auch, dass die WF hier die eigentliche (klassische Fassade) ersetzt, Zwar sind WF sehr teuer (um 1.000,00 €/m²) jedoch kann man einen Teil hiervon bei der ansonsten einzusetzenden Fassade einsparen. Wichtig ist auch, dass die WF i.d.R. einen umlaufende Blende / Einfassung benötigt



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen

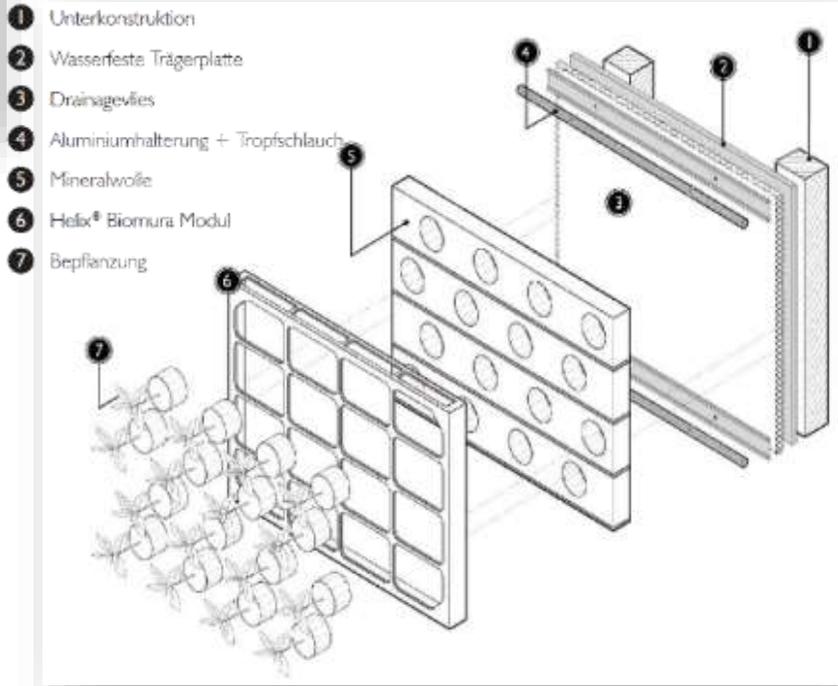
Wandgebundene Begrünung in modularer Bauweise



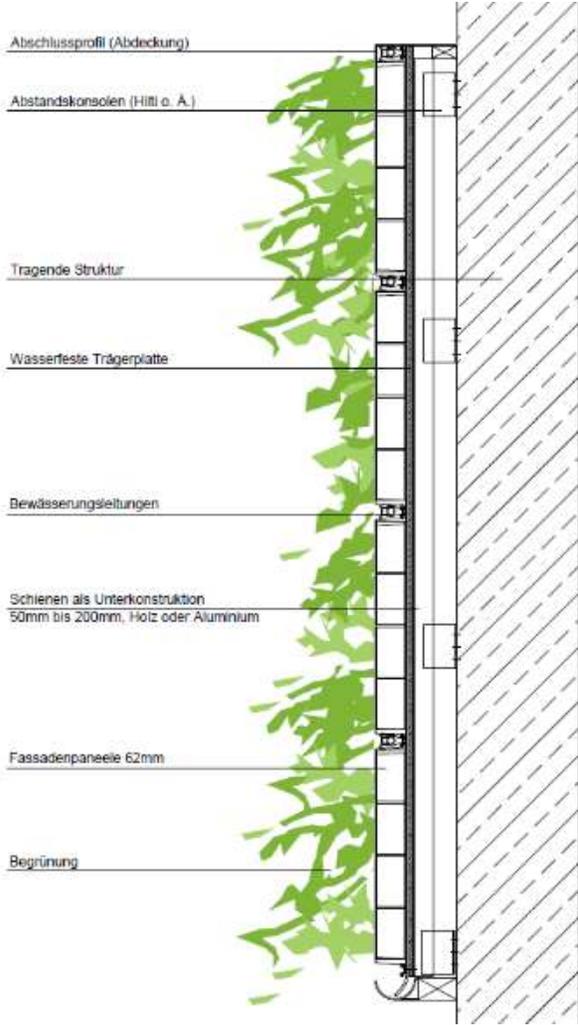
Oben: Anbringung der des Biomura-Moduls
beim System Biomura der Fa. Helix
Pflanzsysteme GmbH

