

# Grüne Bauwerke und Infrastrukturen

## WIRKUNGEN Grenzen MÖGLICHKEITEN

ENERGIE TIROL

Grüne Infrastruktur gegen die Hitze  
MEHR ALS NUR SCHÖNE FASSADE?

Messe Innsbruck, 31.01.2020

**Univ.-Prof. DI Dr. Rosemarie Stangl**

Pia Minixhofer, Bernhard Scharf, Ulrike Pitha  
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau  
Dep. für Bautechnik und Naturgefahren  
Universität für Bodenkultur Wien











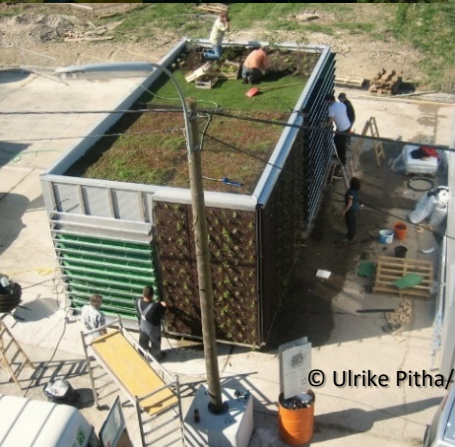


Land-  
schafts-  
bautechnik



Vegetations-  
technik

Ingenieur-  
biologie





# Europameister Bodenflächenverbrauch

## 4.000-5.000 ha/Jahr





# Graue Infrastrukturen

- Bebaut, monofunktional, zweckgebunden
- Oberflächen versiegelt, hart, dunkel, heiß





# Herausforderung Flächenversiegelung



© Wien.gv

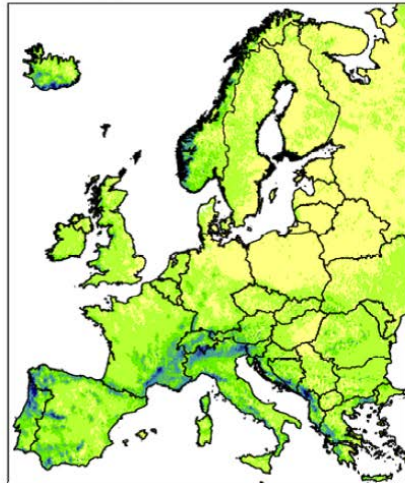




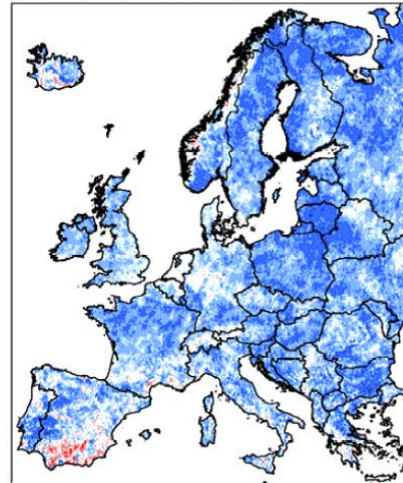
# Herausforderung Regenwassermanagement

99% quantile of precipitation during rain days

(a) control run



(b) change in scenario run



➤ Zunahme Jahresniederschlag  
➤ (v.a. Ost-Ö)

- Winter + 5 % bis +15 %
- Sommer +10 % bis +20 %

➤ Zunahme Starkregenereignisse

- 30-jährl. Regenereignisse 17–26 %
- Osthälfte Österreichs um bis zu 40 %
- in der Periode 2071–2100



# Herausforderung Urban Heat Stress

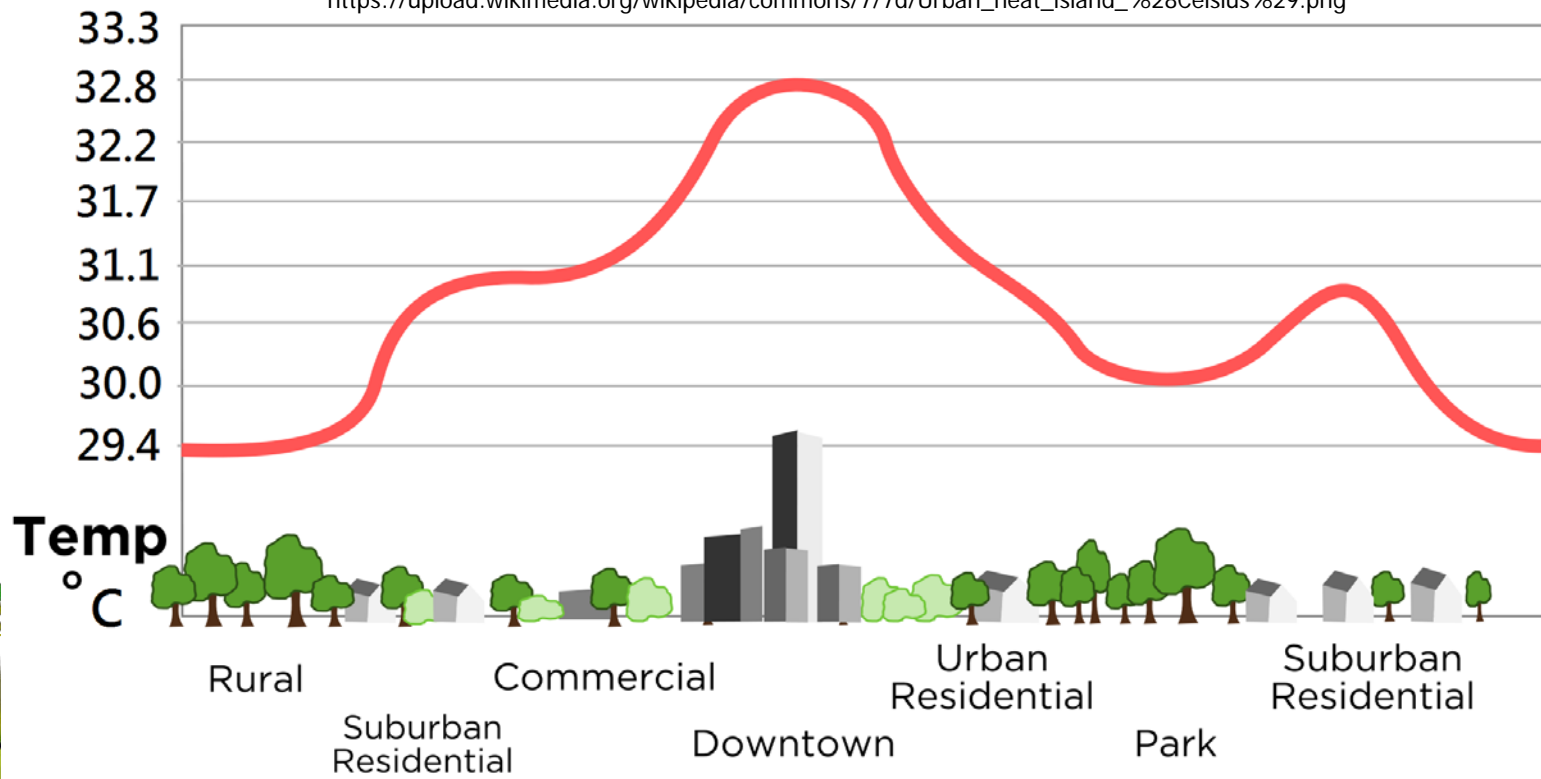
Bebauungsdichte  
Anthropogene Wärme  
Verkehrsaufkommen



