

Clarity4ClimateResilience: „In meiner Region - Expertenstudien“

Hilfestellung für die Stadtplanung für das Verständnis
von Klimawandelrisiken und die Entwicklung und
Einführung von Klimaanpassungsplänen

Wolfgang Loibl & Tanja Tötzer AIT Austrian Institute of Technology GmbH

wolfgang.loibl@ait.ac.at, tanja.toetzer@ait.ac.at

Claudia Hahn & Robert Goler ZAMG, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

claudia.hahn@zamg.ac.at, robert.goler@zamg.ac.at

Wilfried Hager Magistrat der Stadt Linz, Stadtplanung

wilfried.hager@mag.linz.at

Denis Havlik, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Projektkoordinator

denis.havlik@ait.ac.at ; +43 664 620 7638



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik



Stockholms
stad



verändert



Länsstyrelsen
i Jönköpings län



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 730355.



EU-Projekt CLARITY im Überblick

Klimawandel und Städte: urbane Hitzeinseln

Linz im Wandel – Stadtentwicklung und Klimawandel

Klimasimulation für die Gesamtstadt

Simulation, Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

Mikroklima-Effekte – aktuelle Situation

Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

Validierung

Zusammenfassung

Ihre Fragen und Antworten

Bereitstellen von Klima-Services
für Klimaschutz der Bevölkerung und
städtischer Infrastrukturen
in unterschiedlichen räumlichen Skalen

Warum?:

- Klimawandel hat große Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft
Gesundheit – Investitionen - Umwelt
- Vorausschauende Planung stärkt die Widerstandsfähigkeit der Städte

IKT-Klimaservices (Grobanalyse)

Software, Tools, Apps ...

benutzerfreundliche und datengesteuerte Tools, für eine erste Grobanalyse

Klima-Services von Experten (Detailanalysen)

*Consulting, Integration,
Modellierung...*

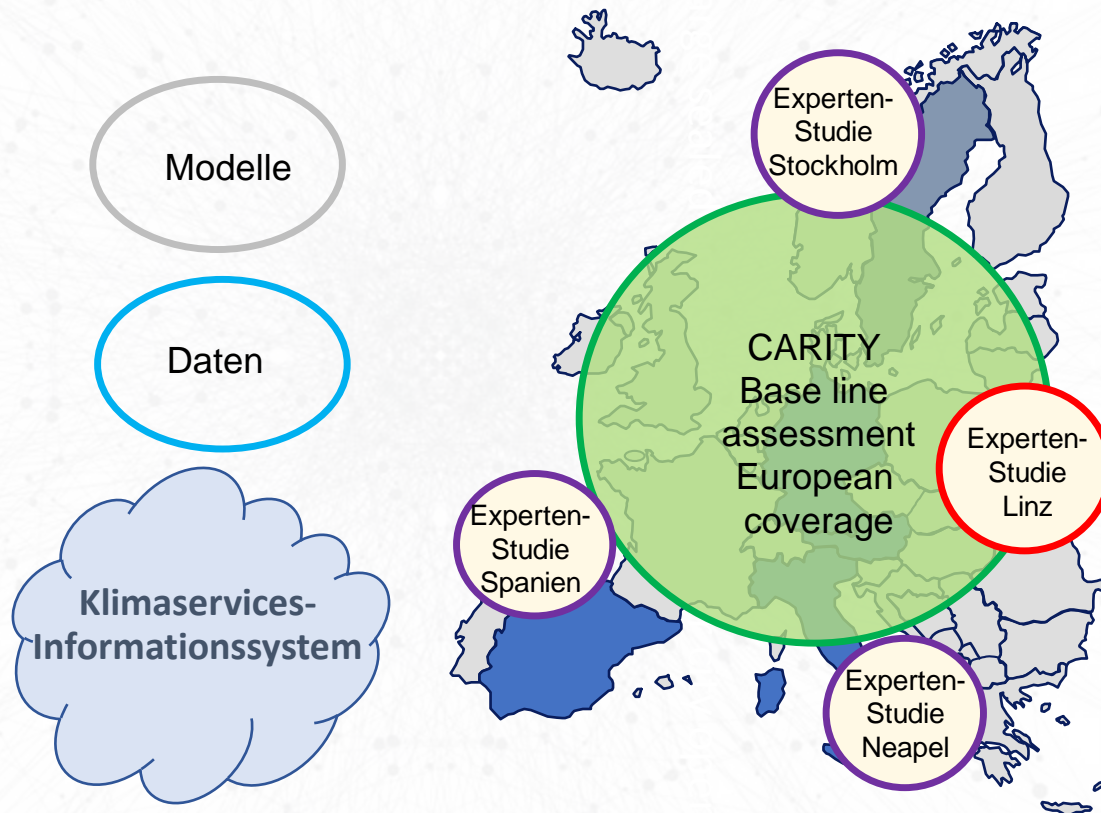
individuelle ortspezifische Klimawandel-
Risikobewertung, Wirkungsanalyse,
Anpassungsplanung (Expertenstudien)

Informationssystem über Klimaservices (Plattform)

"Alles gemeinsam": Katalog, Portal, Plattform,
Marktplatz, Community



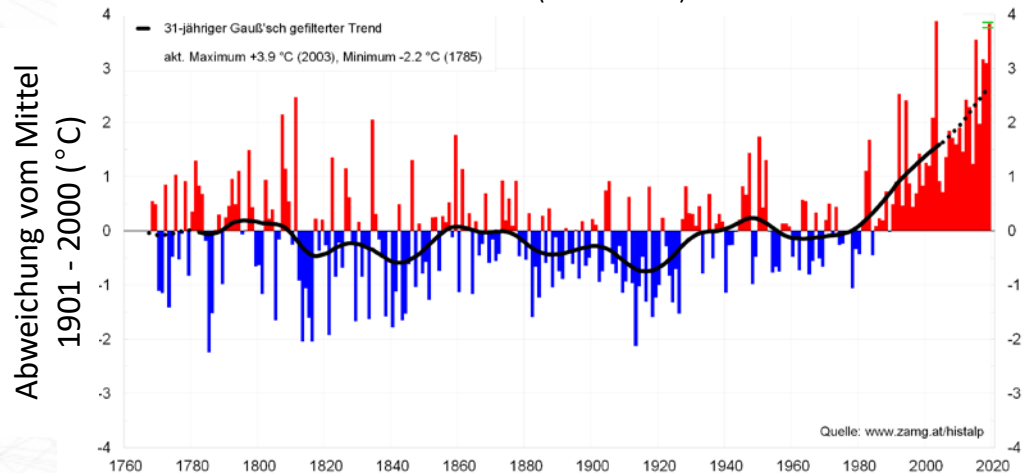
CLARITY-Projektstruktur:





