

Grüne Bauwerke und Infrastrukturen WIRKUNGEN Grenzen MÖGLICHKEITEN

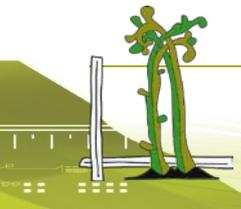
ENERGIE TIROL

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



Europameister Bodenflächenverbrauch 4.000-5.000 ha/Jahr



Graue Infrastrukturen

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



Herausforderung Flächenversiegelung



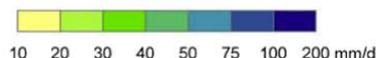
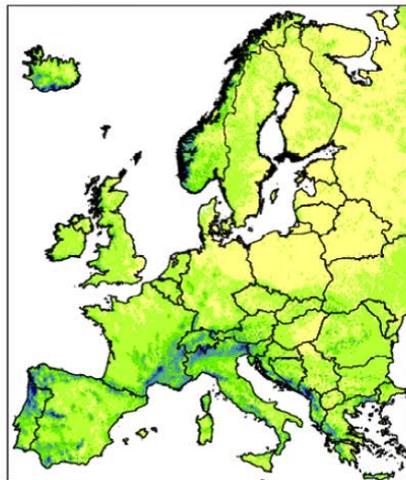
© Wien.gv



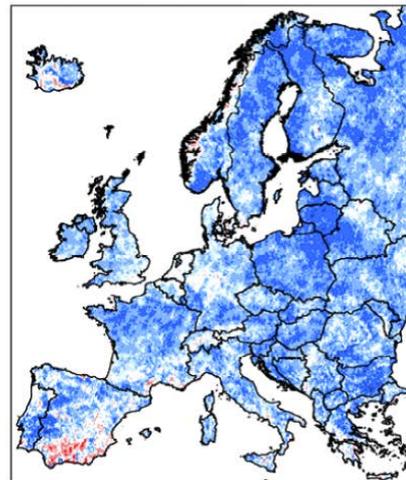
Herausforderung Regenwassermanagement

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

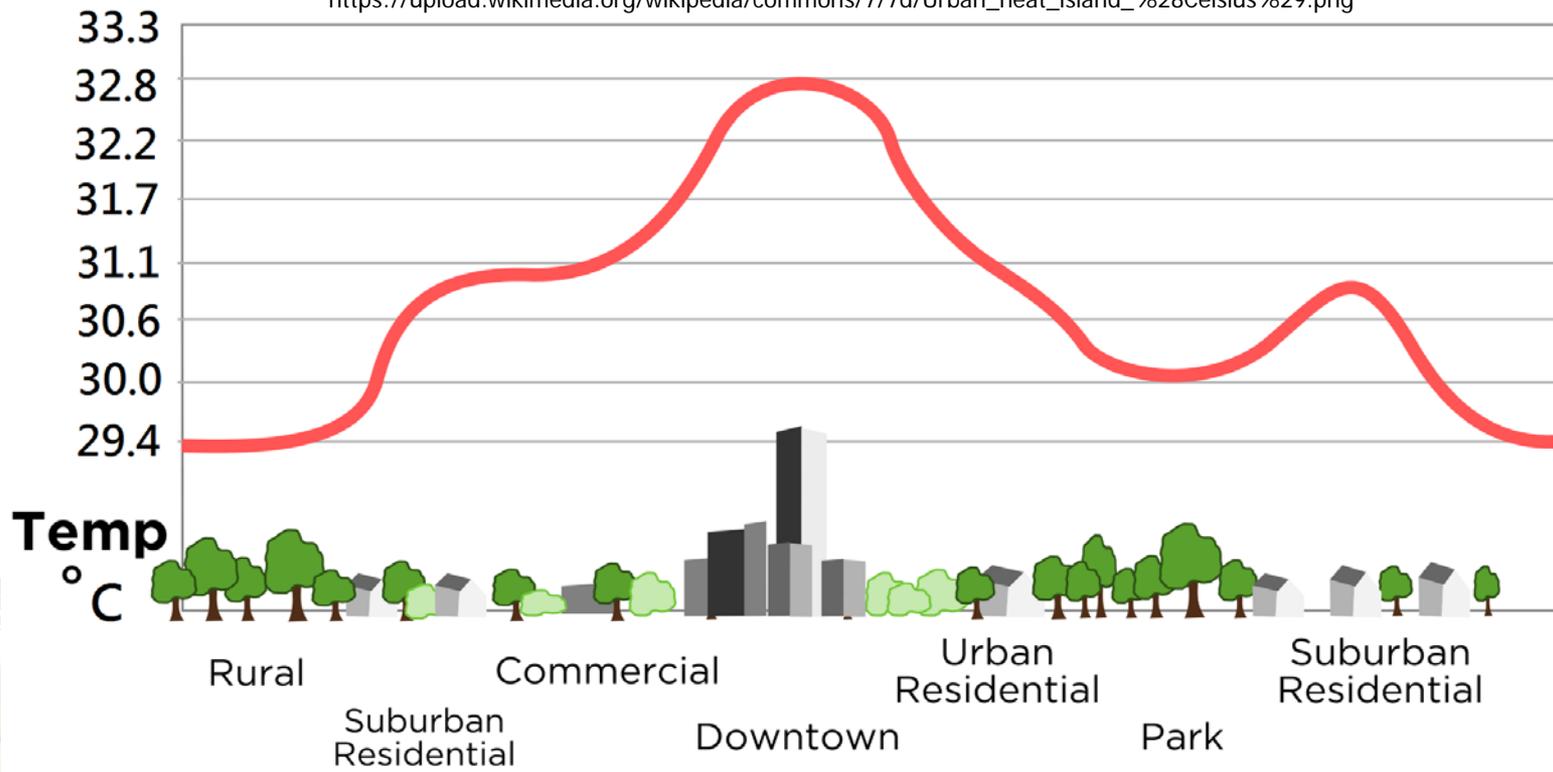
Bebauungsdichte
Anthropogene Wärme
Verkehrsaufkommen



