



[viennarooftgarden.files.wordpress.com/2012/06/cimg1361.jpg](http://viennarooftgarden.files.wordpress.com/2012/06/cimg1361.jpg)

## Dachbegrünung – intensiv und effizient

Nicole Pfoser, Gast-Prof. Dipl.-Ing. Architektin, Master of Landscape Architecture  
Fachgebiet Nachhaltiges Bauen und Entwerfen in der Landschaftsarchitektur  
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen  
Vizepräsidentin Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)







Frankfurt am Main-Zeil vom Maintower aus gesehen (Foto: © Mylius 2011/Wikipedia)

## Status Quo Stadt

...Oberflächen ungeschützt gegen Witterungseinflüsse, überhitzt, schallhart und ohne Regenwasserrückhalt





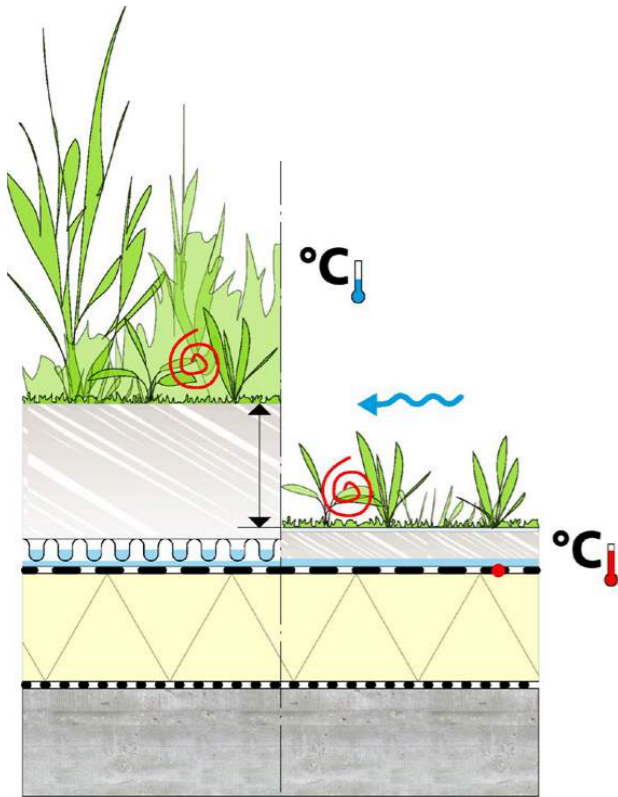
[www.mallander.de](http://www.mallander.de)

## **Grüne Chance** Leistungsfaktoren der Gebäudebegrünung

Kühlung, Verschattung, Strahlungs- und Witterungsschutz, Minderung von Temperaturextremen, Wasserrückhalt, Bindung und Filterung von Staub und Luftschadstoffen, Schallabsorption, Biodiversität



# Wärmedämmung und Gebäudebegrünung



Intensive/extensive Dachbegrünung  
(© Nicole Pfoser, 2013)

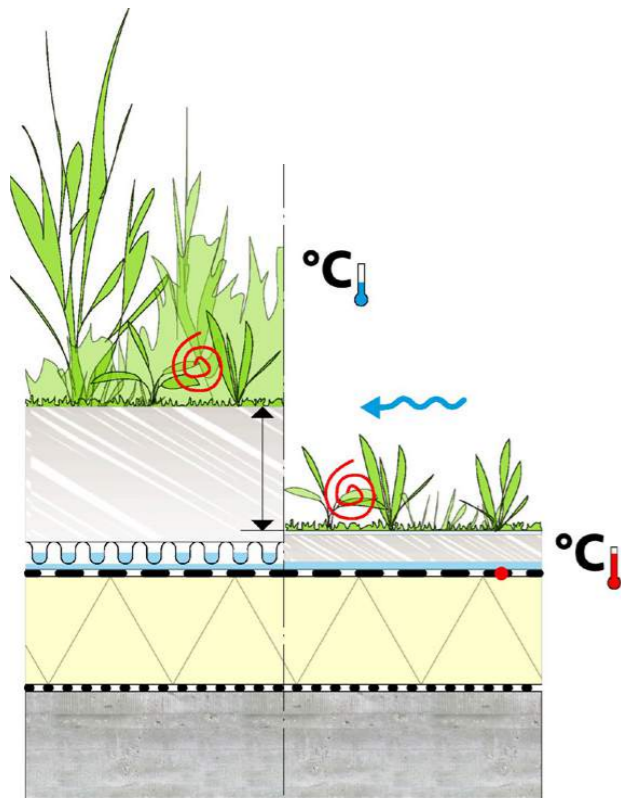
Darstellung der Unterstützung  
des Dämmeffekts unter  
Darstellung der Einflussfaktoren:

- vorhandene Dämmstärke
- beruhigte Luftschicht
- Volumen / Blattmasse
- Substratschicht des Dachaufbaus (Höhe, Material, Wassersättigung bzw. Luftschicht bei Drainage)
- Dimensionierung von Halterungen in der Fassade (Pflanzengewicht/Wärmebrücke)



Dachbegrünung Stadel FFM (© Keller & Keller Landschaftsarchitekten)

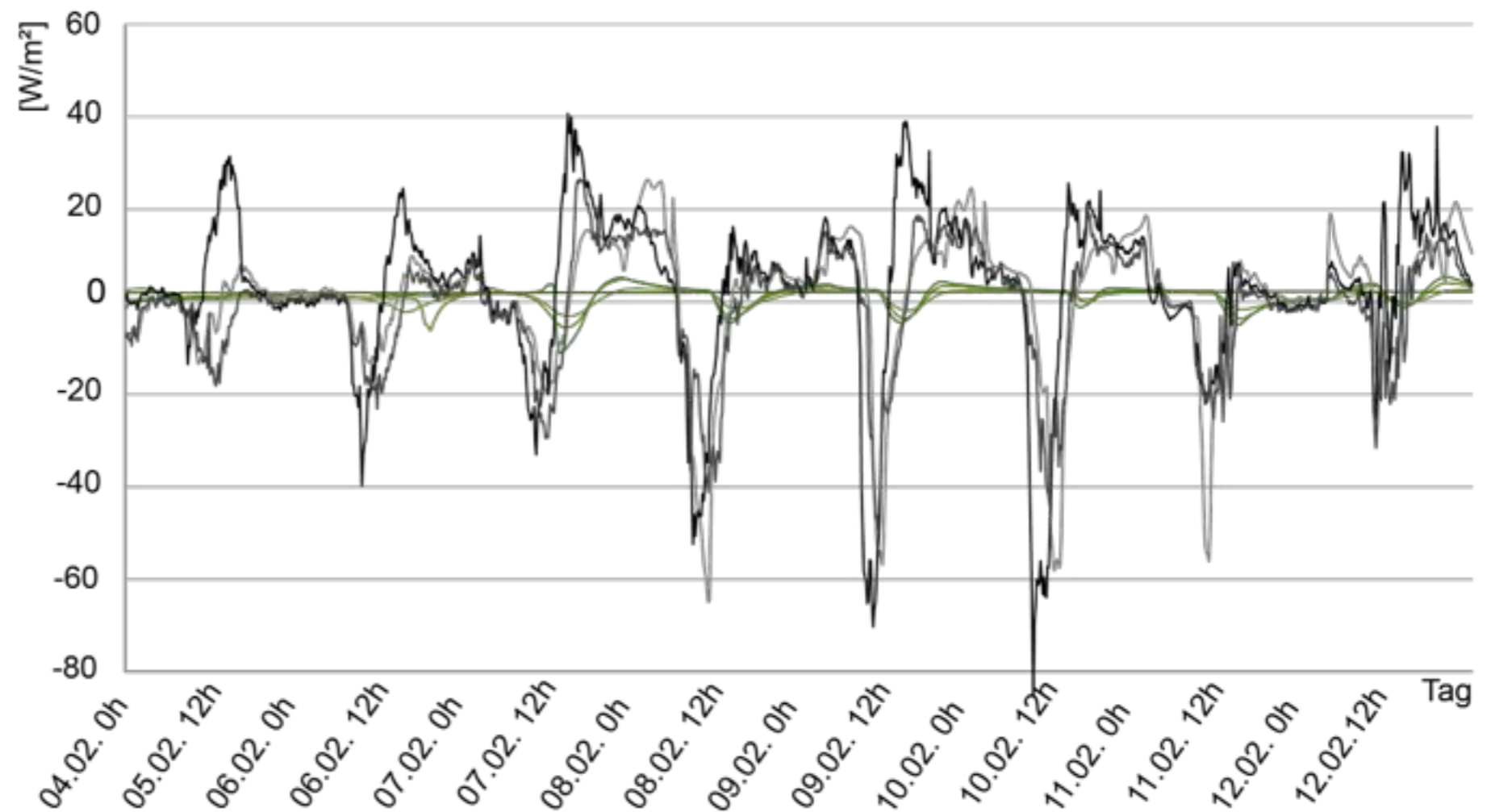
# Wärmedämmung und Dachbegrünung



Intensive/extensive Dachbegrünung  
(© Nicole Pfoser, 2013)

Messungen des Wärmedurchgangs verschiedener extensiver und intensiver Gründachaufbauten im Vergleich zu einem Kies-, Bitumen- und Blechdach im Februar 2011. Der Wärmedurchgang ist durch die Dachbegrünung deutlich reduziert. (Messungen und Auswertung BOKU Wien, Scharf / Pitha / Trimmel 2012)

- A - extensives Gründach
- B - extensives Gründach
- C - extensives Gründach
- D - intensives Gründach
- E - Kiesdach
- F - Bitumendach
- G - Blechverkleidetes Dach