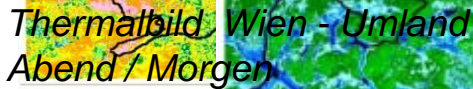
Anteil Grünflächen  
Wasserflächen

## URBAN HEAT ISLAND PROFILE

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Urban\\_heat\\_island\\_%28Celsius%29.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Urban_heat_island_%28Celsius%29.png)



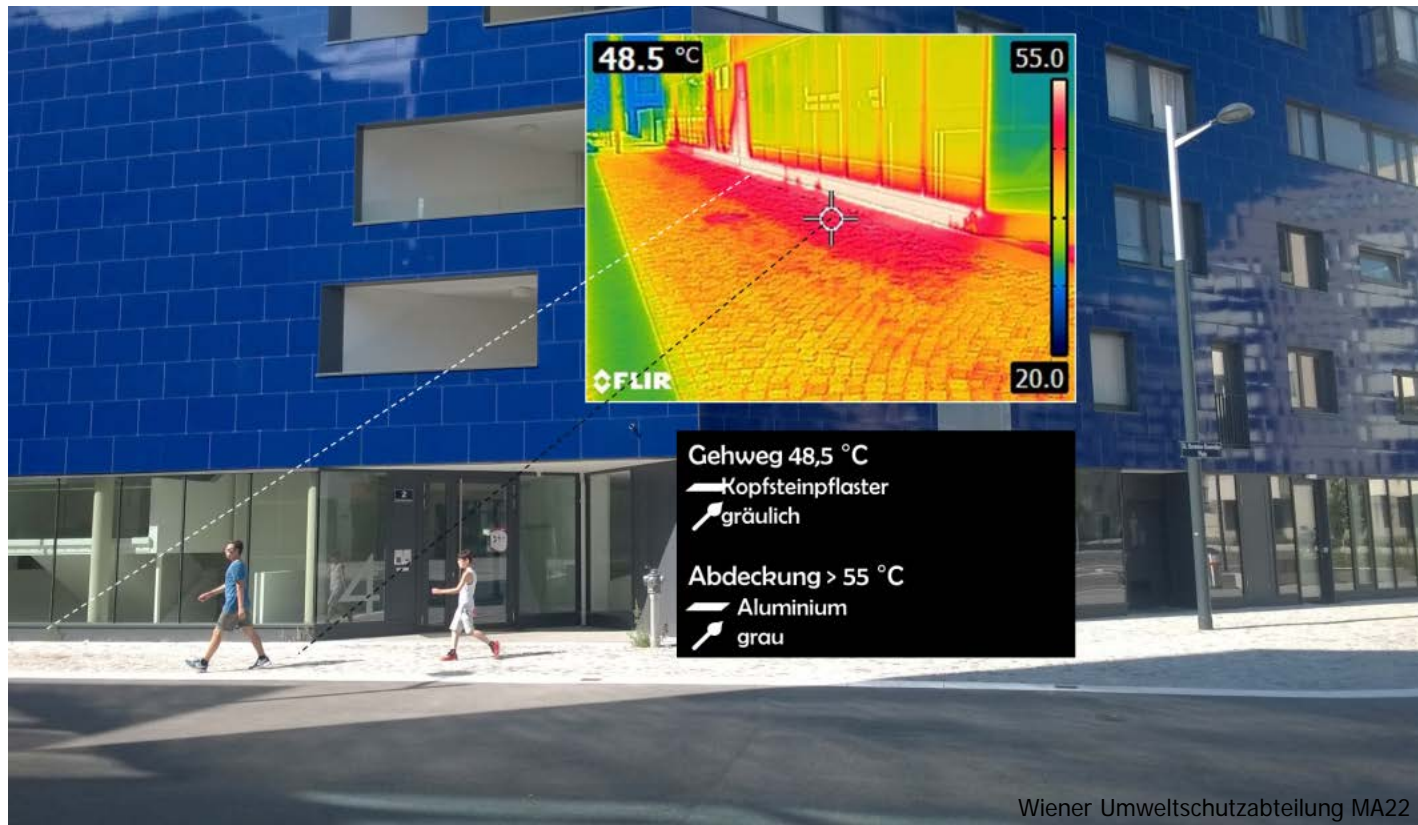




Wiener Umweltschutzabteilung MA22 (2015): Urban Heat Island Strategieplan Wien



# Herausforderung Urban Heat Stress



- MUKLIMO Szenario 1971-2000 (ZAMG): Anstieg Tropennächte  
Verdoppelung der Sommertage auf 100  
**Verdreifachung des Kühlenergiebedarfs in 50 Jahren!**