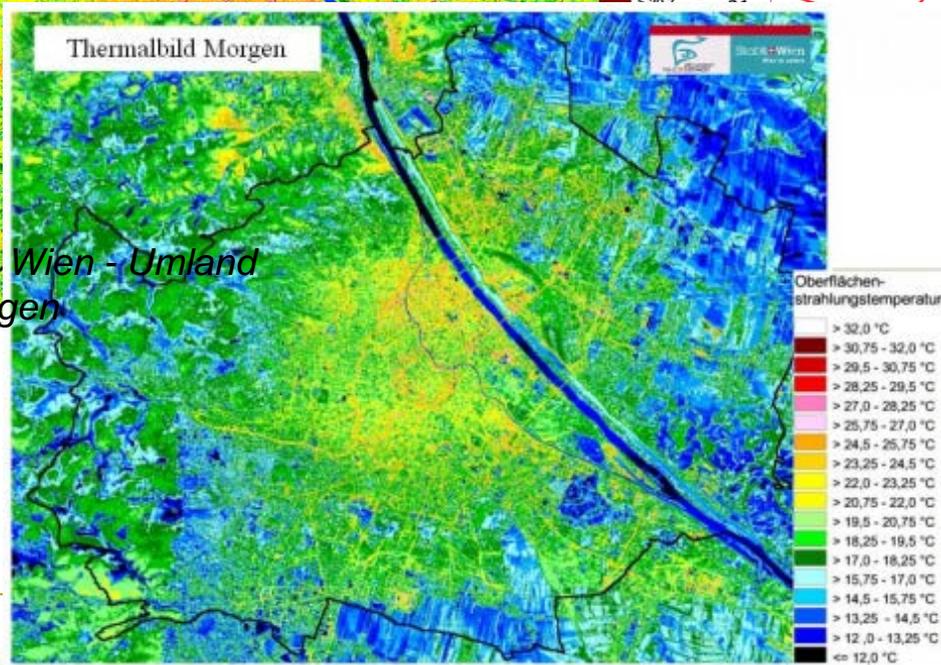
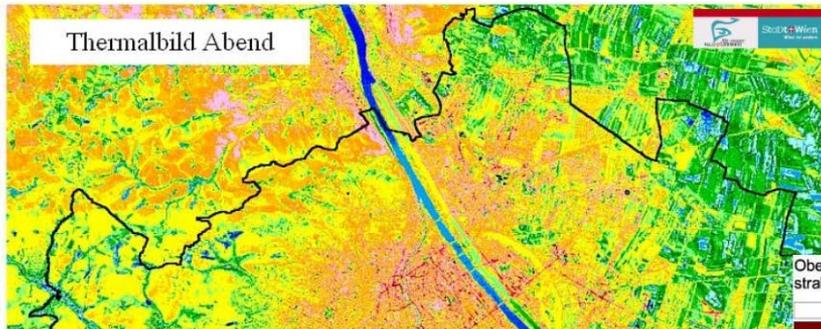
Anteil Grünflächen
Wasserflächen

URBAN HEAT ISLAND PROFILE

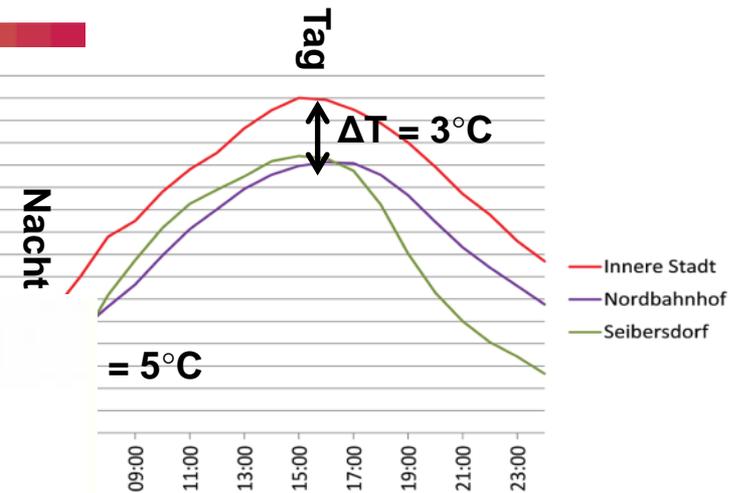
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Urban_heat_island_%28Celsius%29.png



Herausforderung Urban Heat Stress



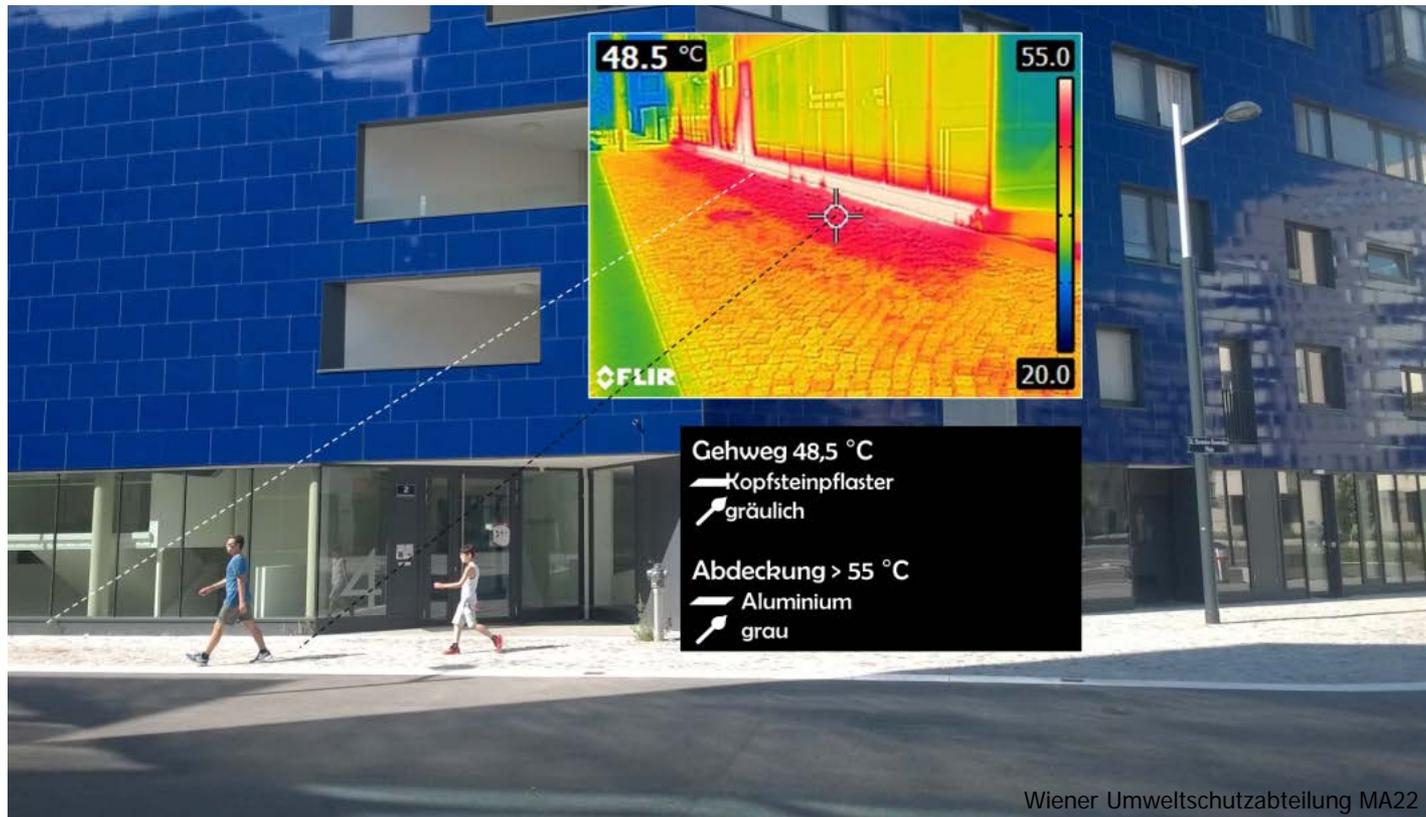
Thermalbild Wien - Umland
Abend / Morgen