## UV-/Sonnenschutz, Witterungsschutz durch Begrünung



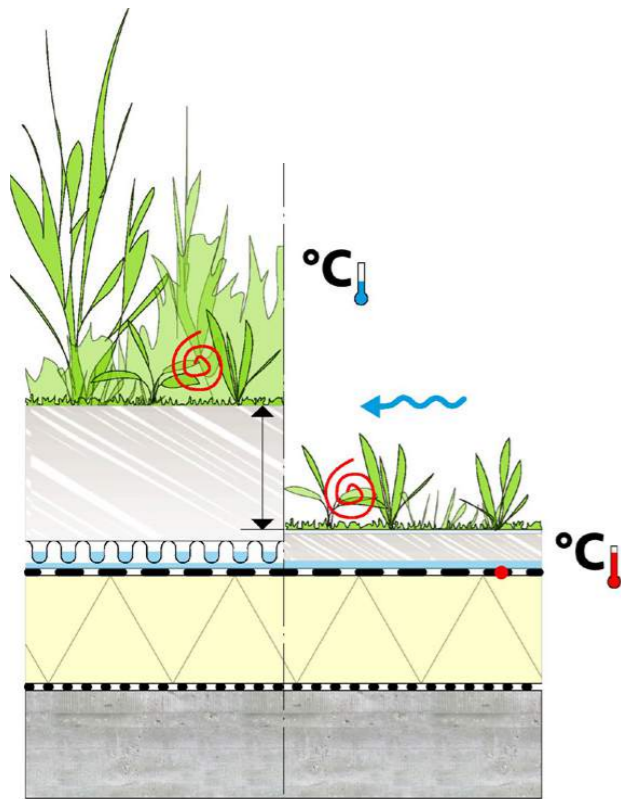
Foto: [www.energiesparhaus.at/denkwerkstatt/allgemein\\_a.asp?Thread=36144](http://www.energiesparhaus.at/denkwerkstatt/allgemein_a.asp?Thread=36144)



Sturm- und Hagelschaden ([www.badische-zeitung.de/anzeige/richtig-versichert--75992331.html](http://www.badische-zeitung.de/anzeige/richtig-versichert--75992331.html))



# UV-/Sonnenschutz, Witterungsschutz durch Begrünung



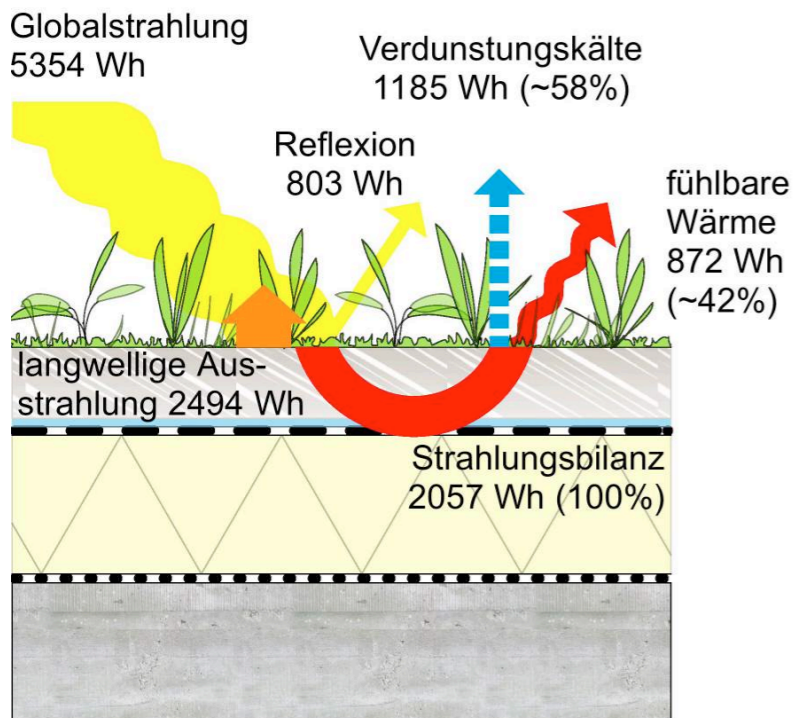
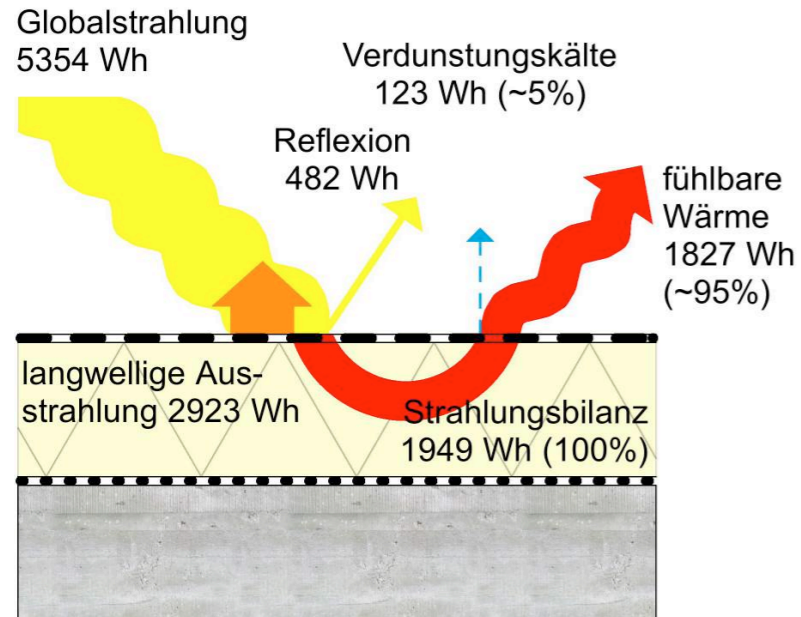
Intensive/extensive Dachbegrünung  
(© Nicole Pfoser, 2013)

Intensive Dachbegrünung mit  
Gehölzen, Dachgarten Medina  
Complex, Eindhoven  
(Foto: Nicole Pfoser 2013)

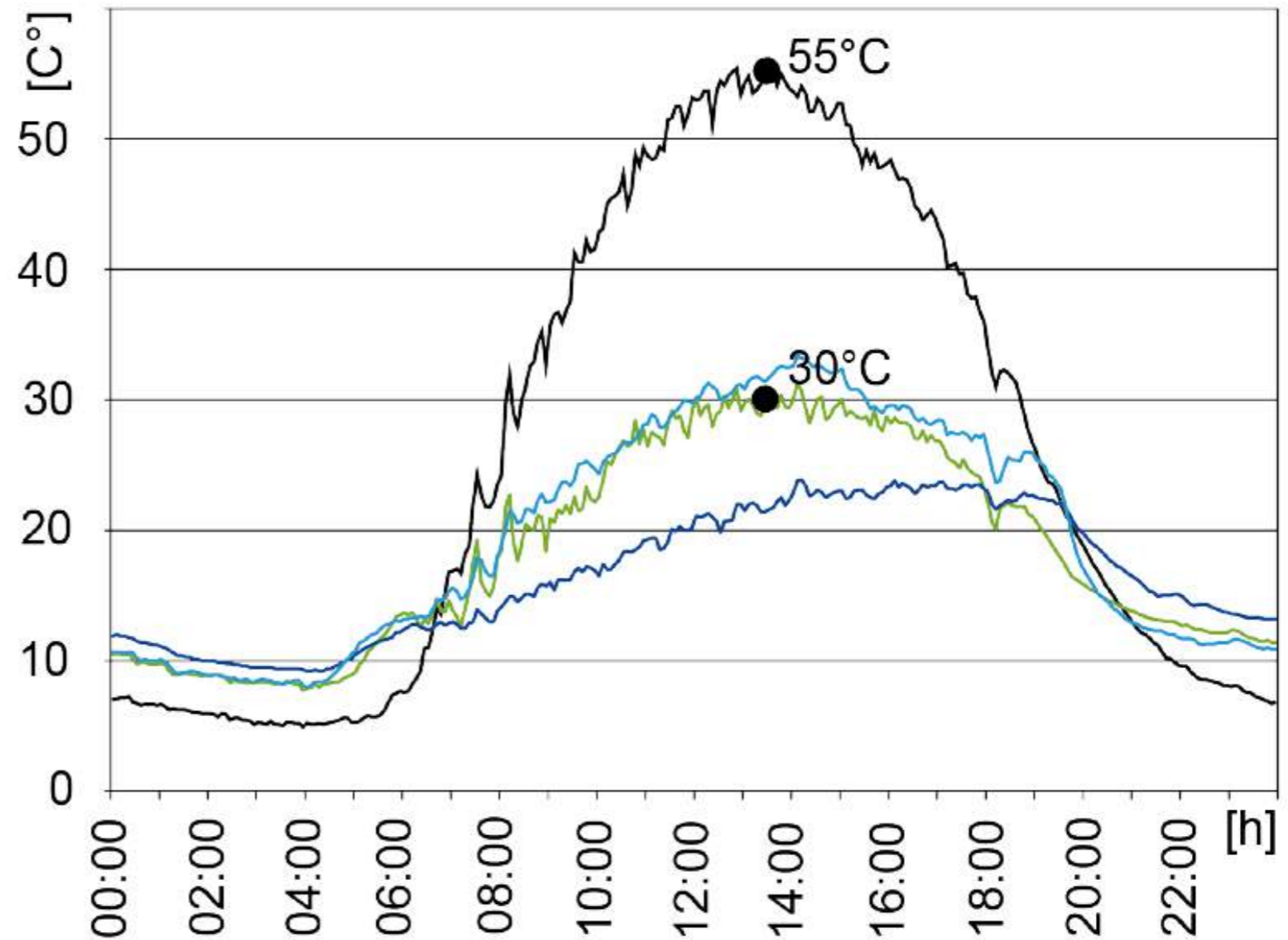




# Adiabate Kühlung und Gebäudebegrünung



Kühlung durch Verdunstung, verminderte Sonneneinstrahlung und Reflexion. Energiebilanz im Tagesmittel. Vergleich eines unbegrüntes und eines begrüntes Daches (TU Darmstadt, FGee, FGe+f nach: Schmidt, M. (2003))