Temperaturanstieg im Sommer

In Österreich (Talstationen)



Beobachtungen zeigen:

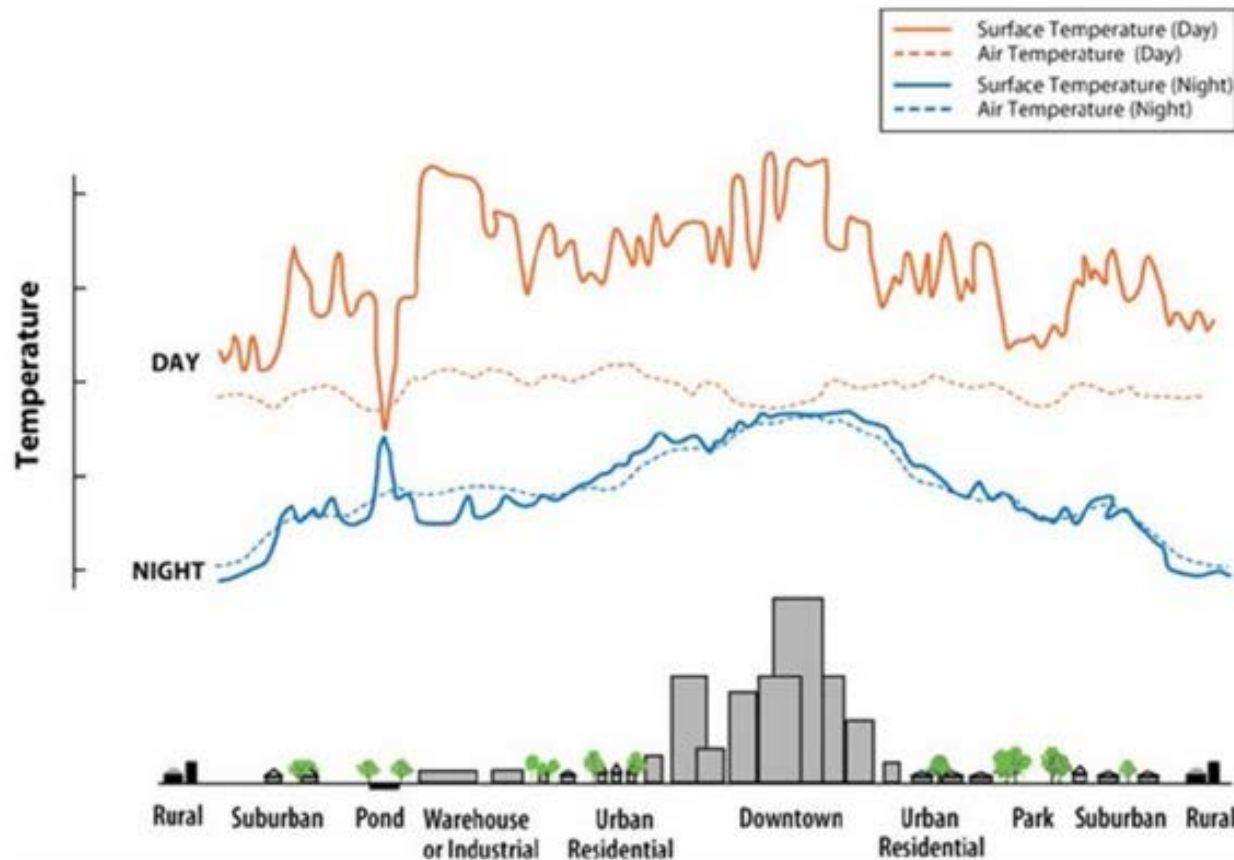
- Hitzewellen entstehen öfter
- Hitzewellen dauern länger
- 7 der heißesten Sommer fanden während der letzten 10 Jahre statt

Die 10 wärmsten Sommer im Beobachtungszeitraum

1811

1992 2003 2015 2018 2019
1994 2012 2013 2017





Indikator:

Temperaturdifferenz
zwischen Land und Stadt
(v.a. in der Nacht)

Paradigmenwechsel:

- Viele Hitzeinseln in der Stadt
- in Abhängigkeit von
Bebauung, Versiegelung,
Begrünung
- Beachtung der
Temperaturdifferenzen
innerhalb der Stadt

EU-Projekt CLARITY im Überblick

Klimawandel und Städte: urbane Hitzeinseln

Linz im Wandel – Stadtentwicklung und Klimawandel

Klimasimulation für die Gesamtstadt

Simulation, Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

Mikroklima-Effekte – aktuelle Situation,

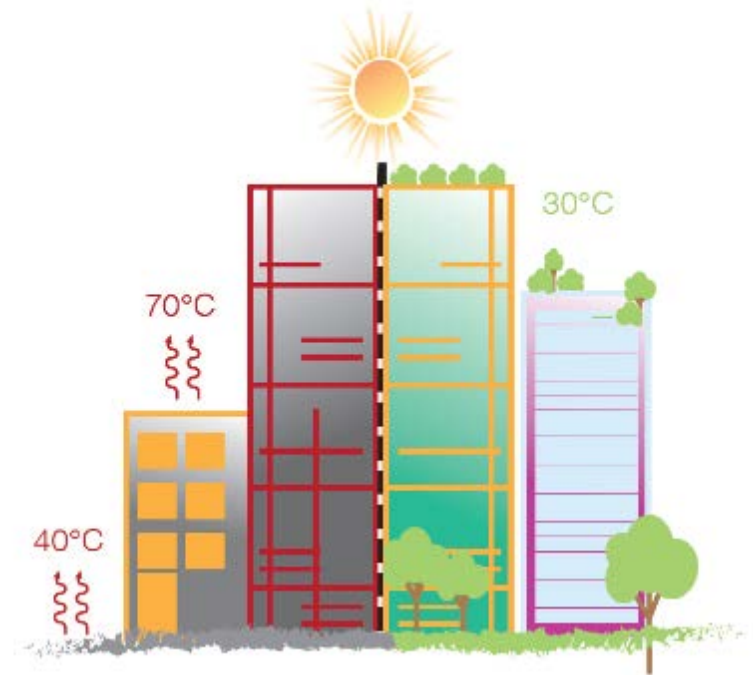
Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