mittlere stündliche Temperaturverteilung
1. Tag Sommer 2012

Energiebudget der Stadt: UHI Effekt

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

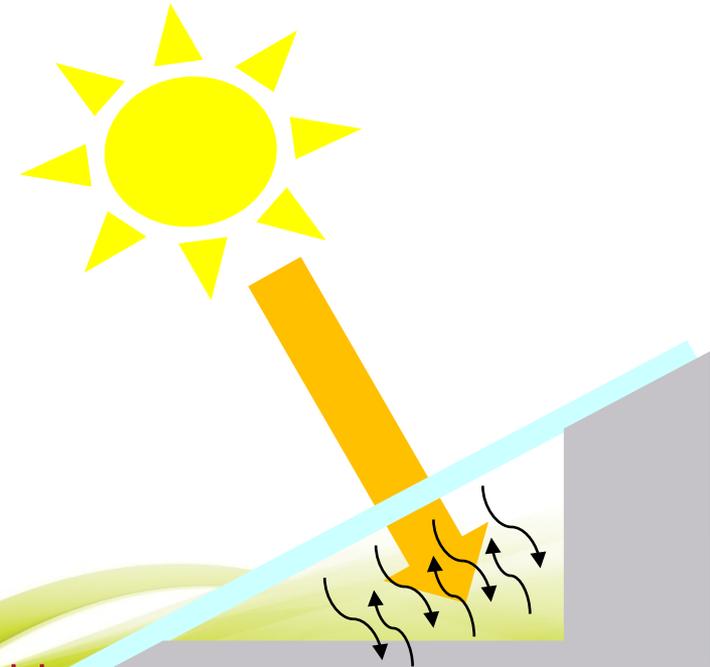
➤ Hitzeschutzberechnung → Indizien für mangelnden Hitzeschutz

➤ T-Amplitudendämpfung 3-fach erhöht

➤ Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert
0,43

➤ Glas als Energiefalle:

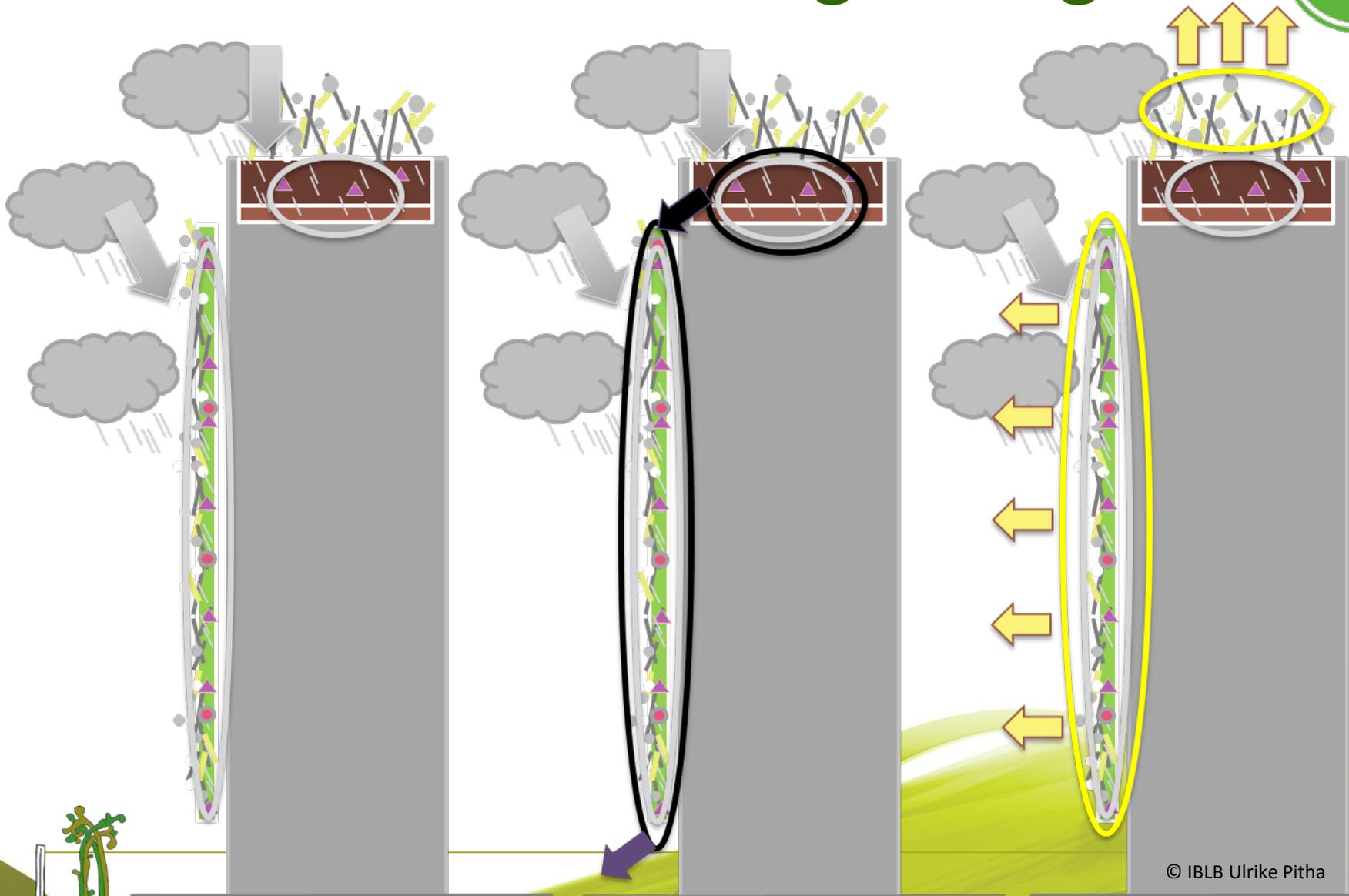
1. Transmission kurzwelliger Sonnenstrahlen
2. Temperaturerhöhung
3. Undurchlässigkeit für langwellige Wärmestrahlen