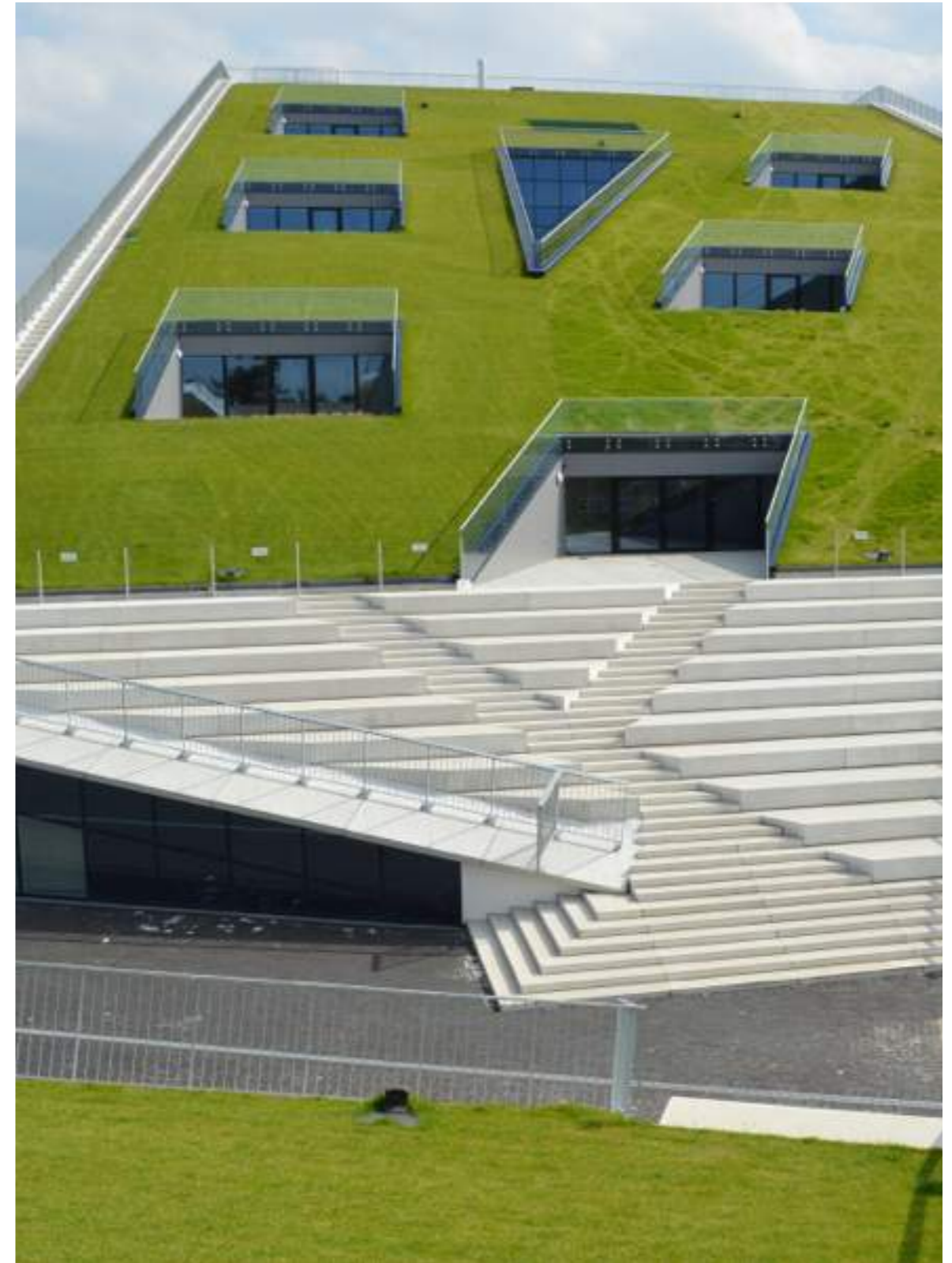


- Oberfläche Bitumendach
- Oberfläche Gründach
- Luft 1m über Gründach
- Luft Oberfläche Gründach

Temperaturverlauf Oberflächentemperaturmessung (Juni) extensiv begrüntes Flachdach, Vergleich Bitumendach, UFA-Fabrik, Berlin-Tempelhof (nach Schmidt, M. (2003))



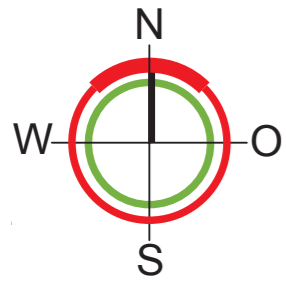
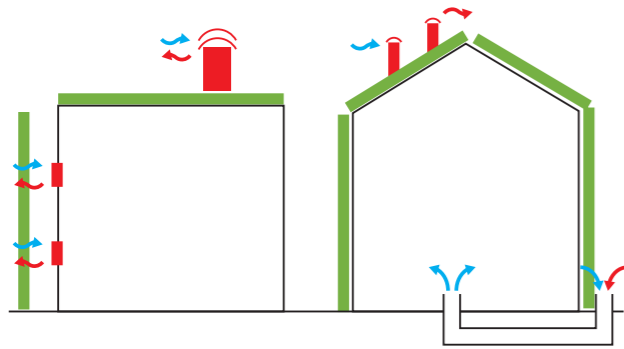
# Natürliche Lüftung und Gebäudebegrünung



Bilder links und rechts: Kühlung der Gebäudeoberfläche durch Dachbegrünung (© Optigrün)



# Kontrollierte Lüftung und Gebäudebegrünung



- Energiesystem
- Kombination mit Gebäudebegrünung

Flächen und Orientierung/  
Gebäudebegrünung,  
thermischer Effekt:  
Kombinationen in Dach und  
Fassade möglich  
(TU Darmstadt, FGee/FG e+f)



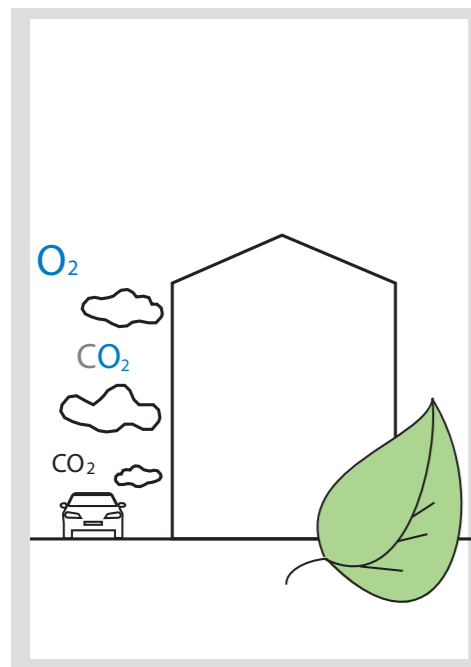
Gründach mit Zuluft und Abluft über Dach,  
Dachgarten Wagnis 4, München



# Reduktion der Luftbelastung



Spontanbegrünung Stützmauer mit Moosen und Flechten  
(Foto: Nicole Pfoser 2012)



## Synergie

- Kohlenstoffspeicherung
- Sauerstoffproduktion
- Feinstaubbindung und Verstoffwechselung von Luftschadstoffen

## Potenzial

- Feinstaubbindung:  
4g/m<sup>2</sup> (Parthenocissus),  
6g/m<sup>2</sup> (Hedera), hierbei ca.  
71 % lungengängige Stoffe
- Moose: erhöhte Feinstaubbindung und bis zu 75 % Verstoffwechselung [7]
- CO<sub>2</sub>-Effizienz von Moosen pro Jahr = 2,2 kg/m<sup>2</sup>
- Fassadenbegrünung (Hedera helix): Jährliche CO<sub>2</sub>-Bindung = 2,3 kg/m<sup>2</sup>, Sauerstoffproduktion = 1,7 kg O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a [1, 3, 7, 35]

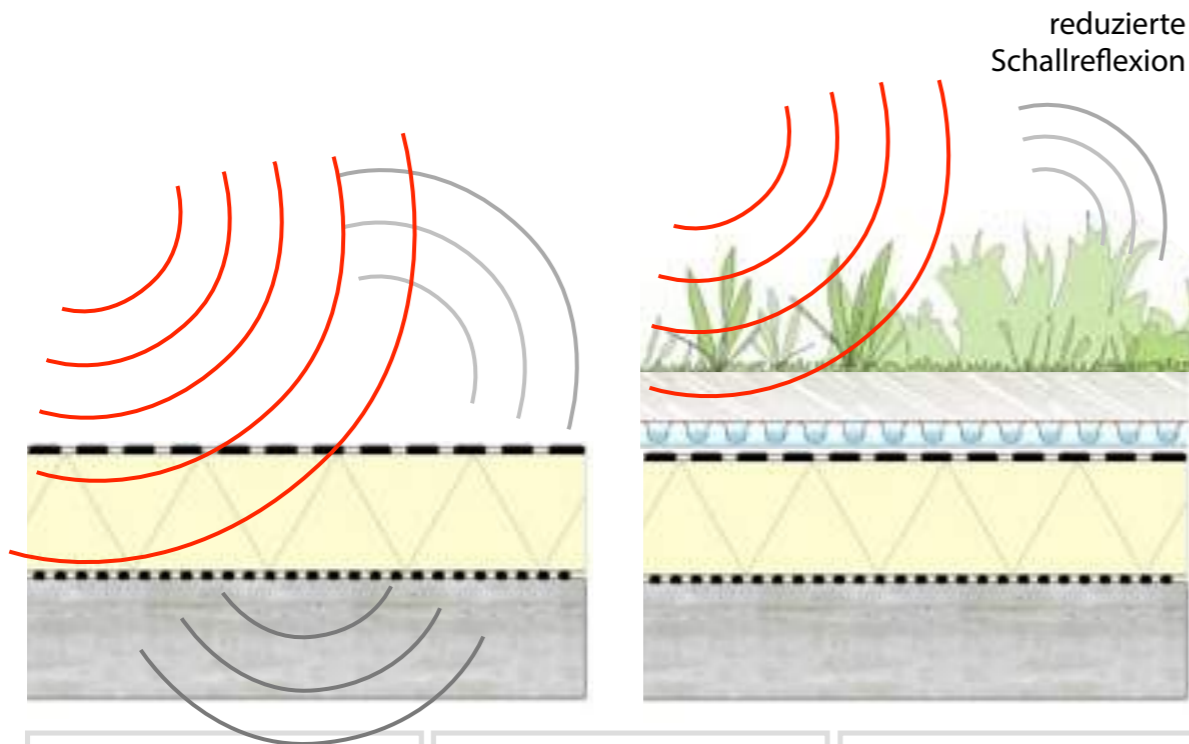
## Bepflanzungsarten

- alle Gebäudebegrünungen
  - höhere Feinstaubbindung erzielen Moose und intensive Begrünungen
- Potenzial abhängig von Pflanzenart, bepflanzter Fläche und den äußeren klimatischen Umständen