Validierung

Zusammenfassung

Ihre Fragen und Antworten

- Städte sind gekennzeichnet durch
 - dichte Bebauung und **Versiegelung**
 - und **wenig** offene Fläche und **Vegetation**
- Hinzu kommen: **anthropogene (Wärme-) emissionen** durch Industrie, Verkehr und Haushalte
- Die **Verdunstung** ist **reduziert**
- Die **Durchlüftung** durch enge Straßen ist **gering**



https://smartcities.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/3/Plakat_Hitze-in-der-Stadt_neu.pdf



- Linz hat rund 200.000 Einwohner und ist Landeshauptstadt, Industriestadt und Zentrum des oberösterreichischen Zentralraumes
- Linz hat große versiegelte Plätze und wenig innerstädtische Grünflächen
- Linz entwickelt sich vertikal – zahlreiche “Hochhäuser” wurden in den letzten zwei Jahrzehnten gebaut, weitere sind in Planung

→ Linz wächst und wird verdichtet

- Linz ist damit vom Klimawandel stark betroffen





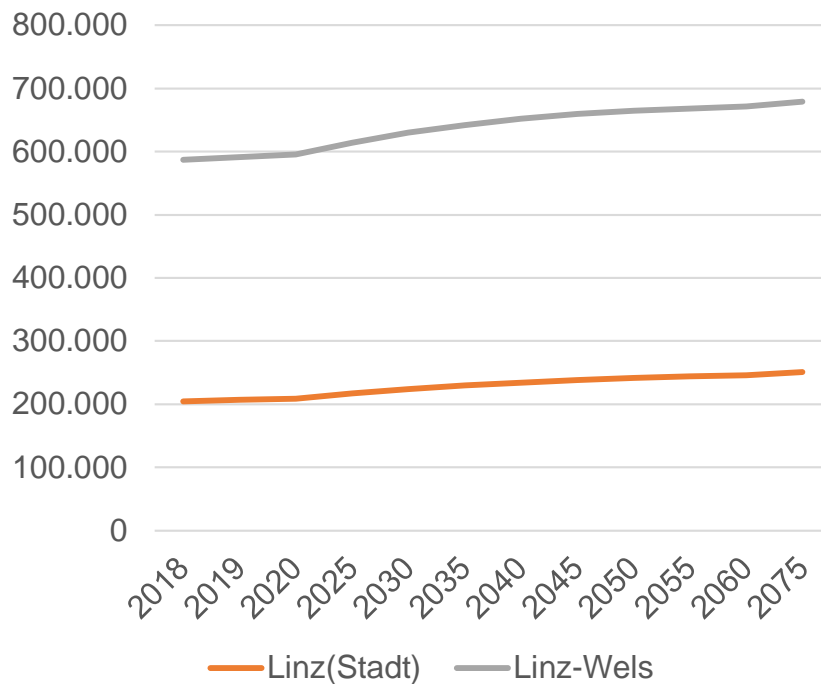
Bevölkerungswachstum – ÖROK-Projektionen

Der OÖ Zentralraum ist eine der am stärksten wachsenden Regionen in Ö.

Linz Stadt (208.000 EW) wird bis 2040 um 35.000 EW wachsen (**14 %**)

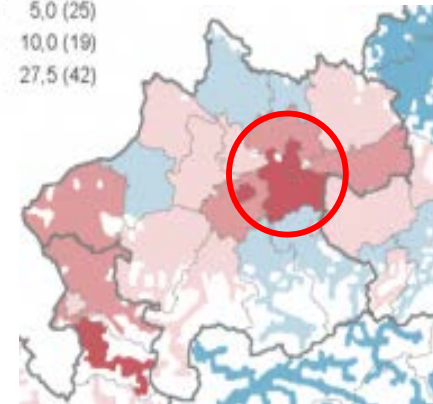
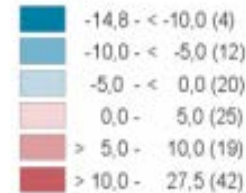
Linz Region (595.000 EW) wird bis 2040 um 65.000 EW wachsen (**11 %**)