Potenzial Bauwerksbegrünung



Potenzial Bauwerksbegrünung



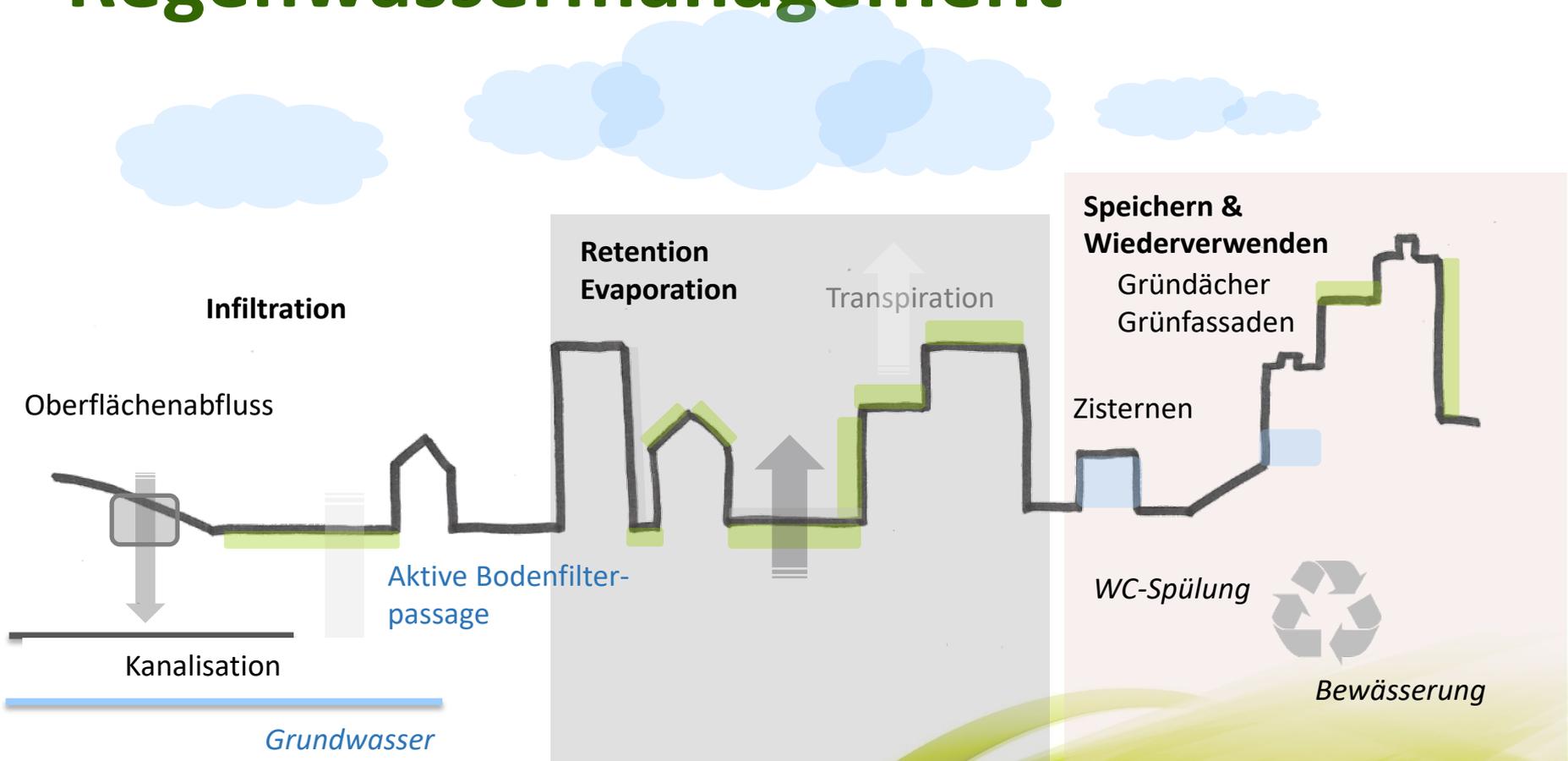
Potenzial Bauwerksbegrünung

Integrales Regenwassermanagement

- 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 m² Fassade an einem heißen Tag
- Kühlleistung: 1.000 kWh / Sommertag Einsparung