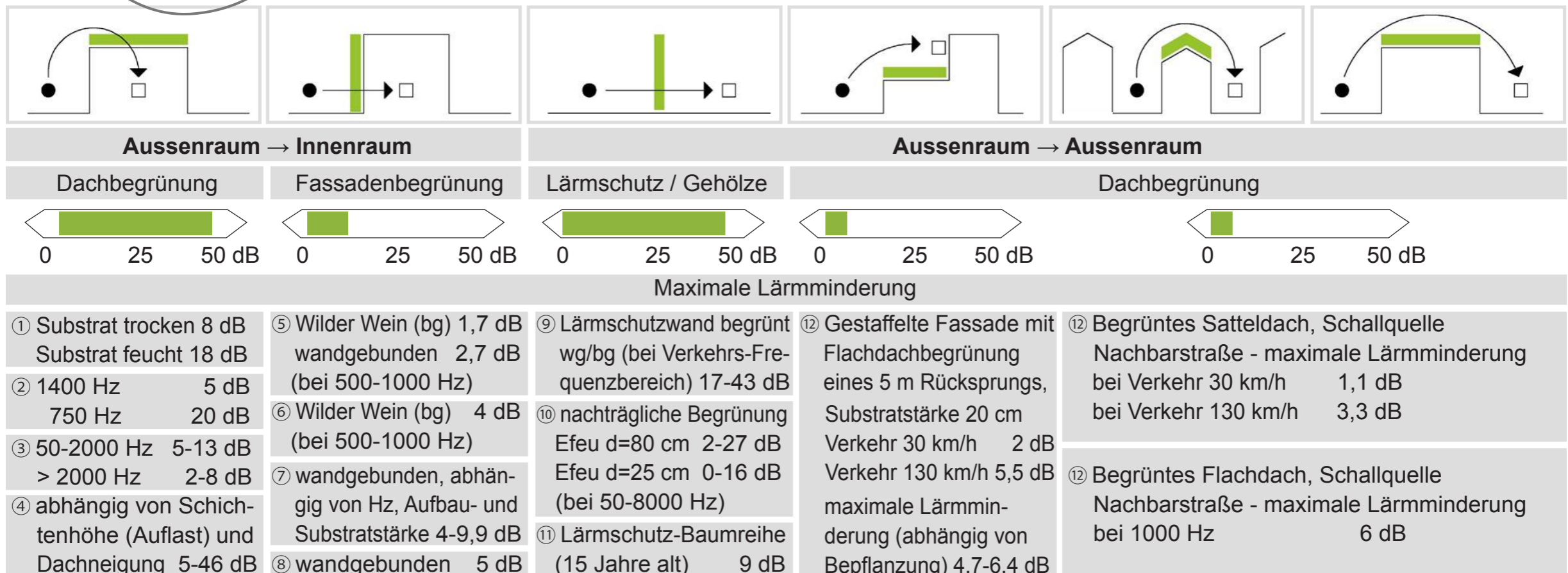
Pfoser, N./Jenner, N. et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Bonn



# Minderung der Lärmbelastung durch Gebäudebegrünung



Außen- und Binnenreflektion der Pflanzenblattmasse + Absorptionsleistung Substrat = Faktor Lärminderung



Maximale Lärminderung durch Begrünungen (Nicole Pfoser 2013, Grundlagen siehe Pfoser, N./Jenner, N. et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Bonn, S. 19, 156)



## Regenwassernutzung, Regenwasserrückhalt und Gebäudebegrünung



Unwetter: Überschwemmung in München([www.spiegel.de](http://www.spiegel.de), 30.062011)



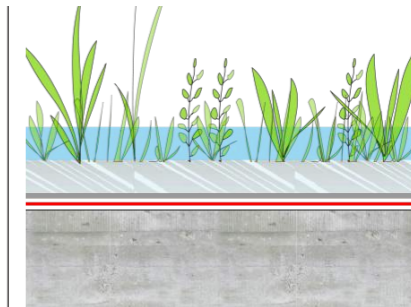
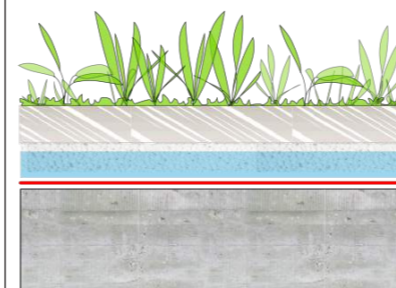
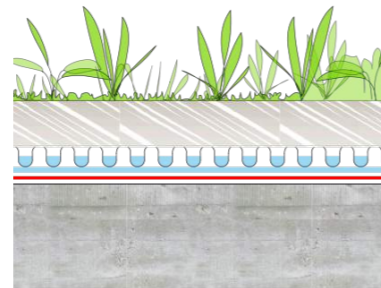
# Regenwassernutzung, Regenwasserrückhalt und Gebäudebegrünung



DACHBEGRÜNUNG „RETENTIONSdach“ MÄANDER 30, © Optigrün

Entlastung der Kanalisation bei Starkregenereignissen durch:

- Verdunstung
- Speicherung
- Verzögerte Einleitung in die Kanalisation



Regulierte Wasserführung	① unter Substrat	② im Substrat	③ über Substrat
Schichthöhe des Aufbaus	9 - 12 cm	8 - 12 cm	9 - 12 cm
Aufbau-Gewicht	90 - 120 kg/qm	130 - 210 kg/qm	50 - 150 kg/qm (je nach Wasserstand)
Wasserrückhalt	50 - 90 %	70 %	50 - 90 %
Wasserspeicherung dauerhaft	21 - 38 l/qm	25 - 50 l/qm	bis zu 8 l/qm
Wasserspeicherung temporär	40 - 53 l/qm	kein Messwert	kein Messwert
Abflussbeiwert	0,01 - 0,3	0,3	entfällt, da nur Notüberlauf

Messwerte zu Wasserrückhalt, Wasserspeicherung und Abflussbeiwert verschiedener Ausführungsvarianten von Retentionsdächern (Marktauswertung Nicole Pfoser 2012)



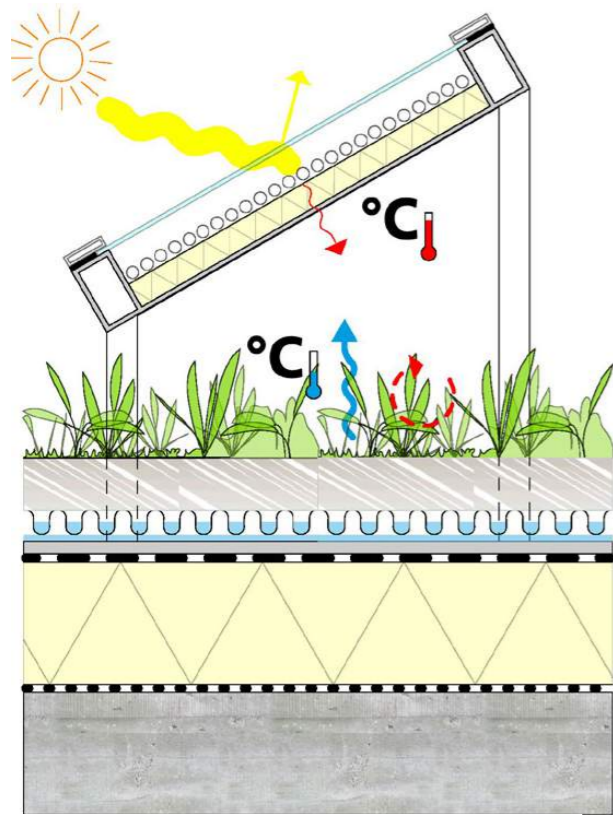
## Regenwassernutzung, Regenwasserrückhalt und Gebäudebegrünung



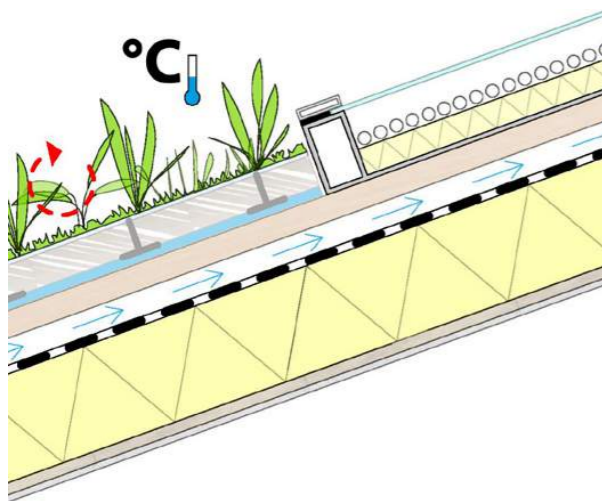
Retentionsdach/Prozesskühlung Kelterei Possmann Frankfurt/Main (Fotos: Nicole Pfoser 2012)



# Solarthermie und Gebäudebegrünung



Aufgeständerter Flachkollektor auf einem extensiven Gründach  
(© Nicole Pfoser, 2013)



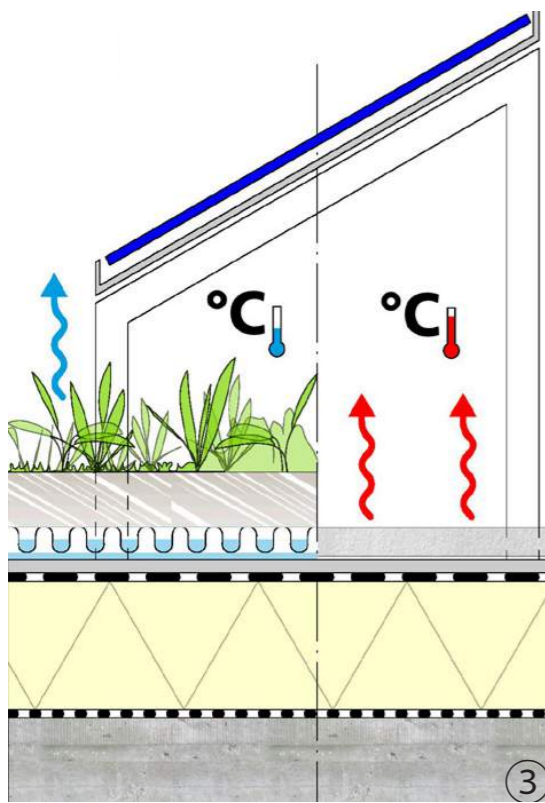
In Schrägdach integrierter Flachkollektor (© Nicole Pfoser, 2013)