Linz-Stadt und Linz-Region



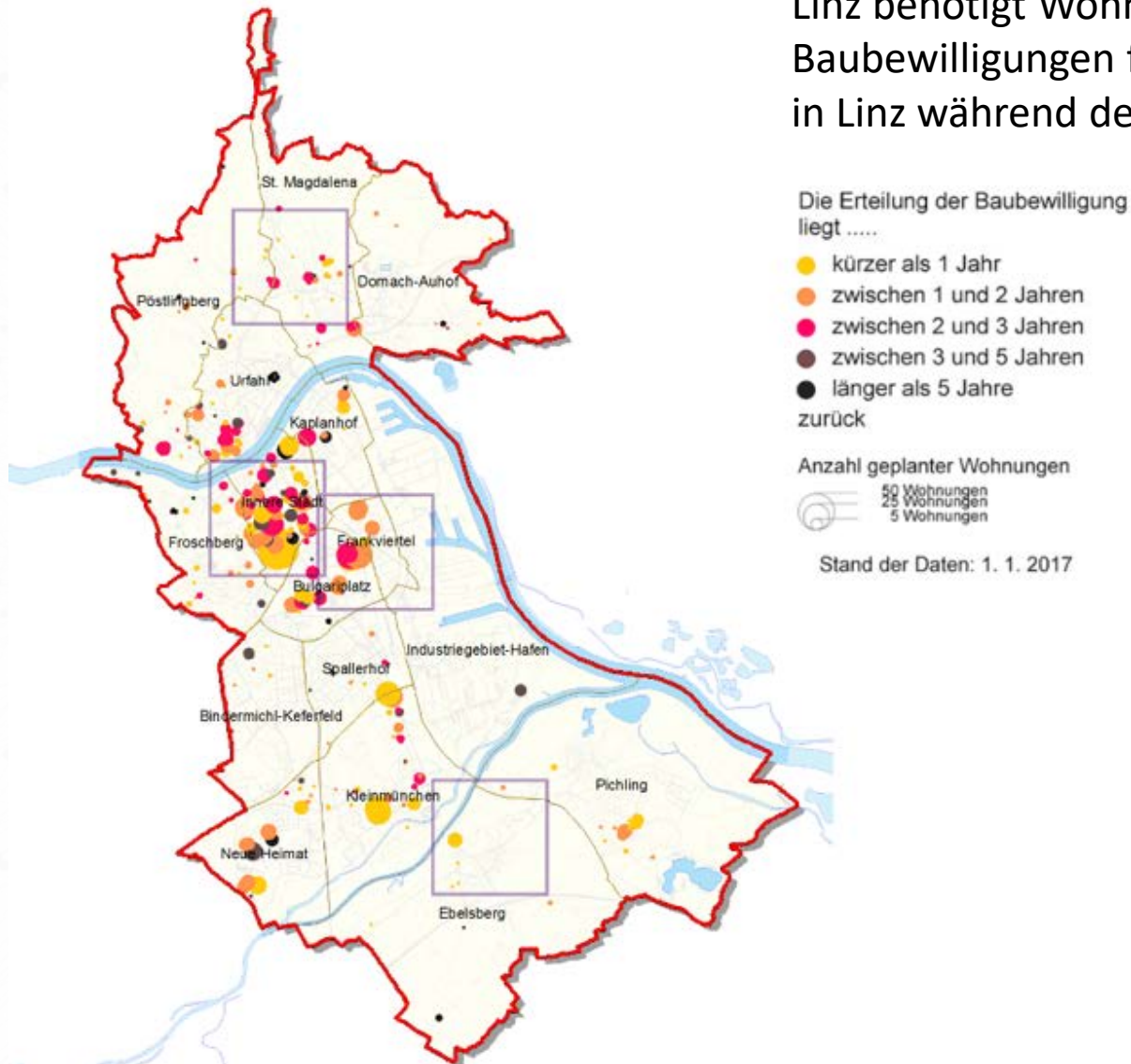
Regionales Bevölkerungswachstum
2018 – 2040

In Prozent





LinZ benötigt Wohnraum und Büroflächen:
Baubewilligungen für neue Bauvorhaben
in LinZ während der letzten Jahre



EU-Projekt CLARITY im Überblick

Klimawandel und Städte: urbane Hitzeinseln

Linz im Wandel – Stadtentwicklung und Klimawandel

Klimasimulation für die Gesamtstadt

Simulation, Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

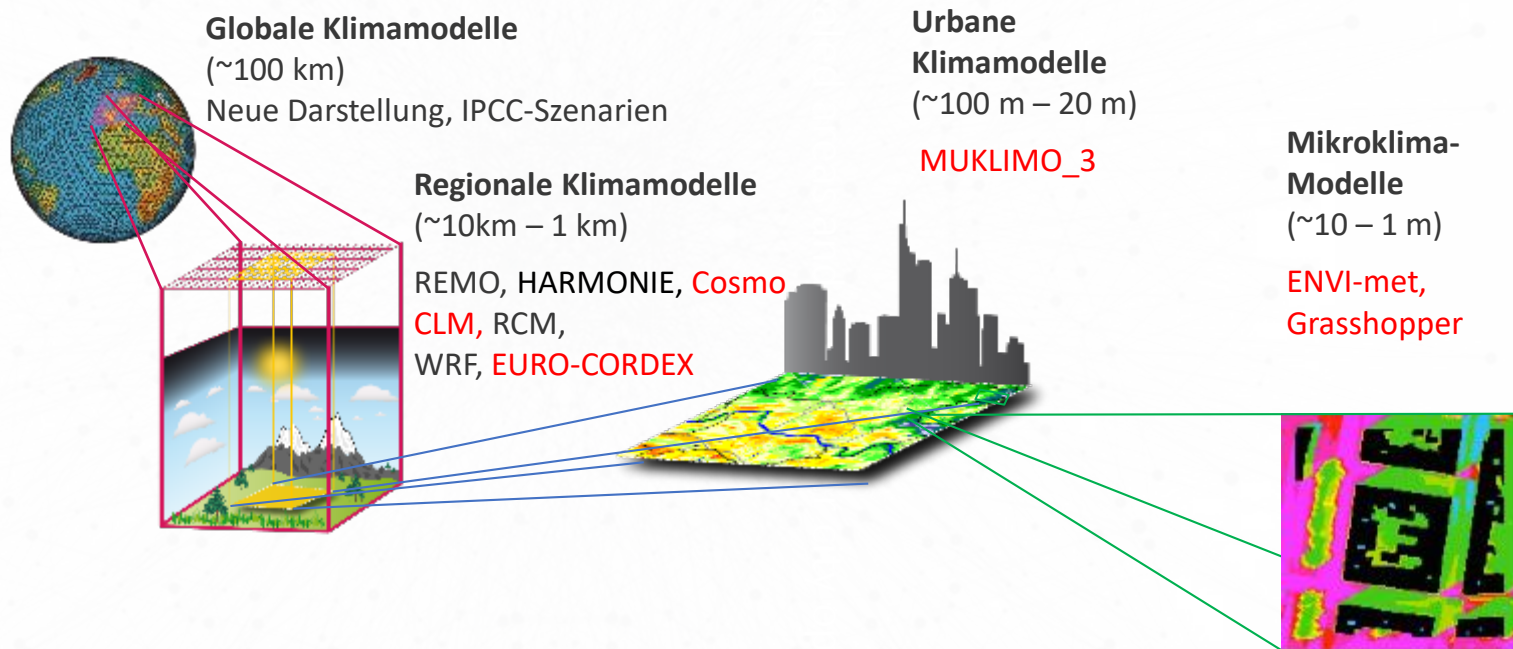
Mikroklima-Effekte – aktuelle Situation,
Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung
Validierung