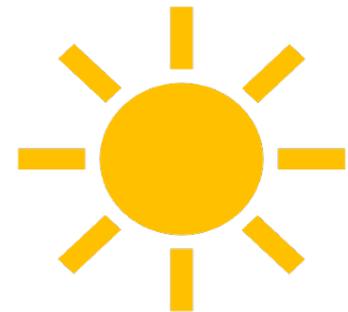


© IBLB Ulrike Pitha



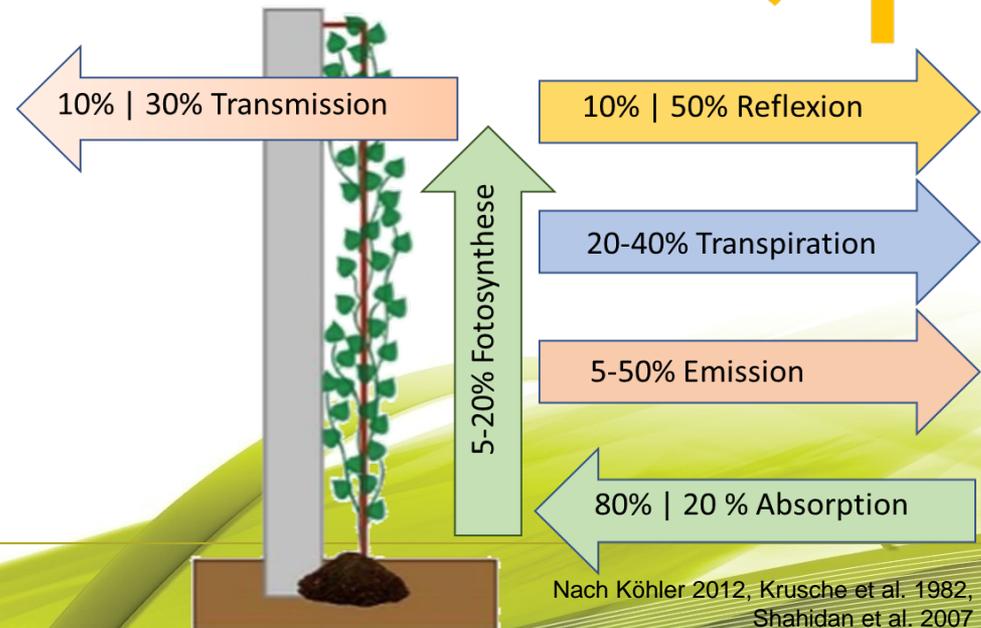
Potenzial Bauwerksbegrünung

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

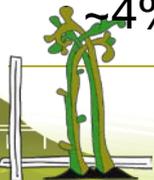


Vereinfachte Energiebilanz Köhler 2012:

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

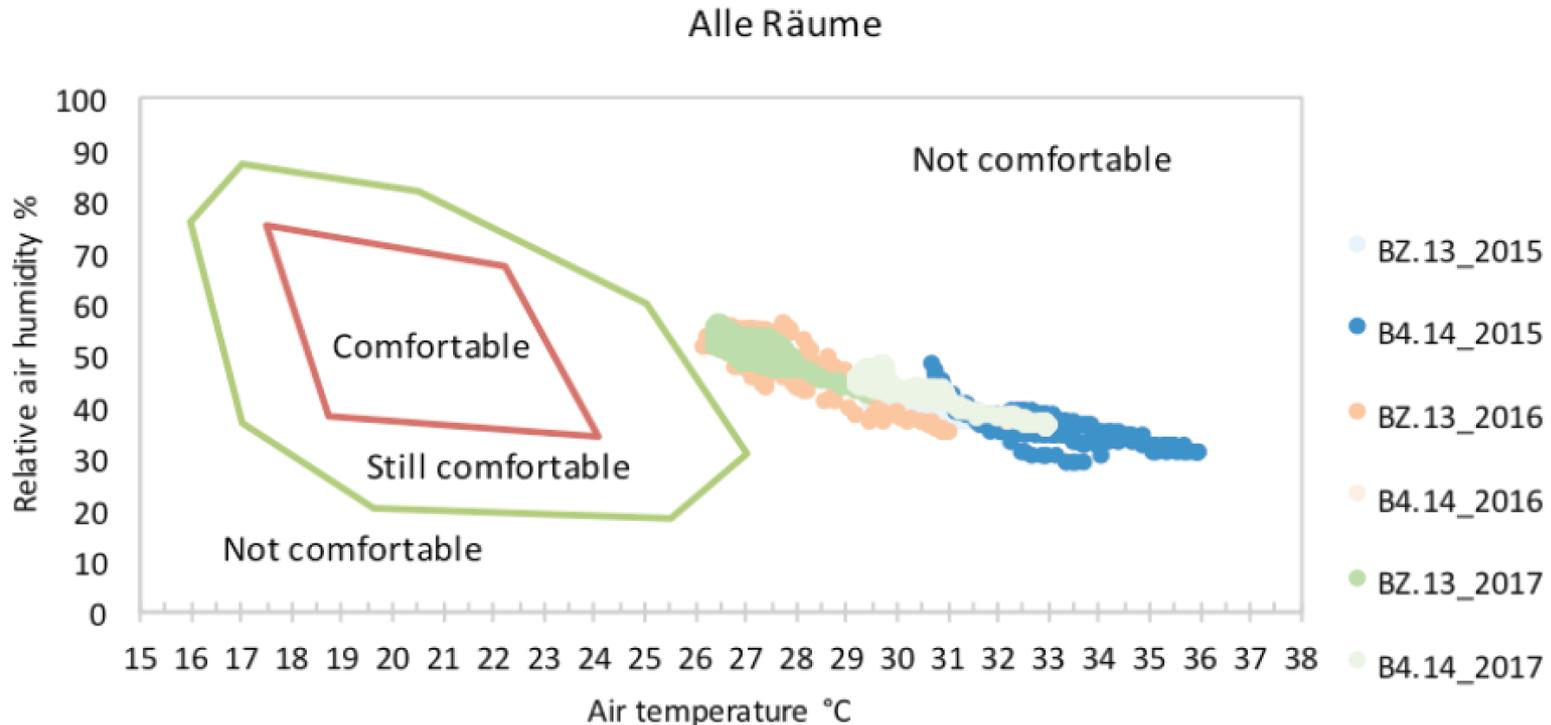


Nach Köhler 2012, Krusche et al. 1982,
Shahidan et al. 2007



Thermischer Komfort

MA 31 Grabnergasse



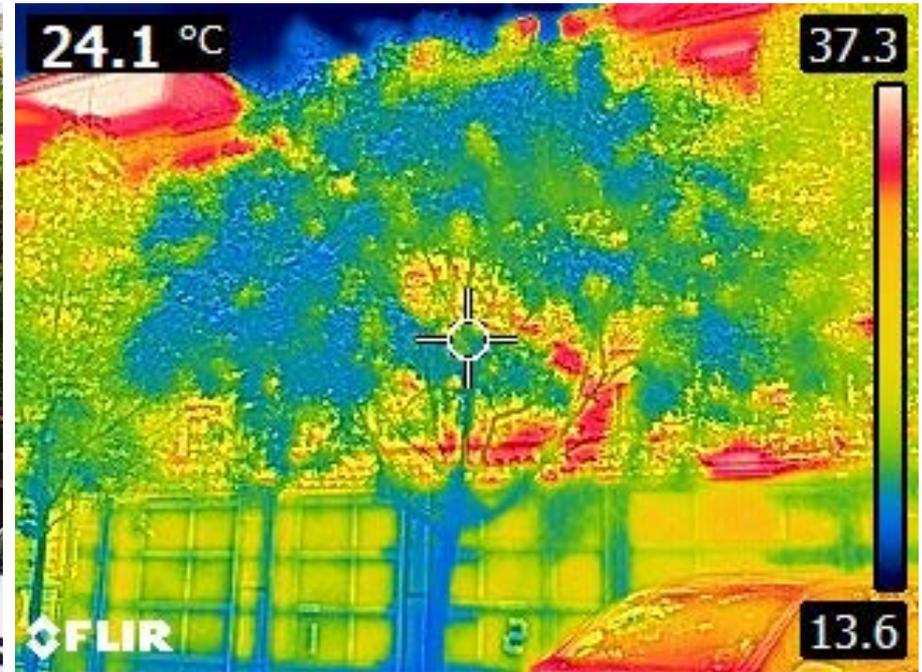
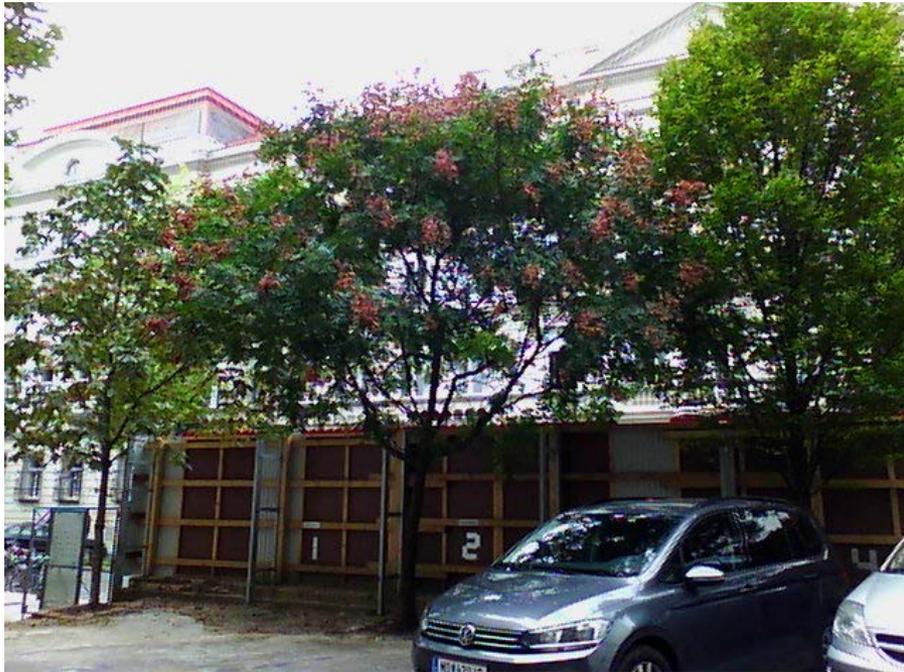
Laut EN 15251 Kategorie II ist bei üblichen Bürotätigkeiten für den Arbeitenden eine Raumtemperatur zwischen 20°C und 24°C und eine relative Luftfeuchtigkeit im Bereich von 40% bis 60% im behaglichen Bereich.

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 (O₂, CO₂)



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 *Platane* (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