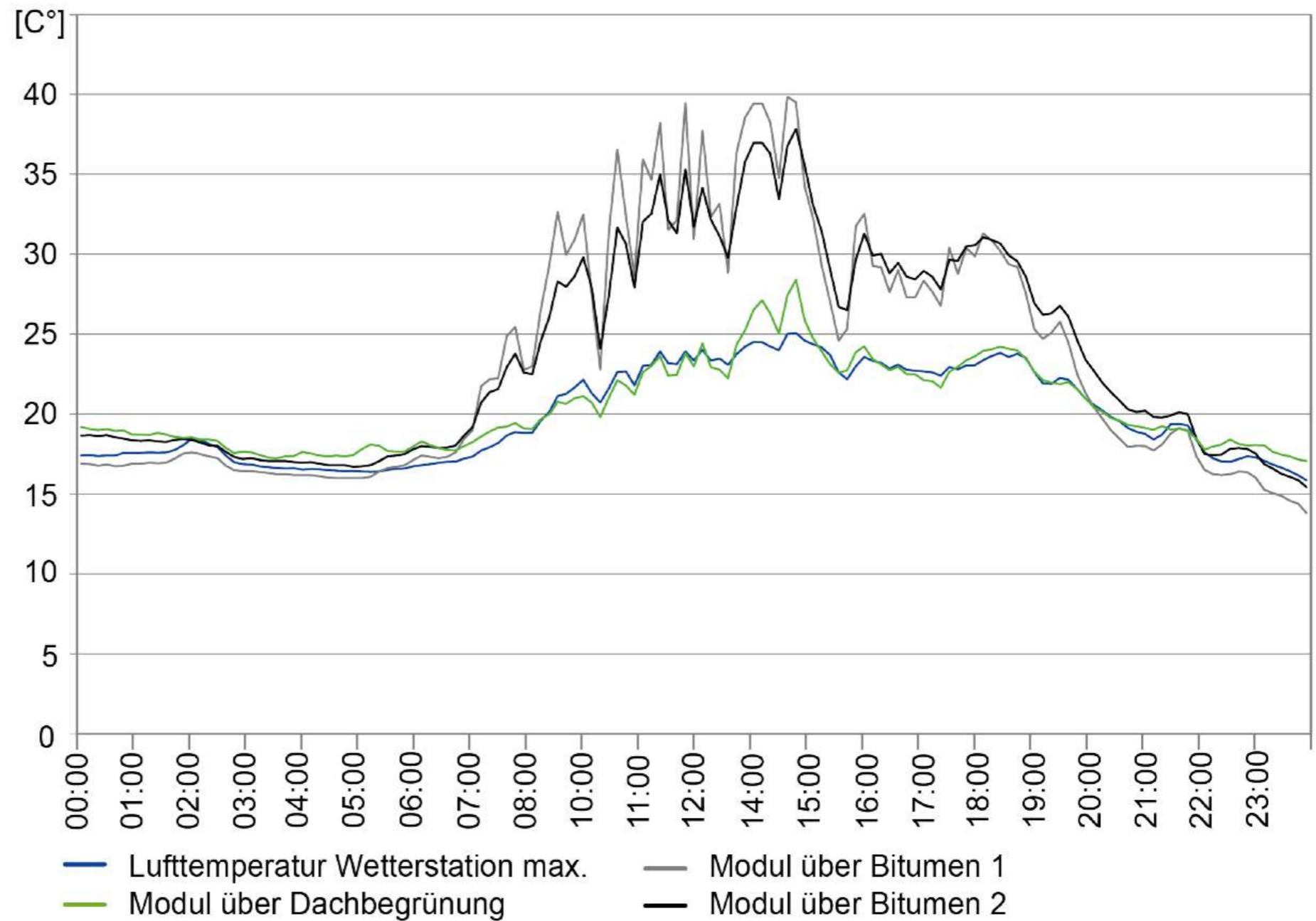
Smart ist Grün - Nachhaltige Integration von Solarkollektoren ([www.hamburg.de/contentblob/4403486/data/b-bsu-h-bornholdt.jpg](http://www.hamburg.de/contentblob/4403486/data/b-bsu-h-bornholdt.jpg))



# Photovoltaik und Gebäudebegrünung



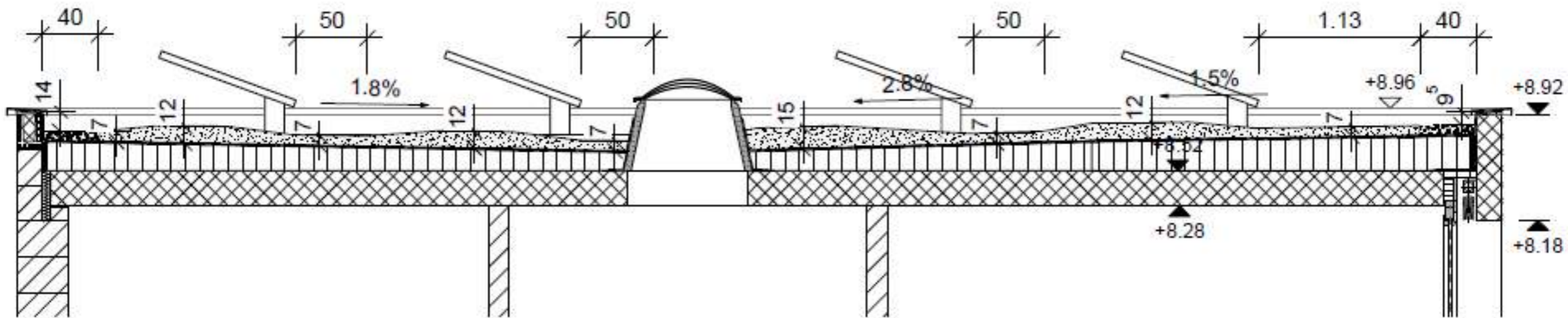
Konstruktive Kombinationen von PV und extensive Dachbegrünung  
(© Nicole Pfoser, 2013)



Temperaturmessung der Versuchsanlage von PV-Modulen auf einem Bitumendach und über Dachbegrünung: im Tagesgang (ZinCo GmbH)



# Konstruktions-Kriterien - Dachbegrünung + Photovoltaik / unterschiedliche Substrathöhen = Grundprinzip Habitatverbesserung von Lebewesen



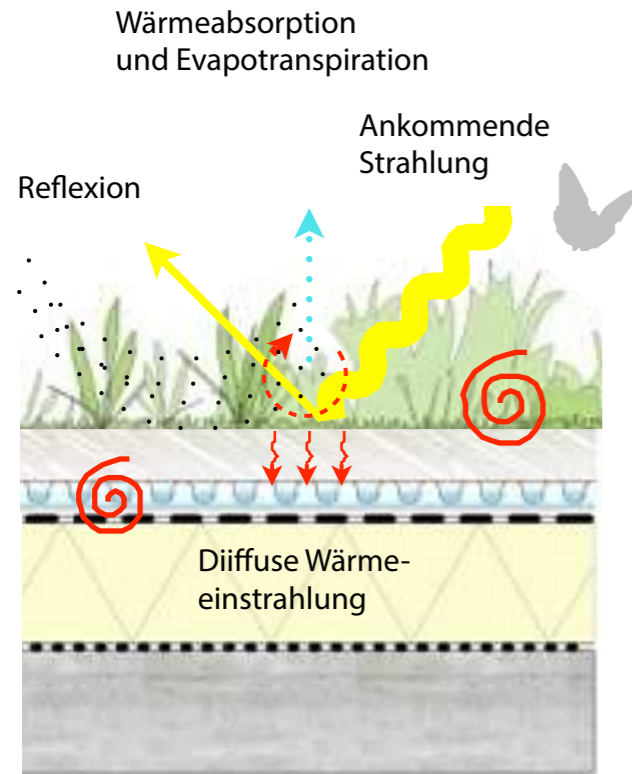
Substrathöhen, Dr. Stephan Brenneisen Zurich University of Applied Sciences



Photovoltaik-Aufdachanlage mit Dachbegrünung, © Fa. ZinCo



# Ökologie, Ökonomie und Gebäudebegrünung



Lebensraum und Nahrungsangebot (Foto: contec dachbegrueunungen)

- Ökologischer Baustoff
- CO<sub>2</sub>-Bindung
- O<sub>2</sub>-Produktion
- Erhöhung der Lebensdauer von Bauteilen durch: Abminderung von Temperatur-extremen, mechanischer Schutz, Schutz vor UV-Strahlung
- Bindung von Feinstaub