Zusammenfassung

Ihre Fragen und Antworten

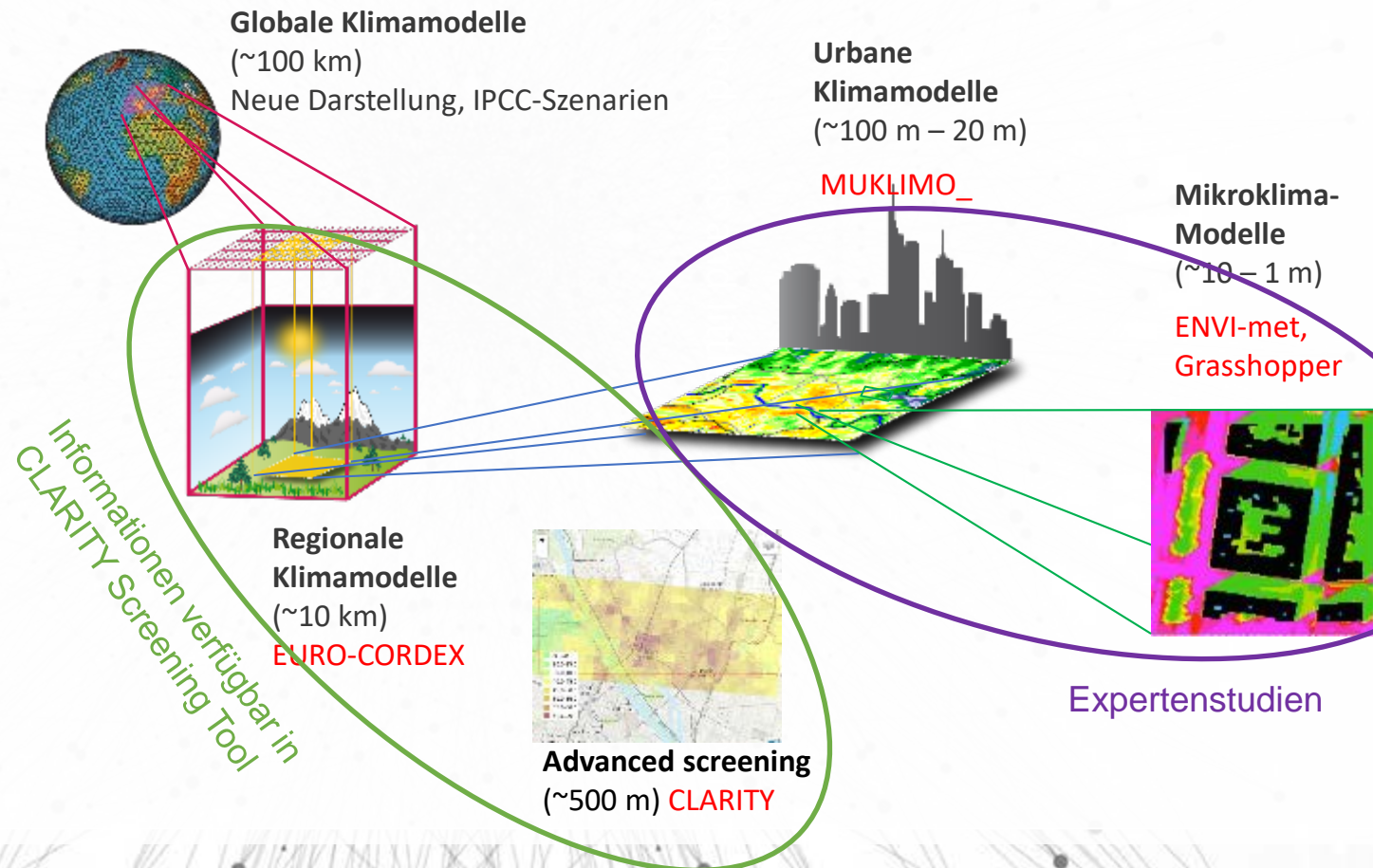


Analyse der Wirkung von Maßnahmen für unterschiedliche räumliche Skalen: Einsatz verschiedener Klimamodelle





Analyse der Wirkung von Maßnahmen für unterschiedliche räumliche Skalen: Einsatz verschiedener Klimamodelle