# Herausforderung Raumklima – thermischer Komfort

- ab Mai  $> 30^{\circ}\text{C}$  ab dem frühen Vormittag
- hohe Innen-T auch bei niedrigen Außen-T
- Kreislauf-und Gesundheitsprobleme
- ganze Räume nicht nutzbar





# Herausforderung Raumklima – thermischer Komfort

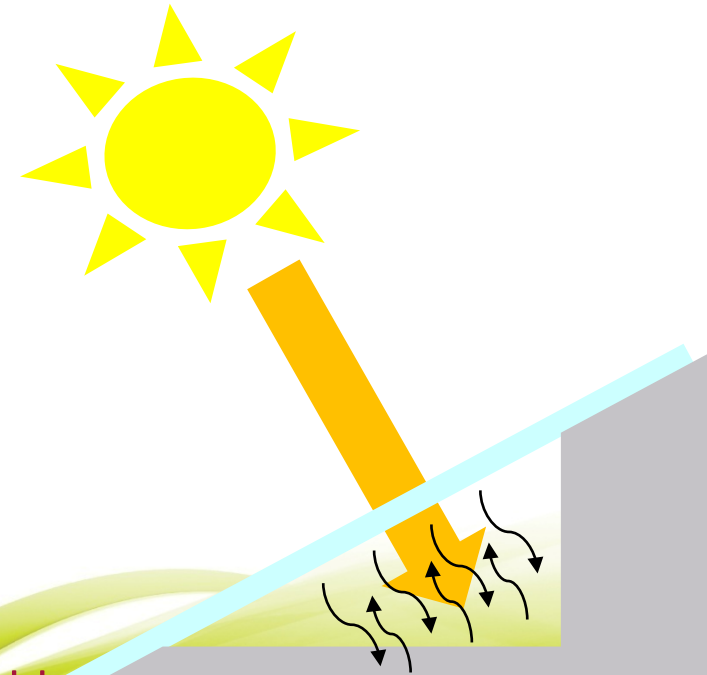
➤ Hitzeschutzberechnung → Indizien für mangelnden Hitzeschutz

➤ T-Amplitudendämpfung 3-fach erhöht

➤ Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert  
0,43

➤ Glas als Energiefalle:

1. Transmission kurzwelliger Sonnenstrahlen
2. Temperaturerhöhung
3. Undurchlässigkeit für langwellige Wärmestrahlen



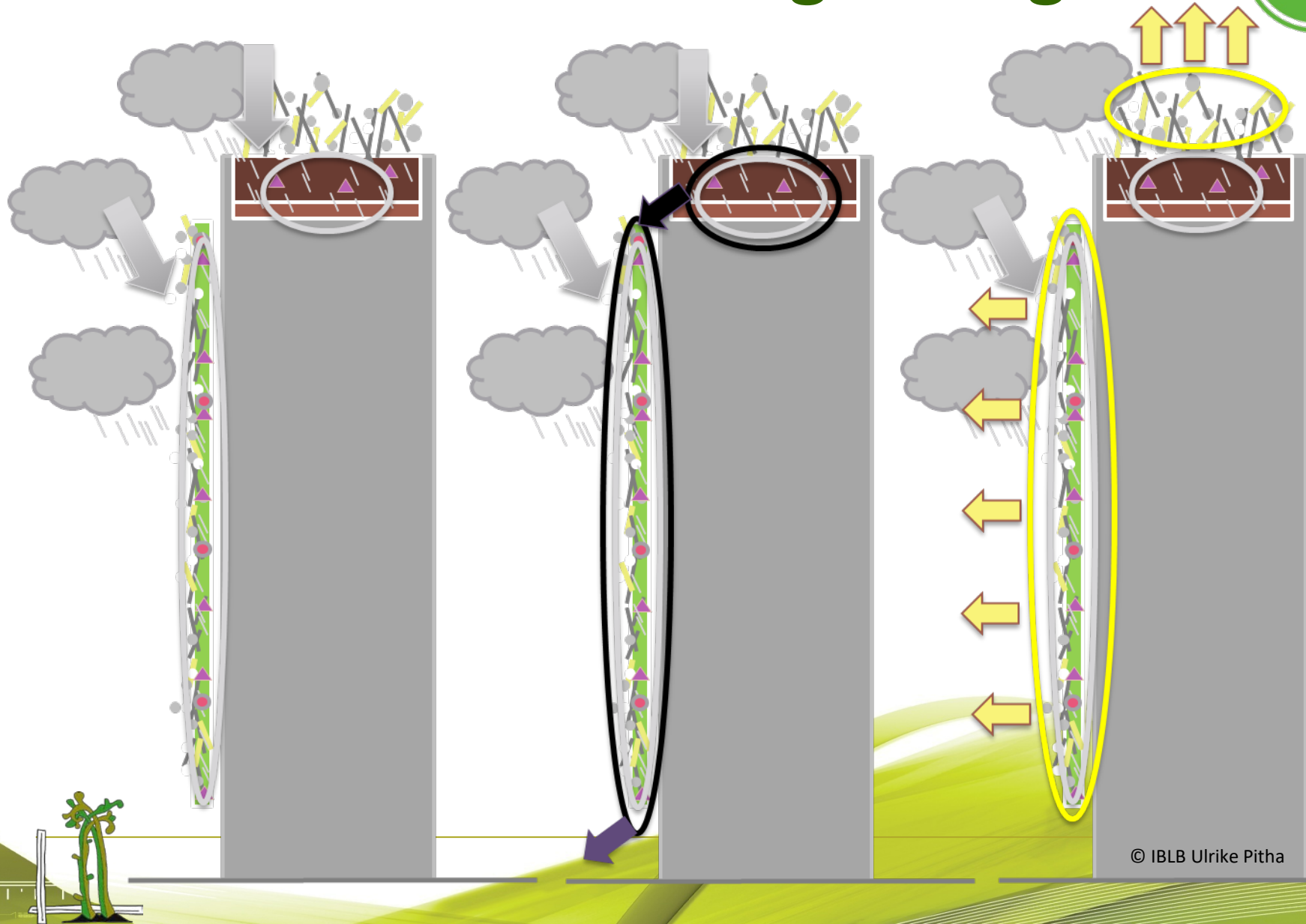


# Potenzial Bauwerksbegrünung





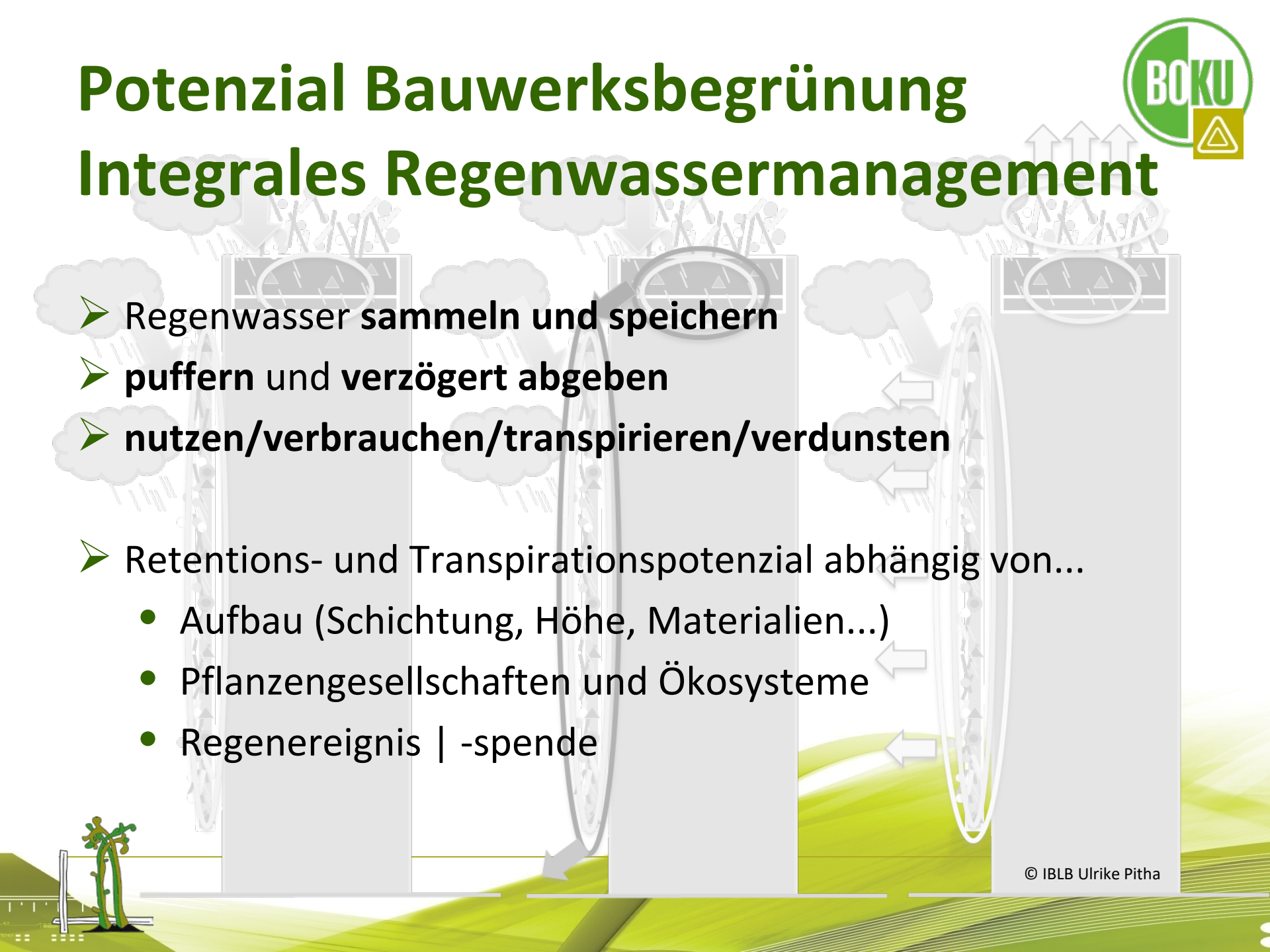
# Potenzial Bauwerksbegrünung



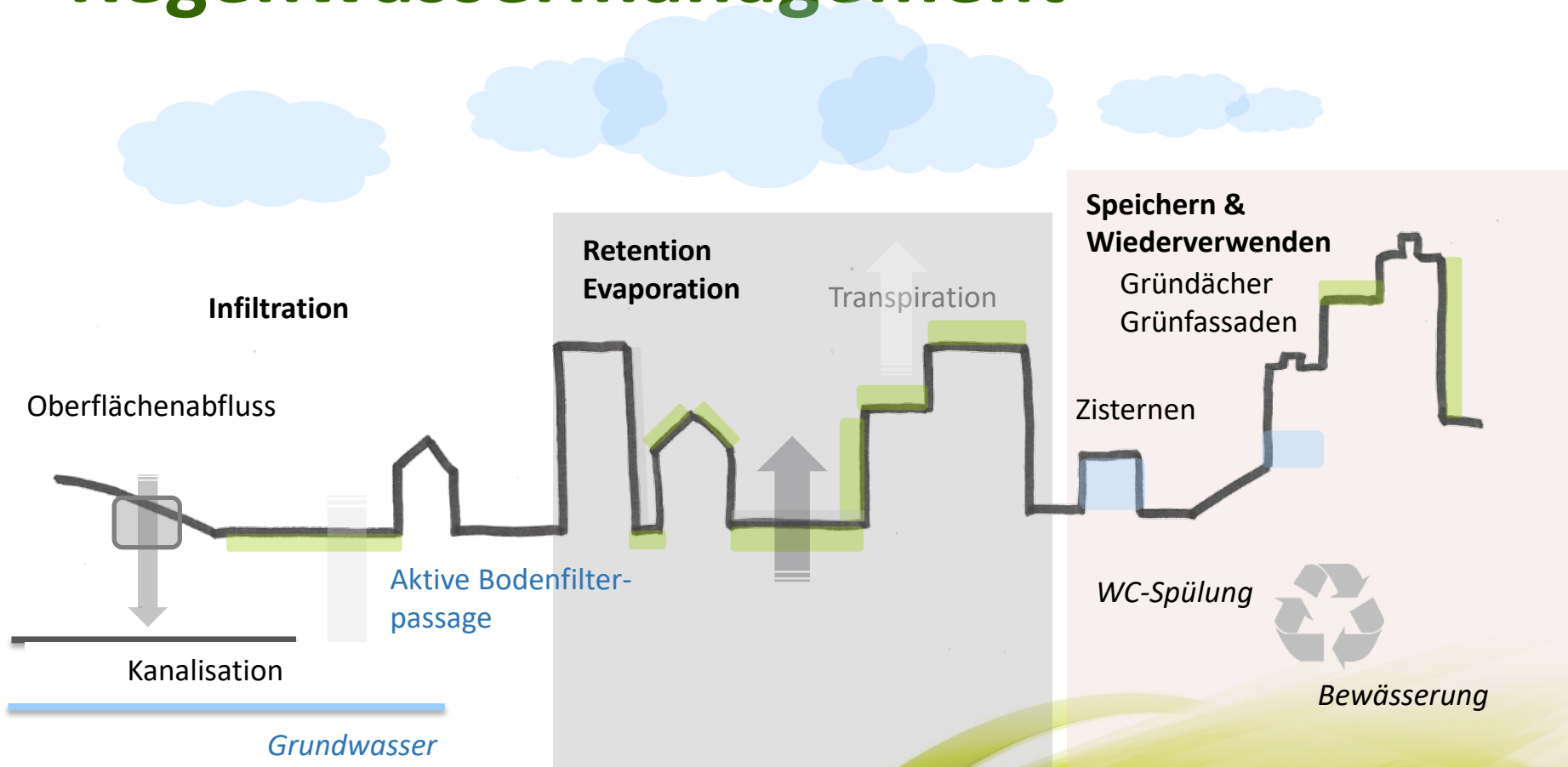


# Potenzial Bauwerksbegrünung

## Integrales Regenwassermanagement

- 
- The background of the slide features a diagram of three building facades illustrating the process of integrated rainwater management through greening. Each facade is shown with a cross-section of its structure and a green layer (plants) on its exterior. Arrows indicate the flow of water: rain falling on the plants, water being absorbed and stored within the plant layers, and water being released back into the atmosphere through transpiration. The diagram also shows water being collected and stored in a reservoir at the base of the building. The overall theme is sustainable water management in urban environments.
- Regenwasser **sammeln und speichern**
  - **puffern** und **verzögert abgeben**
  - **nutzen/verbrauchen/transpirieren/verdunsten**
  - Retentions- und Transpirationspotenzial abhängig von...
    - Aufbau (Schichtung, Höhe, Materialien...)
    - Pflanzengesellschaften und Ökosysteme
    - Regenereignis | -spende

# Konzept dezentrales Regenwassermanagement





# RWM am Gebäude





# Potenzial Bauwerksbegrünung

- Alternative Isolierungsmöglichkeiten
- Gebäude MA48:
- Verdunstung: 1.800 l Wasser / 850 m<sup>2</sup> Fassade an einem heißen Tag
- Kühlleistung: 1.000 kWh / Sommertag Einsparung