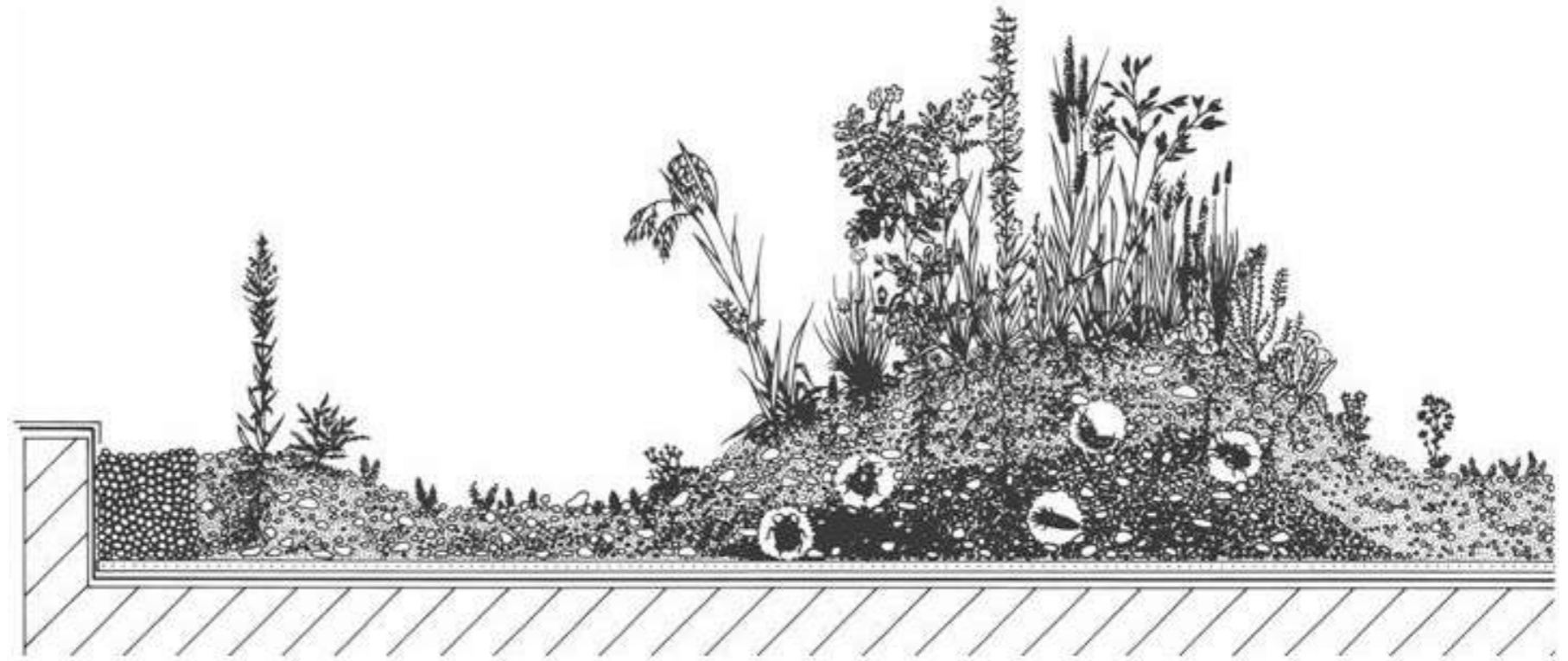
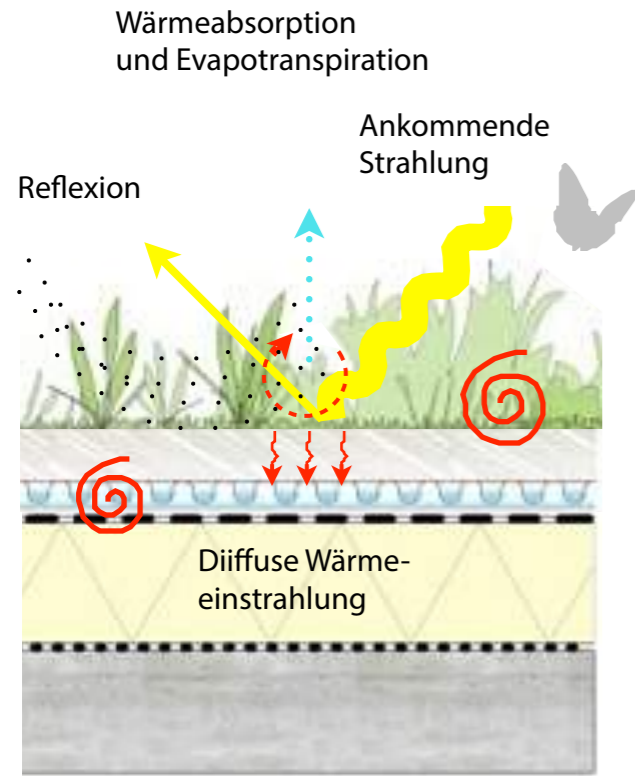
Landschaftsarchitektur+ | BSU Hamburg, extensive Dachbegrünung, © Kay Riechers



Erhöhte Biodiversität (Foto: Nicole Pfoser 2013)

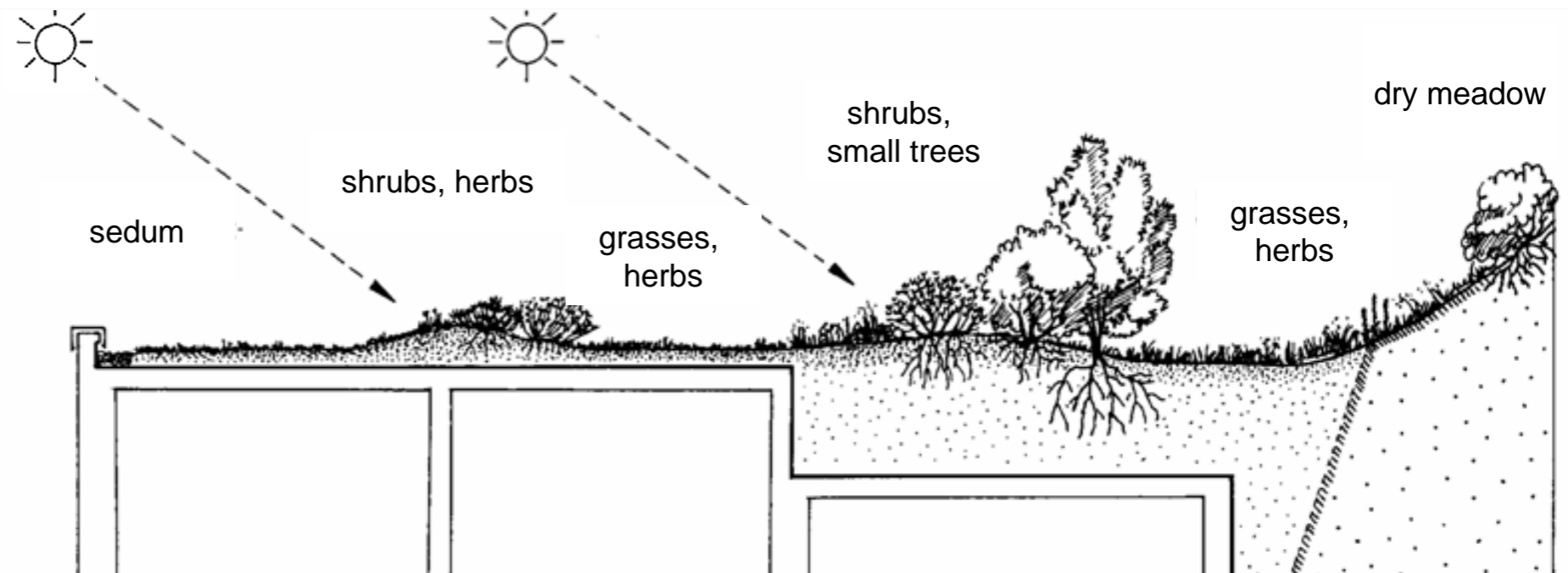


# Ökologie, Ökonomie und Gebäudebegrünung – Biodiversität



Dr. Stephan Brenneisen Zurich University of Applied Sciences

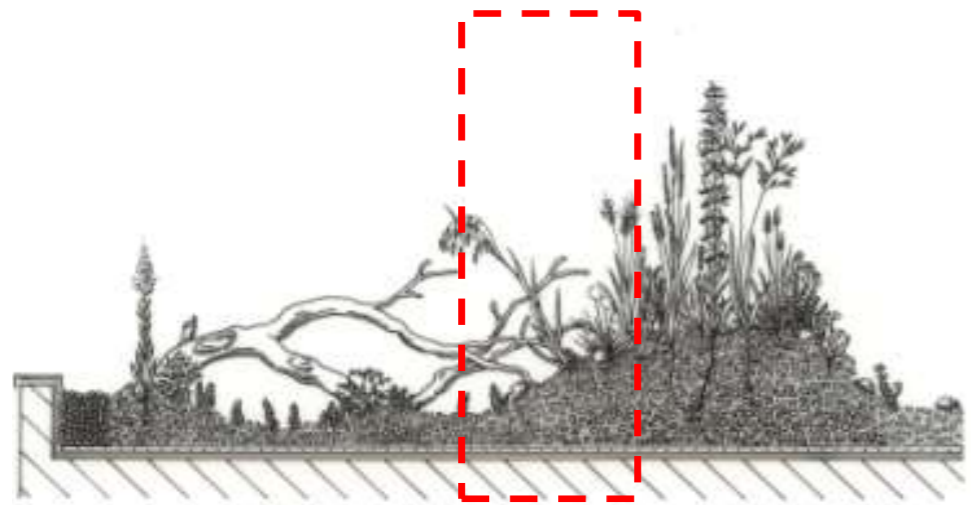
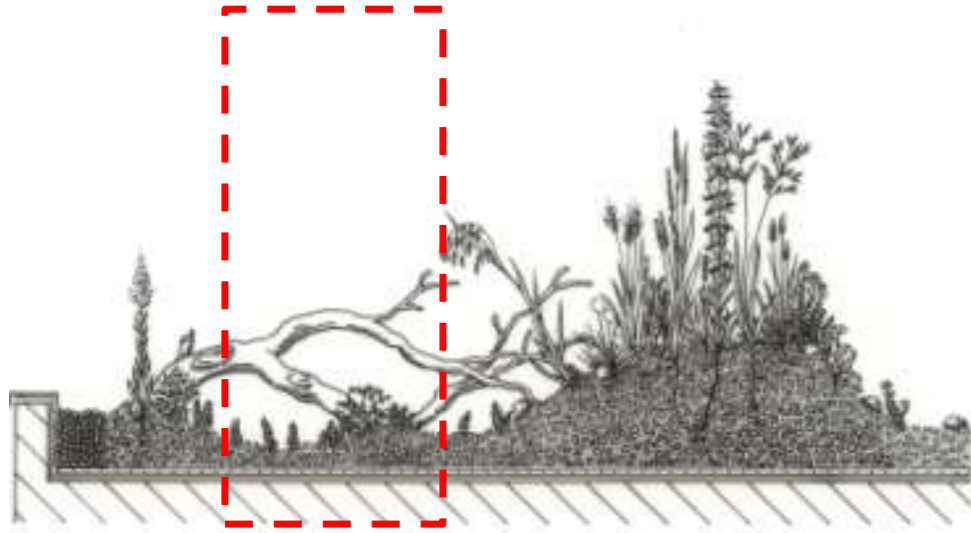
Konstruktions-Kriterien - unterschiedliche Substrathöhen auf dem Dach = Grundprinzip Habitatverbesserung von Lebewesen



Vegetationstypen verschiedener Habitate auf dem Dach, Krupka, B.