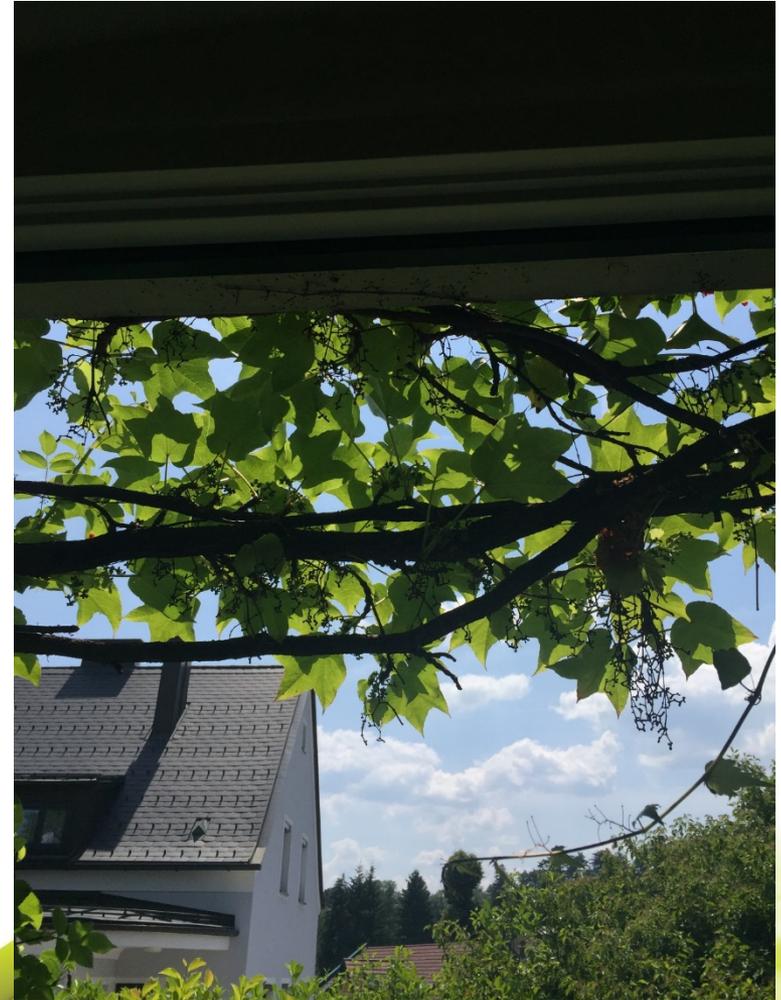
Beschattung durch Gehölze



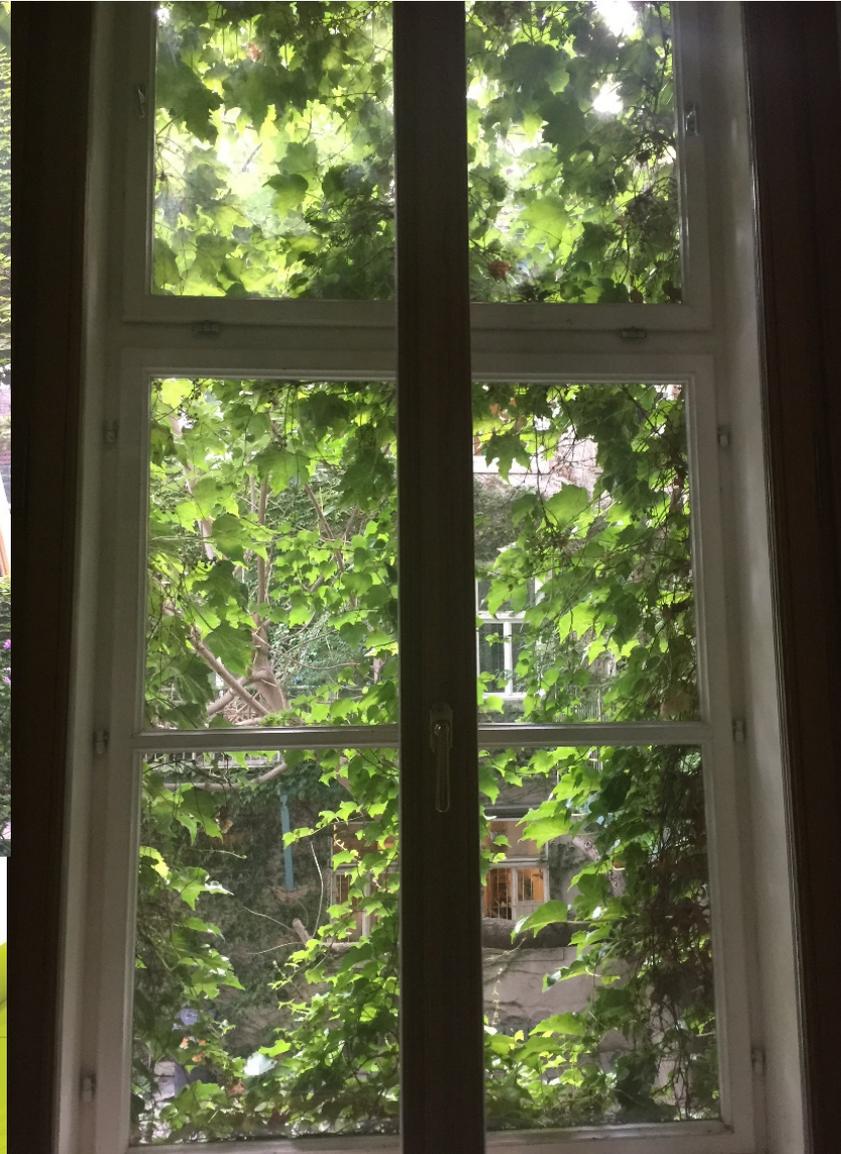
Beschattung durch Gehölze



Beschattung durch Gehölze



Beschattung durch Gehölze



Beschattung durch Gehölze



Beschattung durch modulare Systeme



LivingPANELS

KONTAKT

DI Mag. Günther Frühwirth
guenther.fruehwirth@boku.ac.at
+43 1 47654 87402

Johannes Anschöber
johannes.anschobner@green4cities.com
+43 676 685 4820



Potenzial Bauwerksbegrünung

- Verschattung der Fensterflächen
- Vorbilder Humboldt-Universität und Grabnergasse