Links: Anbringung der
Abdichtung auf vorh. Fassade
beim System Biomura der Fa.
Helix Pflanzsysteme GmbH

Rechts: Schnitt durch das
System Biomura der Fa. Helix
Pflanzsysteme GmbH



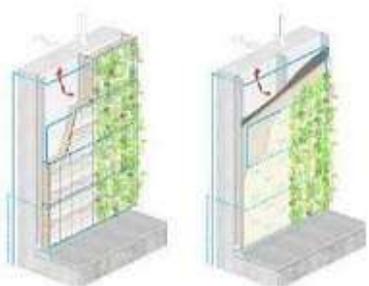
Oben: System Biomura der Fa. Helix Pflanzsysteme GmbH



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen

Wandgebundene Begrünung in modularer Bauweise



Vom Plan zur fertigen Wand

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Pflanzauswahl

Pflanzplan

Gebaute Wand

Links: Planung des Pflanzschemas und Umsetzung beim System Biomura der Fa. Helix Pflanzsysteme GmbH.

Bei den anderen Herstellern von WF im Prinzip gleich



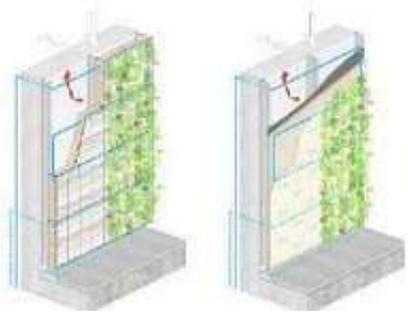
Links und Rechts: Bilder Biomura der Fa Helix



Fassadenbegrünungen!!!

Varianten von Fassadenbegrünungen

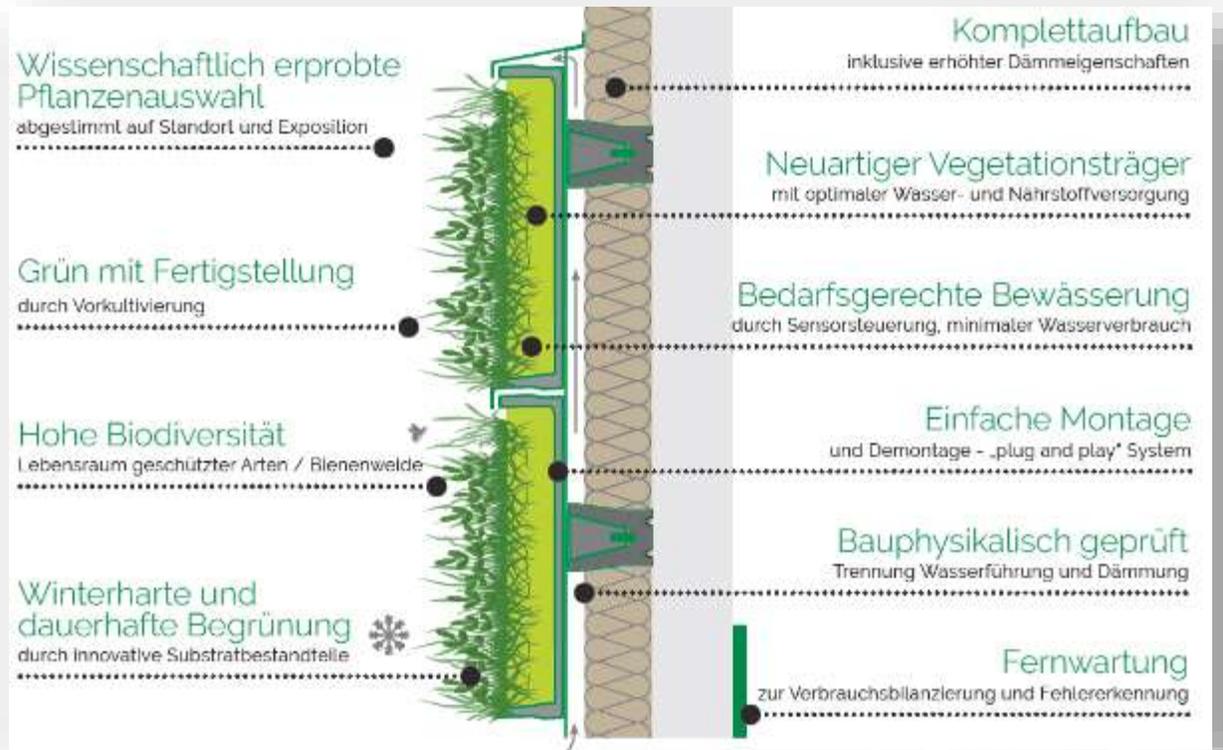
Wandgebundene Begrünung in modularer Bauweise