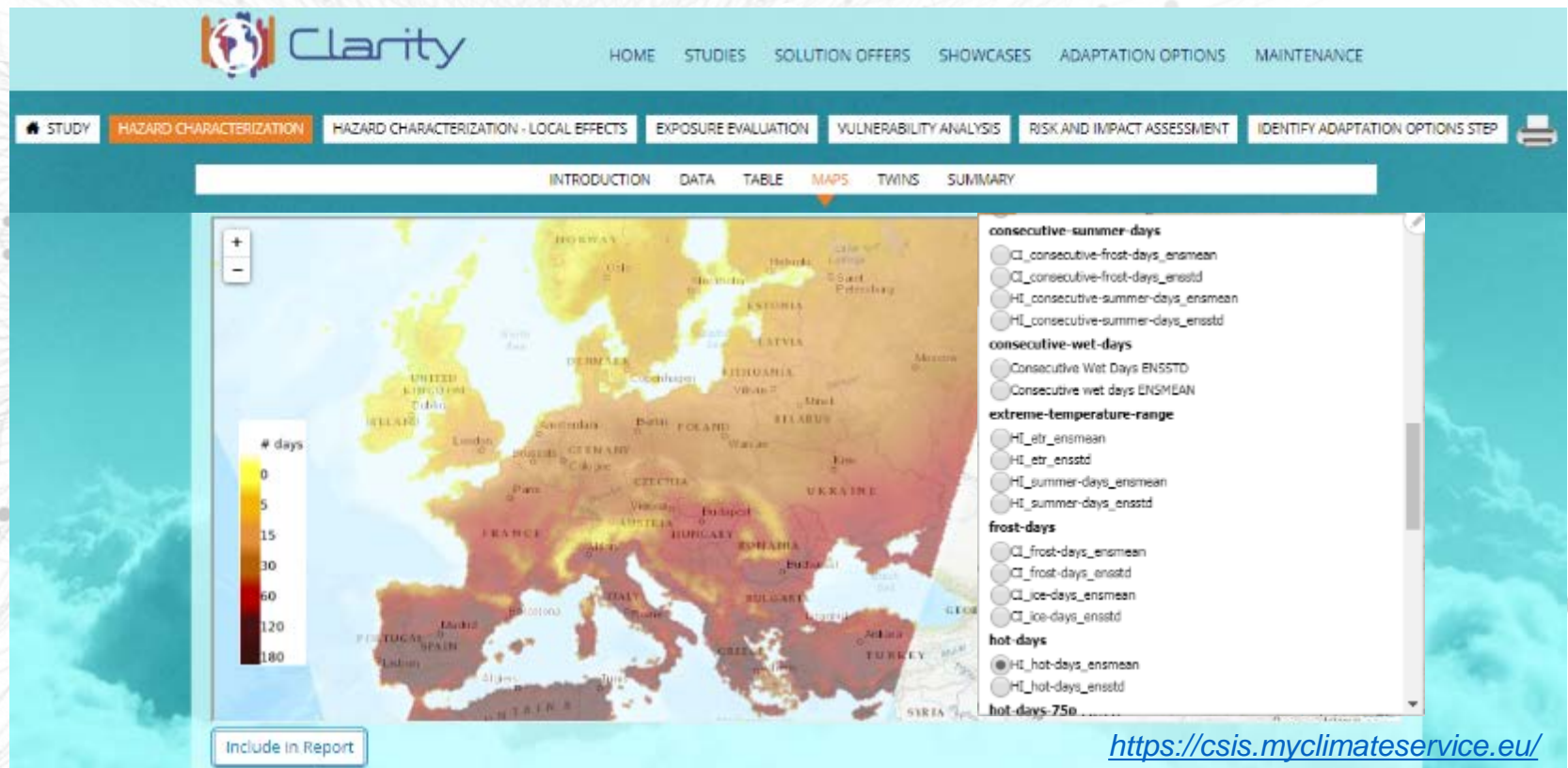




EURO-CORDEX (~12 km x 12 km)

→ **Wichtig um abzuschätzen, wie sich das Klima ändern wird**

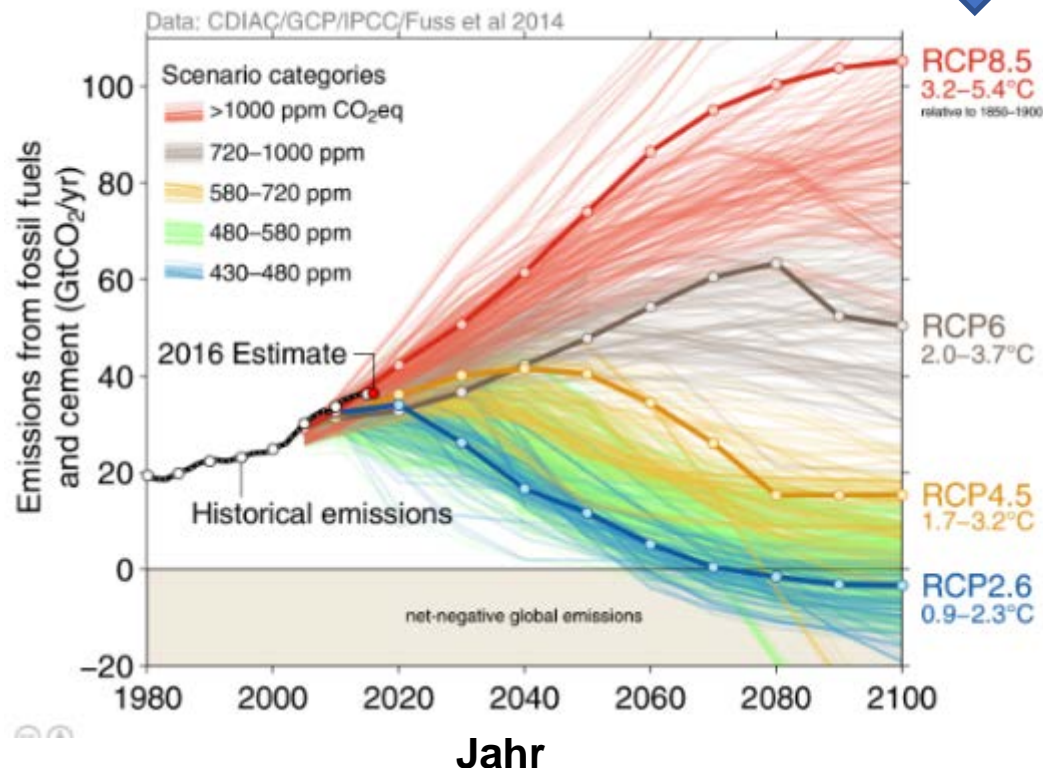
→ Änderung der Intensität, Häufigkeit und Verteilung von Extremereignissen





Das künftige Klima hängt in hohem Ausmaß von der Entwicklung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre ab.

Representative Concentration Pathways (RCPs)



Kein Klimaschutz / worst case (RCP8.5)

Temperaturanstieg: 3,2 – 5,4 °C

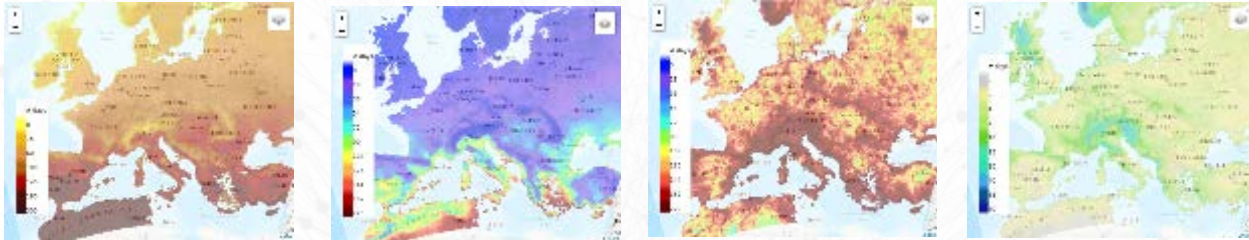
Begrenzter Klimaschutz (RCP4.5)