© IBLB Ulrike Pitha



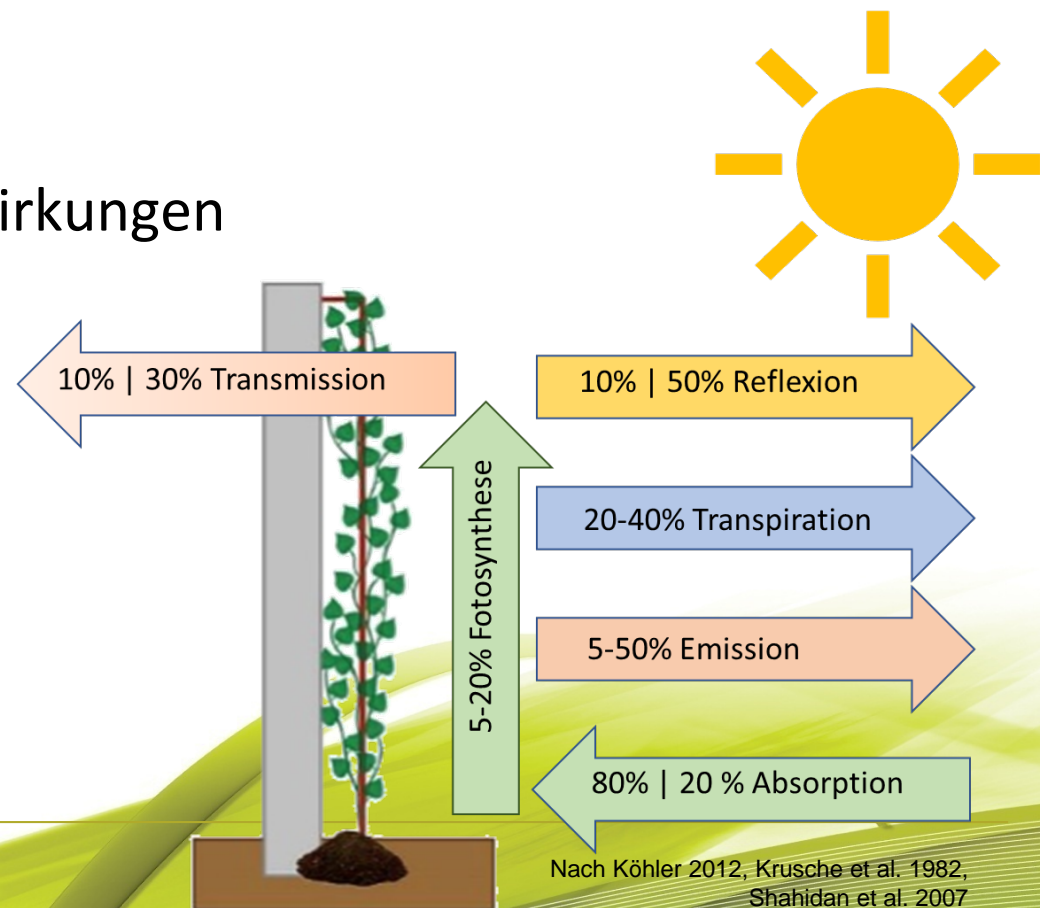


# Potenzial Bauwerksbegrünung

- Verdunstung
- Filterung von Schadstoffen und Stäuben
- Lärminderung
- Beschattung
- Dämm- und Isolierungswirkungen

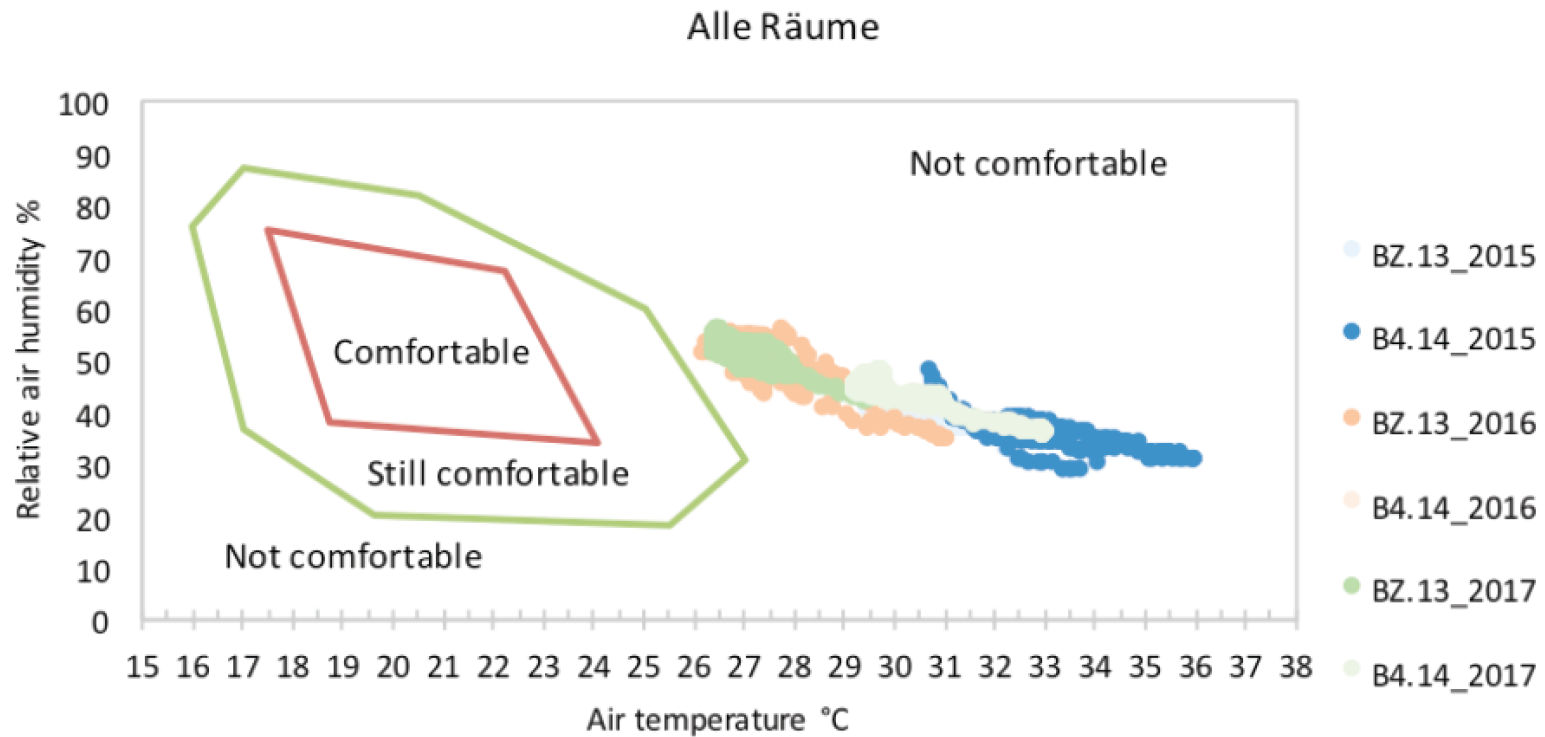
## Vereinfachte Energiebilanz Köhler 2012:

30%	Transpiration
18%	Reflexion
30%	Emission
18%	Transmission
~4%	Fotosynthese



# Thermischer Komfort

## MA 31 Grabnergasse



Laut EN 15251 Kategorie II ist bei üblichen Bürotätigkeiten für den Arbeitenden eine Raumtemperatur zwischen 20°C und 24°C und eine relative Luftfeuchtigkeit im Bereich von 40% bis 60% im behaglichen Bereich.

Bei klimatisierten Objekten sind maximale Temperaturen von 26°C und mindestens 20°C vorgeschrieben.