Rechts: Schnitt durch das System Living Panels.
 Entwickelt von Green4Cities, einem SpinOff der
 Bodenkultur Universität in Wien.
**Wesentlicher Vorteil gegenüber den anderen WF
 ist der um ca. 30% günstigerer m²-Preis.**
 Zudem sehr einfach montierbar.
 Module leicht austauschbar,
 bzw. rückseitige Technik bei Bedarf schnell zu warten

Dämmwirkung nachweisbar, rechenbar.
 Hierdurch Einsparung bei der klassischen Fassadendämmung.
 Naturnahe und pflegeleichte Bepflanzung mit hoher
 Biodiversität machbar, dadurch geringer Pflege- und Wartungskosten
 als bei anderen WF-Systemen

Peter Küsters war an der Entwicklung dieses Systems beteiligt.
 Das Substrat, welches ganz anders zusammengesetzt ist als andere Systeme
 ist maßgeblich seine Entwicklung.



FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPARTNER:



Förderungen für Dach- und Fassadenbegrünungen

Direkte Förderungen

Im Landkreis **Mayen-Koblenz** gibt es ein **Förderprogramm für Dach- und Fassadenbegrünung**.

Hier sind die wichtigsten Details:

- **Art der Förderung:** Festzuschuss
- Gefördert wird nur eine freiwillige Begrünung.
- Förderung vorrangig in den Gemeinden des Landkreises, die besonders von Hitzeereignissen betroffen sind.
- **Förderhöhe:** Maximal 40% der förderfähigen Kosten
- **Maximale Förderung:**
 - Dach- und Fassadenbegrünungen: 2.000 Euro pro Grundstück
 - Solargründächer (Photovoltaik und Dachbegrünung kombiniert): 3.000 Euro
- **Mindesthöhe der Substratschicht:** 8 cm
- **Antragsfrist für 2024:** Bis spätestens 31. Oktober 2024
- **Umsetzung der Maßnahme:** Bis zum 28. Februar 2025
- Wie (fast) immer: Die Maßnahme darf erst nach Zusage der Förderung ausgeführt werden.

Weitere Informationen und den Antrag finden Sie auf der [Website der Kreisverwaltung Mayen-Koblenz](#).