Temperaturanstieg : 1,7 – 3,2 °C

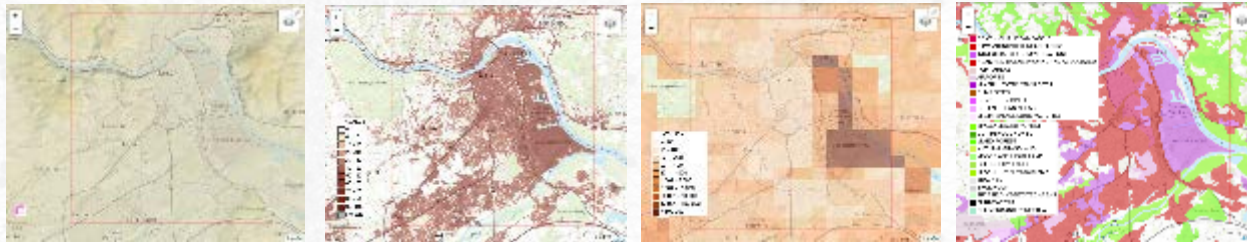
Konsequenter Klimaschutz (RCP2.6)

Temperaturanstieg : 0,9 – 2,3 °C

Quelle: IPCC, *Climatenexus.org*, Neil Craik, University of Waterloo



21 Klima-Indices für ganz Europa (12 km x 12 km; 3 Emissionsszenarien (RCP2.6 (konsequenter Klimaschutz), RCP4.5 (begrenzter Klimaschutz), RCP8.5 (kein Klimaschutz)); 1 historischer + 3 zukünftige Zeiträume): Anzahl Sommertage, Tropennächte, heiße Tage, Trockentage, Anzahl Tage mit viel Niederschlag etc.

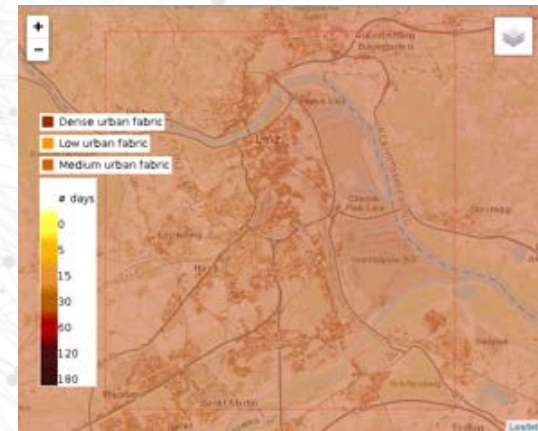
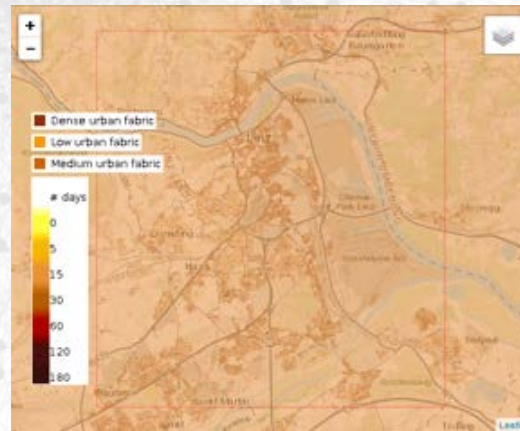
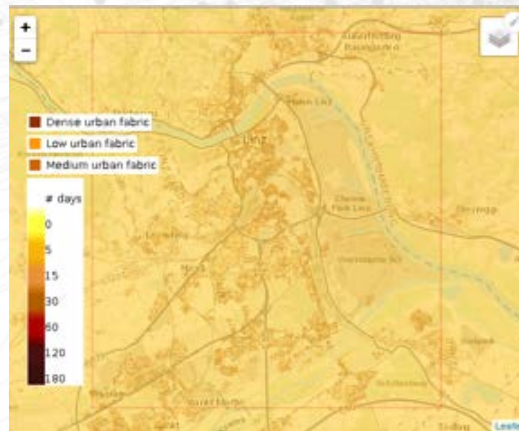
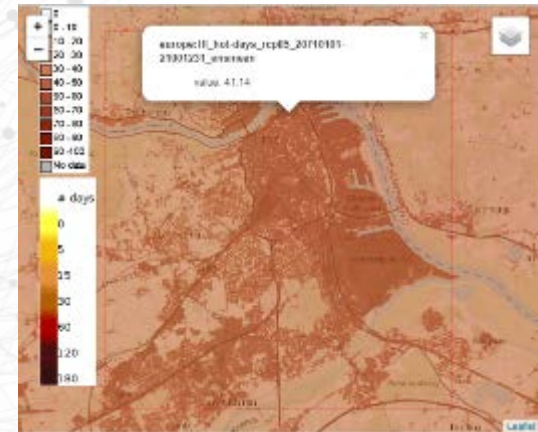
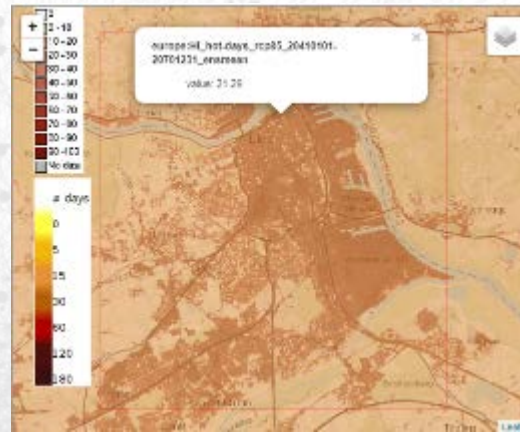
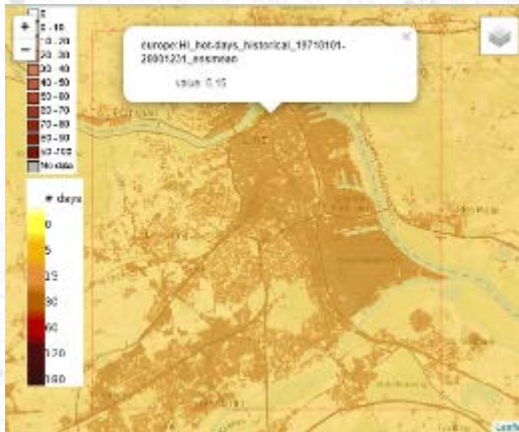


Zusätzliche Datensätze von Copernicus, z.B. Höhenmodell, Versiegelungsgrad, Land-Inanspruchnahme pro Person, Corinne Landcover-Daten, etc.