# Ökologie, Ökonomie und Gebäudebegrünung – Biodiversität



Grafiken und Fotos: Dr. Stephan Brenneisen Zurich University of Applied





Unterschiedliche Materialien auf dem Dach = Grundprinzip Habitatverbesserung von Lebewesen, Dr. Stephan Brenneisen



## Ökologie, Ökonomie und Gebäudebegrünung – Biodiversität



Unterschiedliche Materialien auf dem Dach = Grundprinzip Habitatverbesserung von Lebewesen, Dr. Stephan Brenneisen



## Ökologie, Ökonomie und Gebäudebegrünung – Biodiversität



Unterschiedliche Materialien auf dem Dach = Grundprinzip Habitatverbesserung von Lebewesen, Dr. Stephan Brenneisen



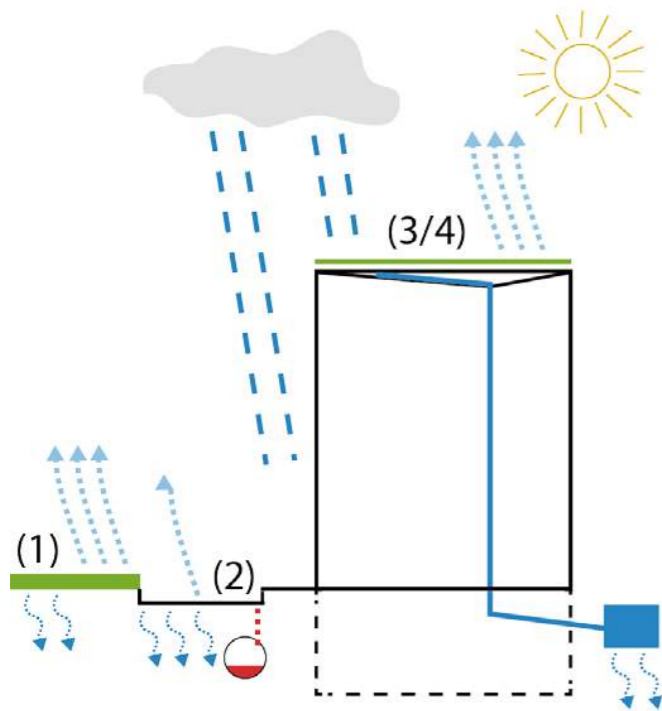
# Pflanzenauswahl heimischer Arten – Unterbayerische Hügel- und Plattenregion / Isar-Inn-Schotterplatten = Erhalt der biologischen Vielfalt / Verdunstungsrate



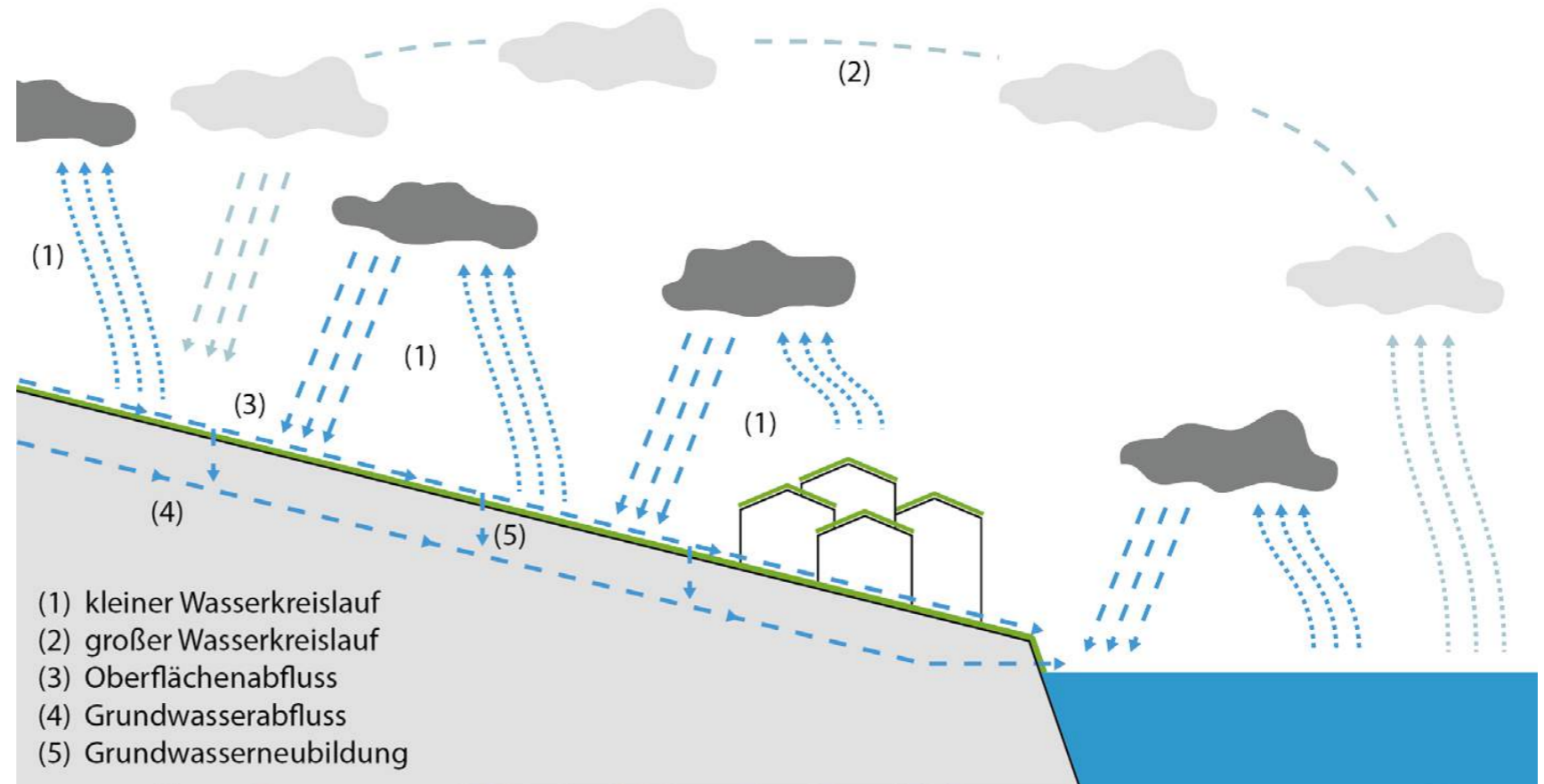
1) oldboy.icnet.ru 2) upload.wikimedia.org 3) www.plantify.co.uk 4) www.watershednursery.com 5) medias.photodeck.com 6) 2.bp.blogspot.com 7) jeantosti.com 8) www.biolib.cz



# Regenwasserverdunstung und Gebäudebegrünung



- Reduktion versiegelter Flächen
- Erhöhung der Verdunstungsrate
- Kühlung des Stadtraums
- Beitrag zu regionalen Niederschlägen



- (1) kleiner Wasserkreislauf
- (2) großer Wasserkreislauf
- (3) Oberflächenabfluss
- (4) Grundwasserabfluss
- (5) Grundwasserneubildung

Links: Schemazeichnung zum Wasserhaushalt unterschiedlich genutzter Flächen (TU Darmstadt, FGee/FGe+f), Rechts: Kleiner und großer Wasserkreislauf. Die Reduktion der Verdunstung an Land führt zur Verringerung der Niederschläge (TU Darmstadt, FGee/FGe+f, nach: Kravcik, M. et al. (2007))



Extensive/Intensive Dachbegrünung - BSU Hamburg, Foto: Optigrün



# Vermeidung von Überhitzung



## Paris

Links: : Paris - Städtebauliches Regelwerk zur Freiraumgestaltung und Bepflanzung. Plan: Ausweisung von Grünbereichen (FGee/ FGe+f, nach [www.paris.fr](http://www.paris.fr) - Plan local d'urbanisme (P.L.U), Sectorisation végétale de la zone Urbaine Générale)

- Bereiche zur Aufwertung des Grünbestands
- Bereiche zur Schaffung neuer Grünflächen

Rechts: : Musée du Quai Branly, Paris (Foto: Nicole Pfoser 2011)

## London

The London Plan: Strategie zum Umgang mit dem Klimawandel  
 Mit Gebäudebegrünung verstärkt gegen Überflutungsrisiko und Überhitzungsproblematik vorgehen:  
 Broschüre „Living Roofs and Walls“  
 Empfehlung:  
 70 % der städtischen Dachflächen zu begrünen, davon 25 % zugänglich für Bewohner  
 Wasserrückhalt durch Mindestsubstrathöhen



Pfoser, N./Jenner, N. et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Bonn, S. 226-231

## Wien

Optimierung des Wasser- und Lufthaushalts urbaner Räume mittels Gründächern, Grünfassaden und versickerungsfähigen Oberflächenbefestigungen





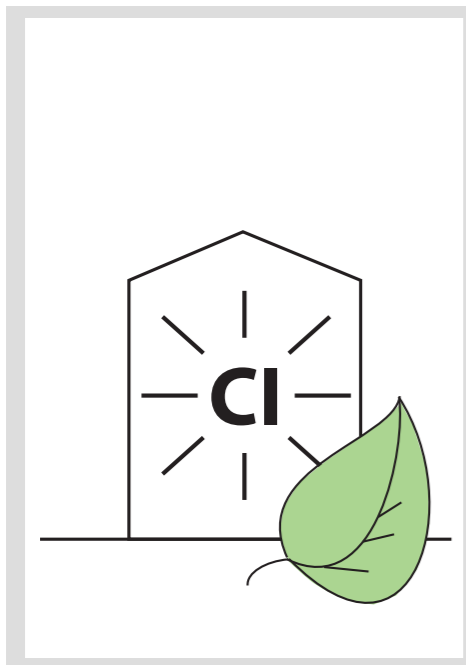
# Akzeptanz von Gebäudebegrünung (Gestaltung, erweitertes Flächenangebot, ökologisch, sozial)



High Line NY (fabalista.com)



Eagle Street Farm NY (cityfarmer.info)



## Synergie

Steigerung der Akzeptanz durch:

- Verbesserung der Aufenthaltsqualität
- Corporate Identity
- Gestaltungsqualität

## Potenzial

- Aufwertung von Gebäuden und Freiräumen
- Schaffung zusätzlicher städtischer Grünflächen ohne Bodenverbrauch
- Aufenthaltsqualität durch Klimaregulierung und Lärminderung
- psychologische, medizinische und soziale Effekte
- Schutz der Fassade gegen Schadstoffe und Verschmutzung [3; 13; 43]

## Bepflanzungsarten

alle Dach- und Fassadenbegrünungen.  
Auswirkung abhängig von Begrünungsintensität, Vielfalt und Gestaltung

Pfoser, N./Jenner, N. et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Bonn, S. 160



## Kein regulärer Gründachaufbau gewünscht ?



Pflanzgefäße (Foto: © Optigrün)