Förderungen für Dach- und Fassadenbegrünungen

Direkte Förderungen

- Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) bietet das Förderprogramm **“Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen”** an.
- Dieses Förderprogramm richtet sich bundesweit an Kommunen, gemeinnützige Träger sowie Organisationen und Unternehmen im Gesundheits- und Sozialwesen.
- Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Seniorenwohnheime, Vereinsgebäude (es müssen keine öffentlichen Gebäude sein).
- Die novellierte Förderrichtlinie “Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen” betont den Einsatz von naturbasierten Lösungen wie Fassadenbegrünung und Teilentsiegelung, um die ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahmen zu stärken

Förderungen für Dach- und Fassadenbegrünungen

Indirekte Förderungen

Dach- und Fassadenbegrünung können durch verschiedene Instrumente indirekt gefördert werden, die sich in ihrem Wirkungsbereich, ihrer Verbindlichkeit und ihrem finanziellen Aufwand und Ertrag unterscheiden.

Diese Förderinstrumente lassen sich wie folgt gruppieren:

- Ökopunkte
- Niederschlagswassergebührenreduktion bei der gesplitteten Abwassergebühr (GAbwG).

Indirekten Förderungen sind zumeist in kommunalen Satzung geregelt, daher können hier nur Beispiele aufgezeigt werden.

Förderungen für Dach- und Fassadenbegrünungen

Indirekte Förderungen

Anrechnung von Ökopunkten (ÖP) durch Dachbegrünungen. Hierdurch kann z.B. der geforderte Grünflächenanteil am Boden reduziert werden, da die erforderlichen Ökopunkte auch auf dem Dach (oder an der Fassade) erreicht werden können, wodurch das Grundstück kleiner ausfallen oder dichter bebaut werden kann.

Tab. 17: Ökopunkte für Dachbegrünungen nach landesspezifischen Verfahren. Quelle: BuGG

| Bundesland | Grundlage der Bilanzierung/ Bewertung | ÖP pro m ² | Voraussetzungen oder Bedingungen |
|------------------------|---|-----------------------|---|
| Baden-Württemberg | Ökokonto-Verordnung | bis zu 4 | abhängig von der Mächtigkeit der Auftragsschicht |
| Bayern | Bayerische Kompensationsverordnung | keine | - |
| Berlin | Verfahren zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen | 15 3 | extensive Dachbegrünung sonstige Dachbegrünung |
| Brandenburg | Hinweise zum Vollzug der Eingriffsregelung | keine | - |
| Bremen | Handlungsanleitung zur Anwendung der Eingriffsregelung | keine | 6-stufiges System extensive Dachbegrünung und Kombinationslösungen erhalten Wertstufe 1 |
| Hamburg | HmbBNatSchAG | keine | - |
| Hessen | Hessische Kompensationsverordnung | 19 13 | Dachfläche extensiv begrünt, ohne Pflege, Sukzession Dachfläche intensiv begrünt, mit dauernder Pflege, Ziergartencharakter |
| Mecklenburg-Vorpommern | Hinweise zur Eingriffsregelung | 0,5 | Mächtigkeit der Substratdeckschicht 10 - 15 cm, Extensive Begrünung von Dachflächen mit Sedum-Gras-Kräutermischung, Mindestflächengröße: 200 m ² |
| Niedersachsen | Naturschutzfachliche Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung | keine | - |
| Nordrhein-Westfalen | Numerische Bewertung von Biotoptypen in der Eingriffsregelung | 0,5 1 | Extensive Dachbegrünung ohne Gehölze (abgesehen von Zwergsträuchern) auf flachgründigem Bodenauftrag (weniger als 30 cm) Intensive Dachbegrünung oder übererdete Anlage (z. B. Garage) mit einem von Gehölzen (mit Ausnahme von Zwergsträuchern) überdeckten Flächenanteil von mehr als 30 % (Bodenauftrag über 30 cm) |
| Rheinland-Pfalz | Praxisleitfaden zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs | 4 7 10 | intensiv gepflegte Begrünung extensive Dachbegrünung mit Zierstauden und -gräsern extensive Dachbegrünung mit heimischen Stauden / Gräser / Sedum |

Quelle: BuGG-Marktreport Gebäudegrün 2023