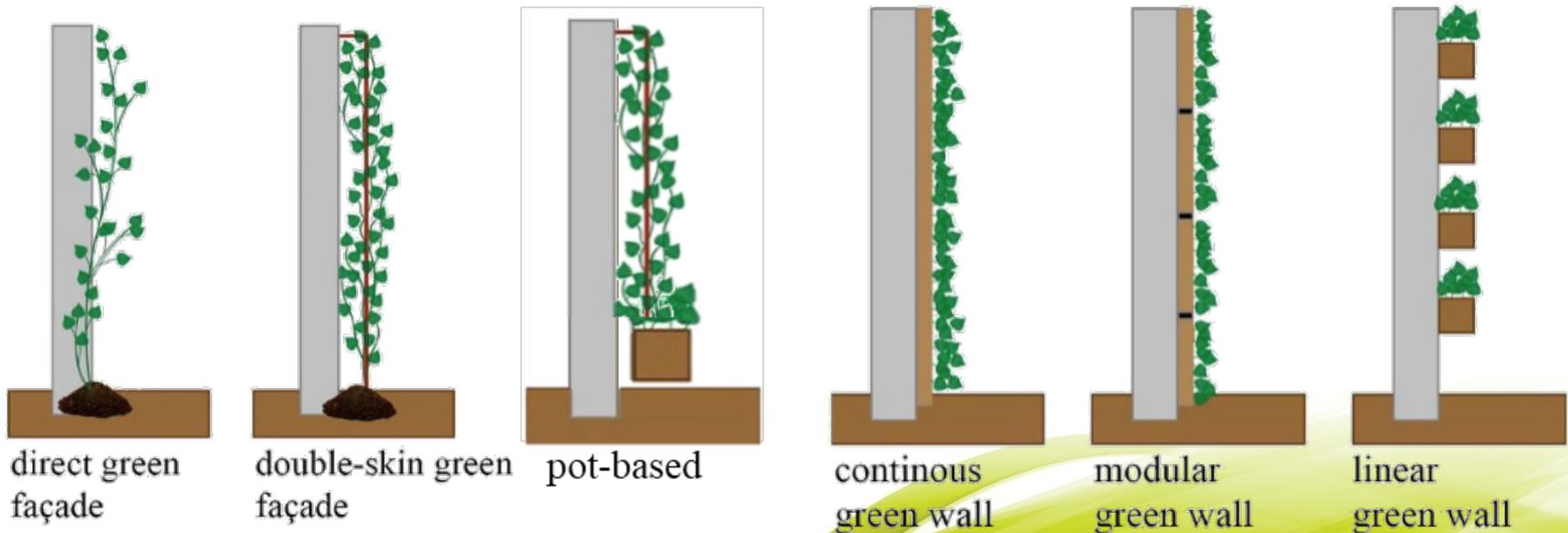
Bauwerksbegrünung - Fassade

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



Systematik Fassadenbegrünungen

bodengebunden | troggebunden | wandgebunden



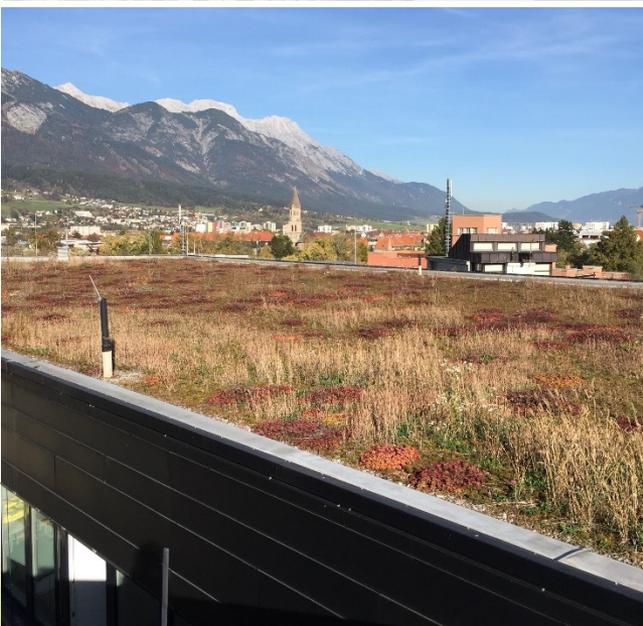
Quelle: Medl, A., Stangl, R., Florineth, F. (2017). Vertical greening systems – A review on recent technologies and research advancement. Building and Environment 125, 227-239.



Beschattung durch Gründächer



Wirkungen durch Gründächer



Kühlung durch Gebäudebegrünung



Blattflächen	Kletterpflanzen	124% x projektive Fassadenfläche	Gebäude MA 31 Stadt Wien
850 m²	Grünfassade	Wannensystem	Gebäude MA 48 Stadt Wien
Verdunstung Kühlleistung U-Wert	45 Klimaanlage Verbesserung	3-4 l/d.m ² 8h, 3000 W 30%	Reduktion Heizkosten 13% jährl.
U-Wert	12 cm Aufbauhöhe 20 cm Aufbauhöhe	0,94 W/m ² .K 0,47 W/m ² .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% 12.4%	erhöhte Beschattung erhöhte Transpiration
Morakinyo et al. (2018)	Hong Kong (Cfa)	1500 kWh 1900 - 3000 kWh	pro Sommertag bei 7.2% 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

Mikroklimaefekte Vertikales Grün



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

Projekt GreenSkin

ENVI-met Mikroklimasimulationen

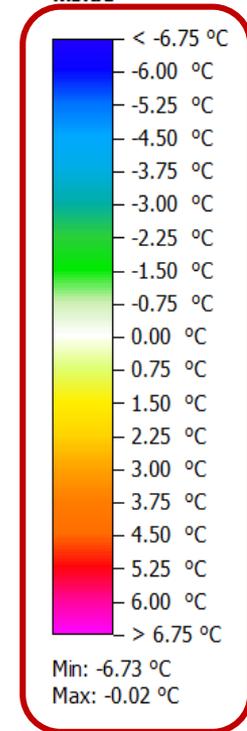
MAINZ – SQ vs. South Greening, 16 h



Nach zweiwöchiger Hitzewelle:

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

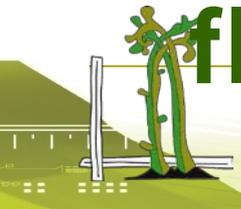
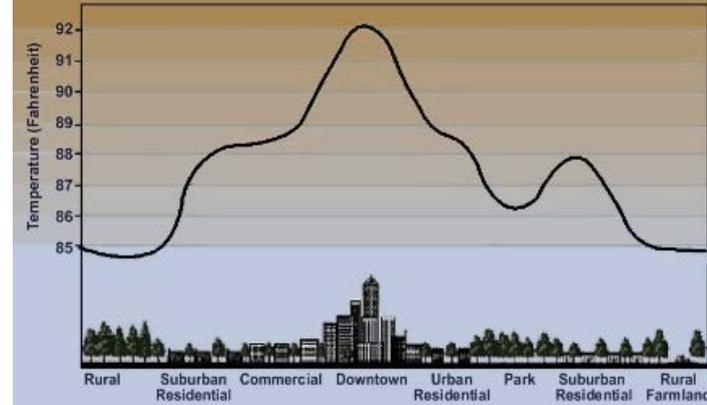
Wall: Temperature Node 7/
inside



Skala
beachten!

Vision & Mission

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



Mission

➤ Keine singulären Problemlöser!

➤ Beschattung & Transpiration

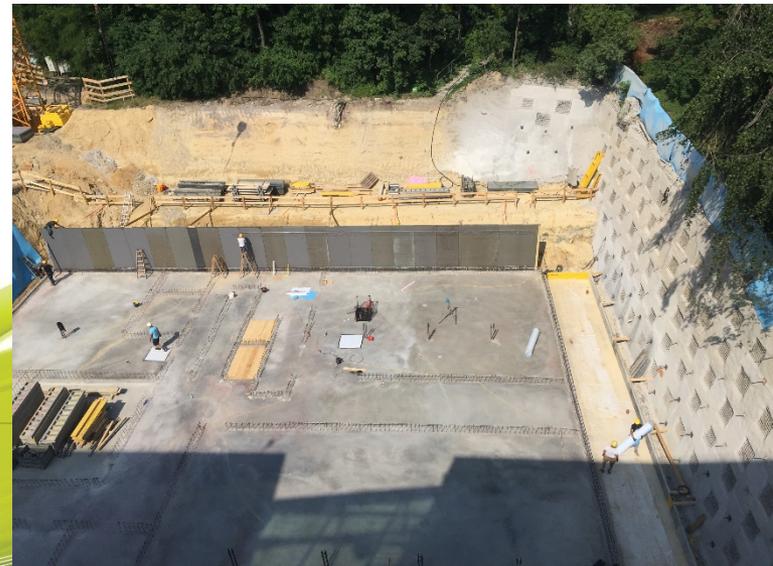
➤ Do's & Don'ts

- 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