# Wirkung von grünen Infrastrukturen



# Wirkung von grünen Infrastrukturen durch Beschattung



- Schlüsselparameter: LAI (Verhältnis gesamte Blattoberfläche : Bestandsgrundfläche)

➤ Strahlungsreduktion, Transpirationsleistung, Fotosyntheseleistung  
(O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>)





# Beschattung durch Gehölze

- Kühlung durch hohen Blattflächenindex (LAI) und hohe Transpirationsrate
- Lindenbäume mit dichteren Kronen (LAI = 3.64) 3-fache Transpiration von *Robinia pseudoacacia* L. (LAI = 2.61).
- *Ulme* und *Platanen* (LAI 5.9 und 5.0) mit höhere Kronendichte → größeren Einfluss auf Mikroklima, LT, LF, Solarstrahlung, Strahlungst, Wind-v als *Eucalyptus* s. LAI 2.6



Sanusi et al., 2017; Gillner et al., 2015





# Beschattung durch Gehölze





# Beschattung durch Gehölze





# Beschattung durch Gehölze





# Beschattung durch Gehölze





# Beschattung durch Gehölze





# Beschattung durch modulare Systeme



© Ulrike Pitha



Echte Innovationen  
funktionieren überall  
und zu jeder Jahreszeit.

© Günther Fröhvirt, Johannes Anschöber



## LivingPANELS

### KONTAKT

DI Mag. Günther Fröhvirt  
guenther.fruehwirt@boku.ac.at  
+43 1 47654 87402

Johannes Anschöber  
johannes.anschöber@green4cities.com  
+43 676 565 4820





# Potenzial Bauwerksbegrünung

- Verschattung der Fensterflächen
- Vorbilder Humboldt-Universität und Grabnergasse





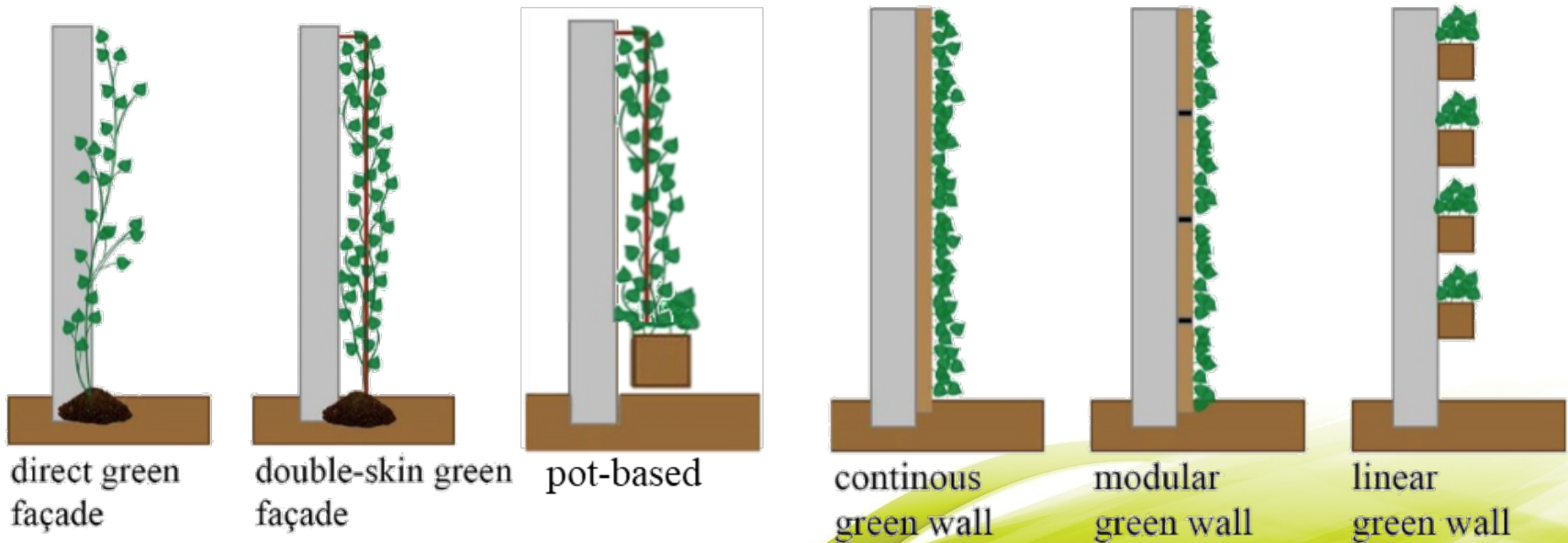
# Bauwerksbegrünung - Fassade

Quelle: Brune, M., Bender, S.  
und Groth, M. (2017)



## Systematik Fassadenbegrünungen

bodengebunden | troggebunden | wandgebunden



Quelle: Medl, A., Stangl, R., Florineth, F. (2017). Vertical greening systems – A review on recent technologies and research advancement. Building and Environment 125, 227-239.