## Schrägdach ?



BFI England - das Opti-Grün-Dach des Jahres 2012 (Foto: Optigrün)



## Statik ?



Extensive Dachbegrünung - Moosmatten (Quelle: Xeroflor)



## Temporäre Bauten ?



Modulare Dachbegrünung - Vorkultivierte Sedumkisten, © BOTT Begrünungssysteme GmbH



## Begrünungssystem: Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm



Intensive Dachbegrünung Sommerwiese (Foto: ZinCo GmbH)



# Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm = Gestaltungs- und Nutzungsvielfalt



<http://www.terwiege-galabau.de/fachgebiete/dachbegruenung/>



# Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm = Gestaltungs- und Nutzungsvielfalt



Intensive Dachbegrünung / Tiefgaragenbegrünung (Foto: Optigrün)



# Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm = Gestaltungs- und Nutzungsvielfalt



Art-Deco-Garten Rockefeller Center, New York ([res.cloudinary.com/hxmj4muxr/image/upload/v1/6/2011/02/Dachgarten.jpg](https://res.cloudinary.com/hxmj4muxr/image/upload/v1/6/2011/02/Dachgarten.jpg))



# Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm = Gestaltungs- und Nutzungsvielfalt



Begrünte Tiefgarage, © Optigrün



# Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm = Gestaltungs- und Nutzungsvielfalt



Landschaftsdach, © Optigrün



# Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm = Gestaltungs- und Nutzungsvielfalt



Urban Farming - Gemüseanbau auf dem Dach, © ZinCo





Dachgarten Wagnis 4, München

## DIE GUTEN GRÜNDE GEBÄUDE

Bestand, Sanierung, Neubau



### Kosten-Vorteile

Energieeinsparung,  
Fassadenschutz (UV,  $\Delta t$ ),  
Wasser-Ökonomie



### Aufenthaltsqualität

Gestaltungsvielfalt,  
Temperaturausgleich,  
Lärmreduktion



### Ökologie / Umweltaspekte

Luftqualität, Artenvielfalt,  
Wasserrückhalt/  
-verdunstung



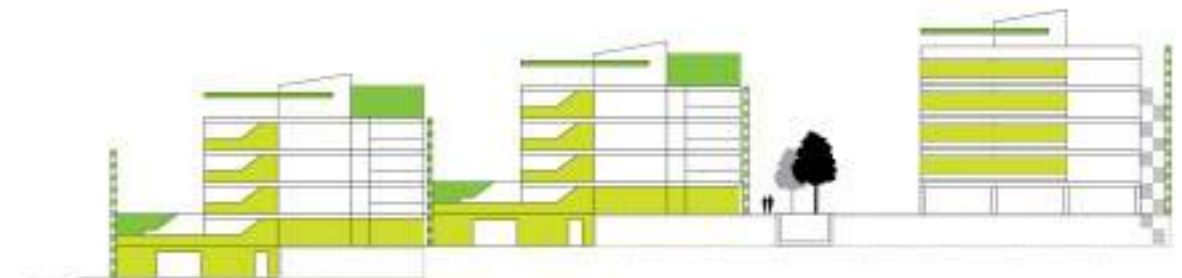
### Privathaus

natürlicher UV- und Witterungsschutz,  
Privatsphäre durch Höhenlage,  
Freiraumgestaltung



### Sonderbauten, Gewerbe, Industrie

Einbindung durch Grünelemente,  
Interne-/externe Umfeld-Verbesserung,  
Schallschutz, Staubfilterung



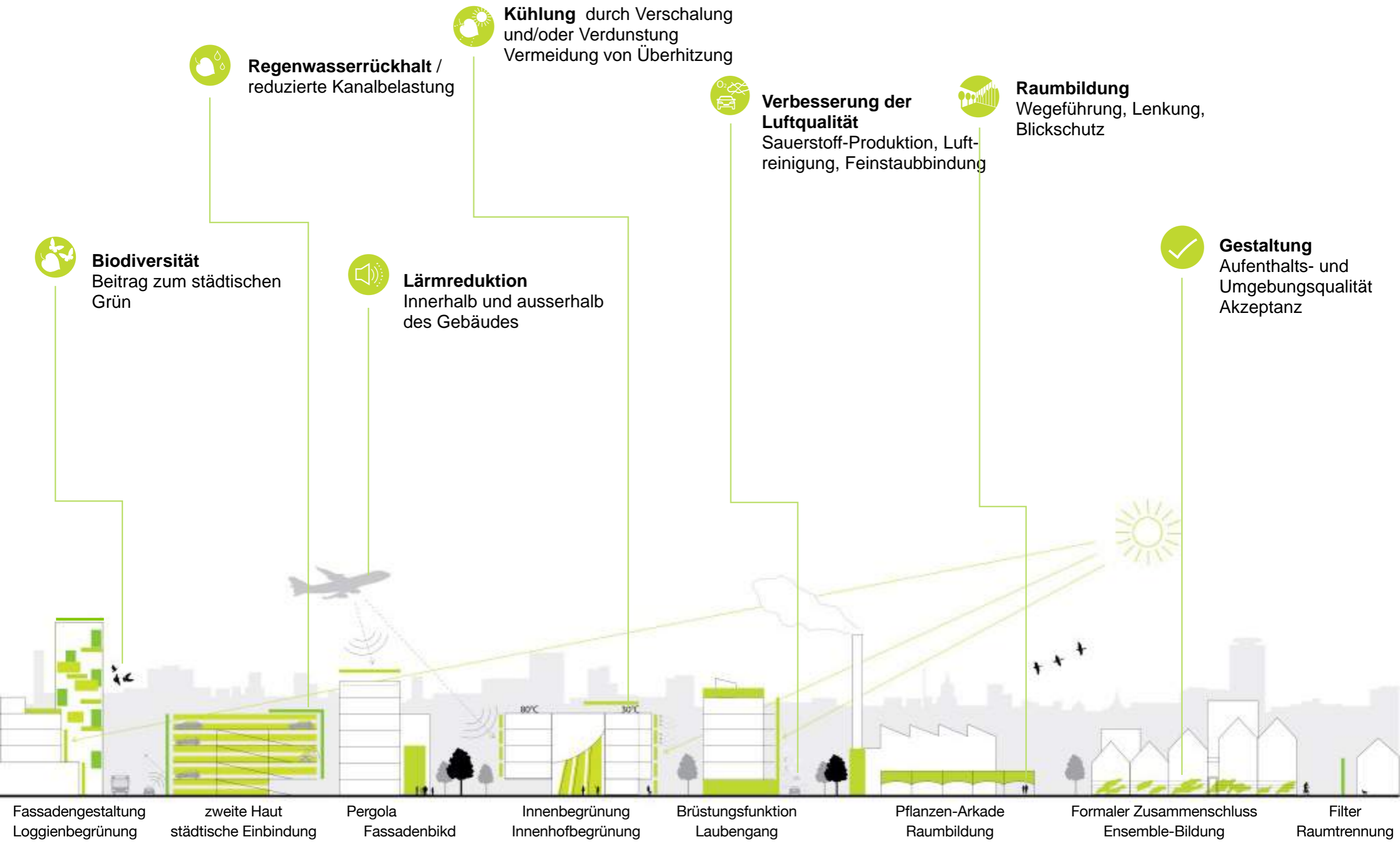
### Geschosswohnungsbau, Geschäfts- und Verwaltungsbau

Attraktivität und  
Individualität, Flächengewinn, Grünbezug,  
Energetische Optimierung

© Nicole Pfoser/Jakob AG (2015)

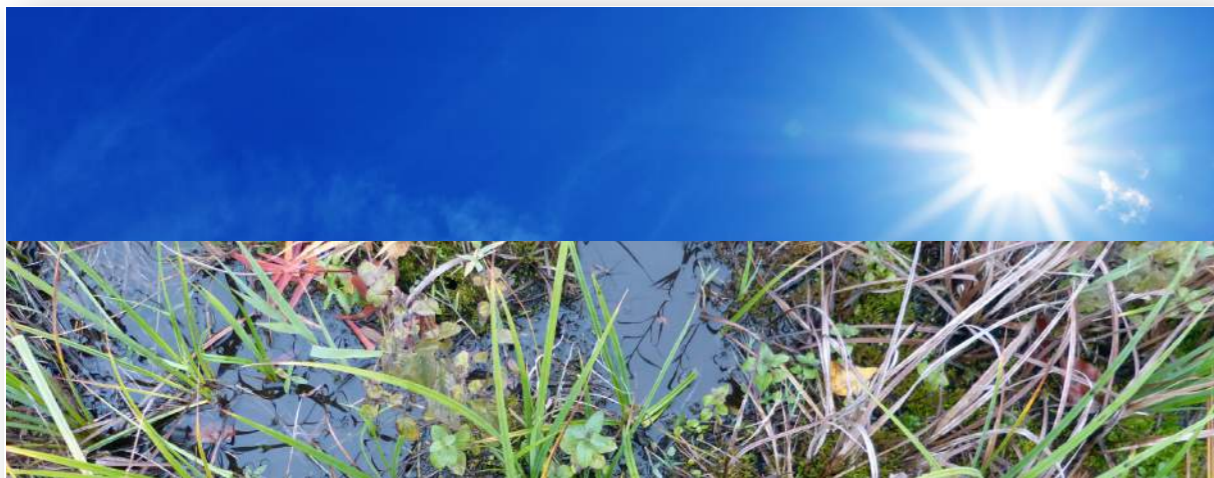


# DIE GUTEN GRÜNDE STADT



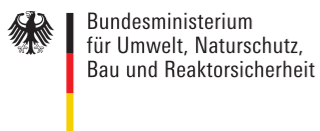
© Nicole Pfoser/Jakob AG (2015)





# Gebäude Begrünung Energie

## Potenziale und Wechselwirkungen



FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**



Kostenfreier Download unter: <http://www.baufachinformation.de/literatur/Gebäude-Begrünung-Energie/2013109006683>



Forschungsgesellschaft  
Landschaftsentwicklung  
Landschaftsbau e.V.

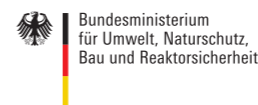


# Gebäude Begrünung Energie

## Potenziale und Wechselwirkungen



FLL Schriftenreihe  
Forschungsvorhaben  
FV 2014/01



FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**



Veröffentlichung des Leitfadens als Broschüre unter:  
<http://www.fll.de/shop/neuerscheinungen.html>