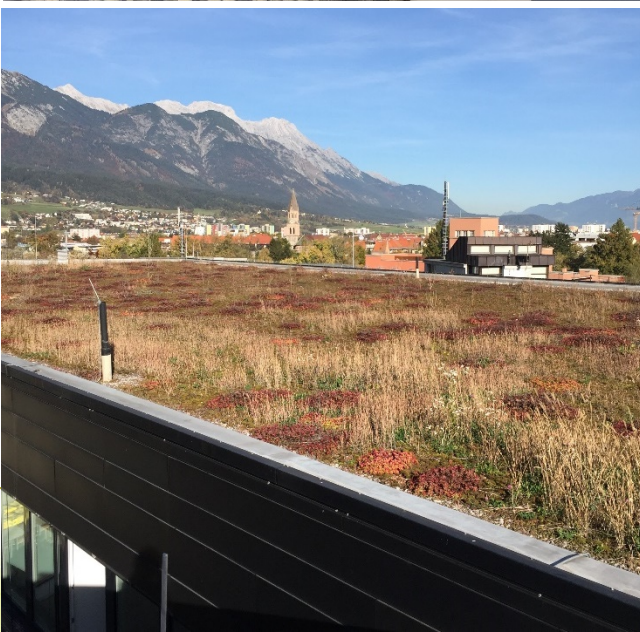


# Beschattung durch Gründächer





# Wirkungen durch Gründächer





# Kühlung durch Gebäudebegrünung



Blattflächen	Kletterpflanzen	124% x projektive Fassade <span style="border: 2px solid red; border-radius: 10px; padding: 2px;">nfläche</span>	Gebäude MA 31 Stadt Wien
850 m <sup>2</sup>	Grünfassade	Wannensystem	Gebäude MA 48 Stadt Wien
Verdunstung Kühlleistung U-Wert	45 Klimaanlagen Verbesserung	3-4 l/d.m <sup>2</sup> 8h, 3000 W 30%	Reduktion Heizkosten 13% jährl.
U-Wert	12 cm Aufbauhöhe 20 cm Aufbauhöhe	0,94 W/m <sup>2</sup> .K 0,47 W/m <sup>2</sup> .K	Gründach semi-intensiv
Kühlleistung	Gründächer	Bis 3,9°C   6,9°C	Grünflächen
Empfindung	Grüne Infrastrukturen	Bis 10°C	gefühlte T



# Energieeinsparung



Quelle	Standort (Klima)	Energieeinsparung durch Beschattung	
Hsieh et al. (2018)	China (Cfa)	15.2%	erhöhte Beschattung
		12.4%	erhöhte Transpiration
Morakinyo et al. (2018)	Hong Kong (Cfa)	1500 kWh	pro Sommertag bei 7.2%
		1900 - 3000 kWh	Beschattungsrate pro Sommertag bei 30% Beschattungsrate
Hwang et al. (2017)	USA (Dfa, Cfa)	47 kWh - 170 kWh	pro Jahr bei effizienterer Anordnung der Bäume
Balogun et al. (2014)	Nigeria (Aw)	US\$218 (1500 kWh)	pro Monat Einsparung Energiekosten
Laband et Sophocleus (2009)	USA (Cfa)	2.6 mal	mehr Energieverbrauch zur Kühlung des Gebäudes ohne Beschattung
Akbari et al. (1997)	USA (Csa)	3.6 bis 4.8 kWh	pro Tag
Simpson et McPherson (1997)	USA (Csa)	153 kWh (7.1%)	pro Jahr pro Baum



# Mikroklimaeffekte Vertikales Grün



Quelle	Standort (Klima)	Expositon	Publizierte Daten zur Oberflächenkühlung gemessen an Fassaden
<b>Vox et al. (2018)</b>	Italien (Csa)	N,S,O,W	9.0 °C
<b>Victorero et al. (2015)</b>	Chile (Csc)	N	30.0°C
<b>Olivieri et al. (2014)</b>	Spanien (Csa)	S	31.9°C
<b>Chen et al. (2013)</b>	China (Cfa)	W	20.8°C
<b>Mazzali et al. (2013)</b>	Italien (Cfa, Csa)	SW	20.0°C
<b>Scharf et al. (2013)</b>	Österreich (Dfb)	S	15.0°C
<b>Perini et al. (2011)</b>	Niederlande (Cfb)	W	5.0°C
<b>Cheng et al. (2010)</b>	Hong Kong (Cwa)	W, W-SW	16.0°C
<b>Wong et al. (2010)</b>	Singapur (Af)	nd	11.58°C



# Projekt GreenSkin

## ENVI-met Mikroklimasimulationen

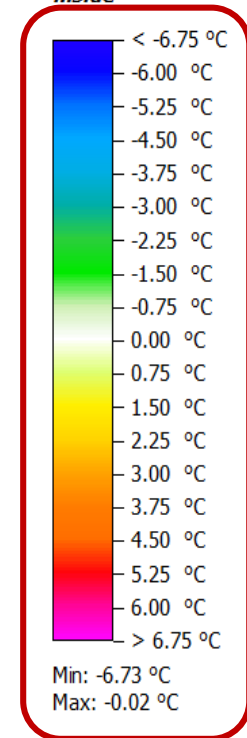
MAINZ – SQ vs. South Greening, 16 h



Nach zweiwöchiger Hitzewelle:

Oberflächentemperatur des  
Innenraums bis zu  $\Delta -6.75\text{ C}$   
kühler

Wall: Temperature Node 7/  
inside

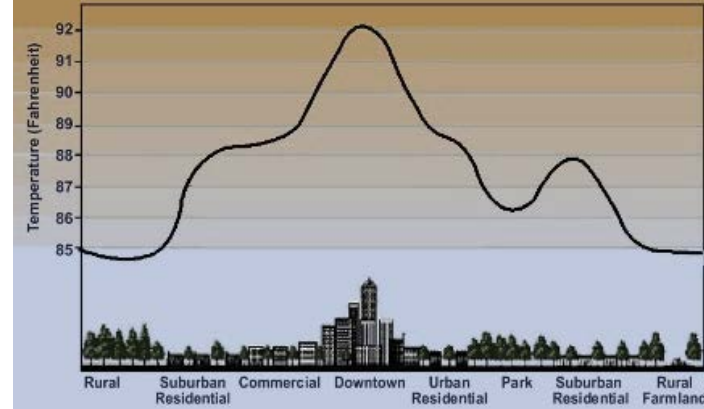


Skala  
beachten!



# Vision & Mission

- Reduktionsziel  
Flächenversiegelung:  
2,5 ha /Tag
- Flächenrückbau
- Kompensations-  
flächen





# Mission

➤ Keine singulären Problemlöser!

➤ Beschattung & Transpiration

➤ Do's & Don'ts

- Baumfällung, Pflanzgruben, Größen, Pflege

➤ Konzept Ausgleichsflächen

- Entsiegelungskampagnen
- Ökologisierung von Betriebs- und Industrieflächen
- Bauvorgaben, Normenanpassung, Kompensationsforderungen





# Grün-blaue Infrastrukturen

- Multifunktional, integrativ
- Oberflächen offen, weich, absorbierend, durchlässig
- GI-Typologien
- GI-Networks