13 CLARITY hoch aufgelöste Landnutzungsdatensätze für >400 urbane Gebiete: Gebäude, Grünflächen, Straßen, ...

Klimaindex: Heiße Tage ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$), Worst-Case-Szenario (kein Klimaschutz)

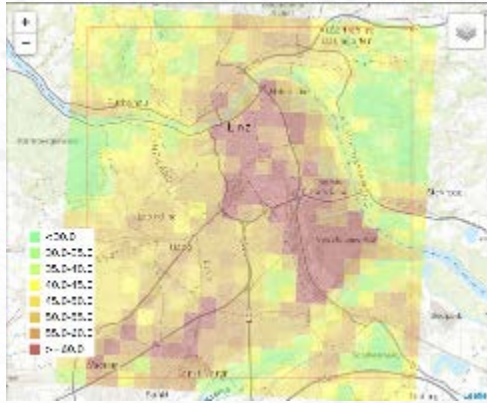


1971-2000

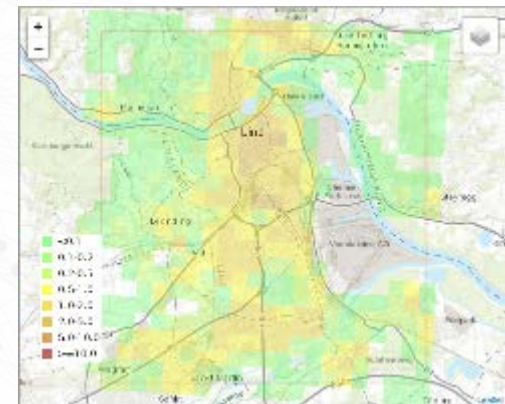
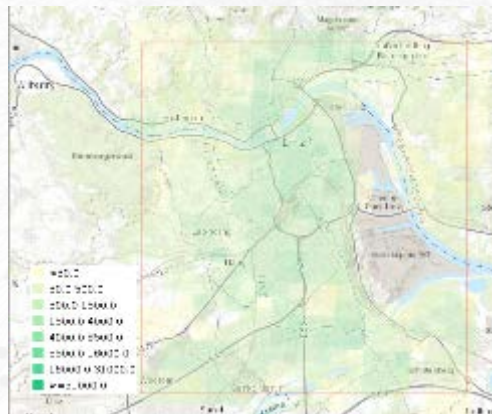
2041-2070

2071-2100

Screening-Projekt: auf Anfrage berechnet (500 m x 500 m-Auflösung, 3 Emissionsszenarien, 4 Zeiträume, 3 Ereignisse: ca. 15 min Berechnungszeit)



„Lokale Effekte der Gefährdung“ = durch die Landnutzung modulierte Hitzegefahr (mittlere Strahlungstemperatur).



Exposition (Bevölkerung)

Auswirkung (Komfort, Mortalität, Kosten)

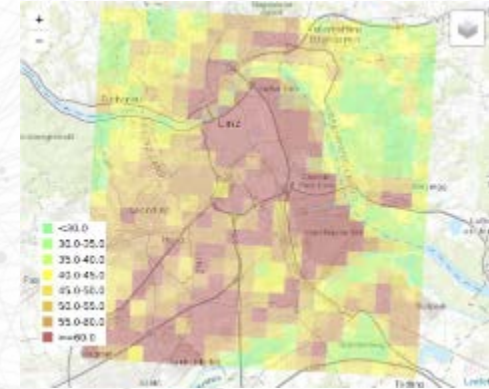
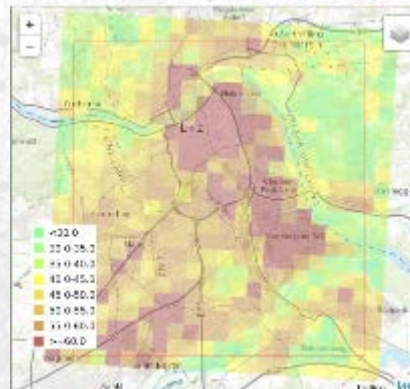
Hitzebelastung steigt, auch ohne Veränderungen des Stadtgefüges!

Klimaszenarien

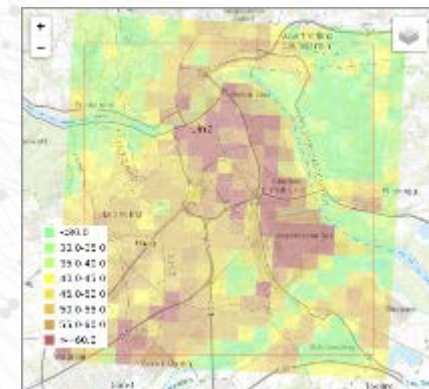
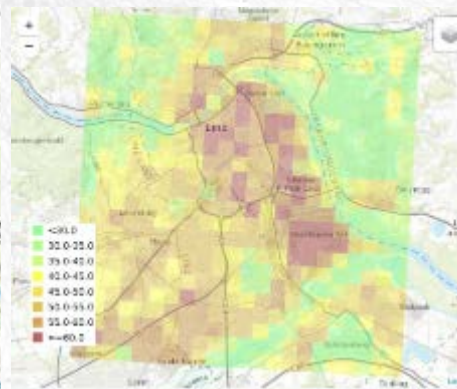
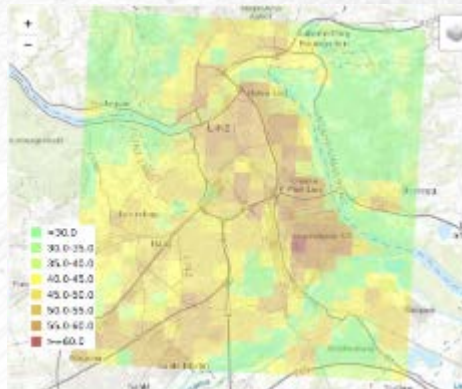
RCP8.5: Business-as-usual

RCP4.5: Wirksame Maßnahmen

Quelle: CLARITY erweitertes Screening, MRT, jährliches Auftreten



RCP 8.5



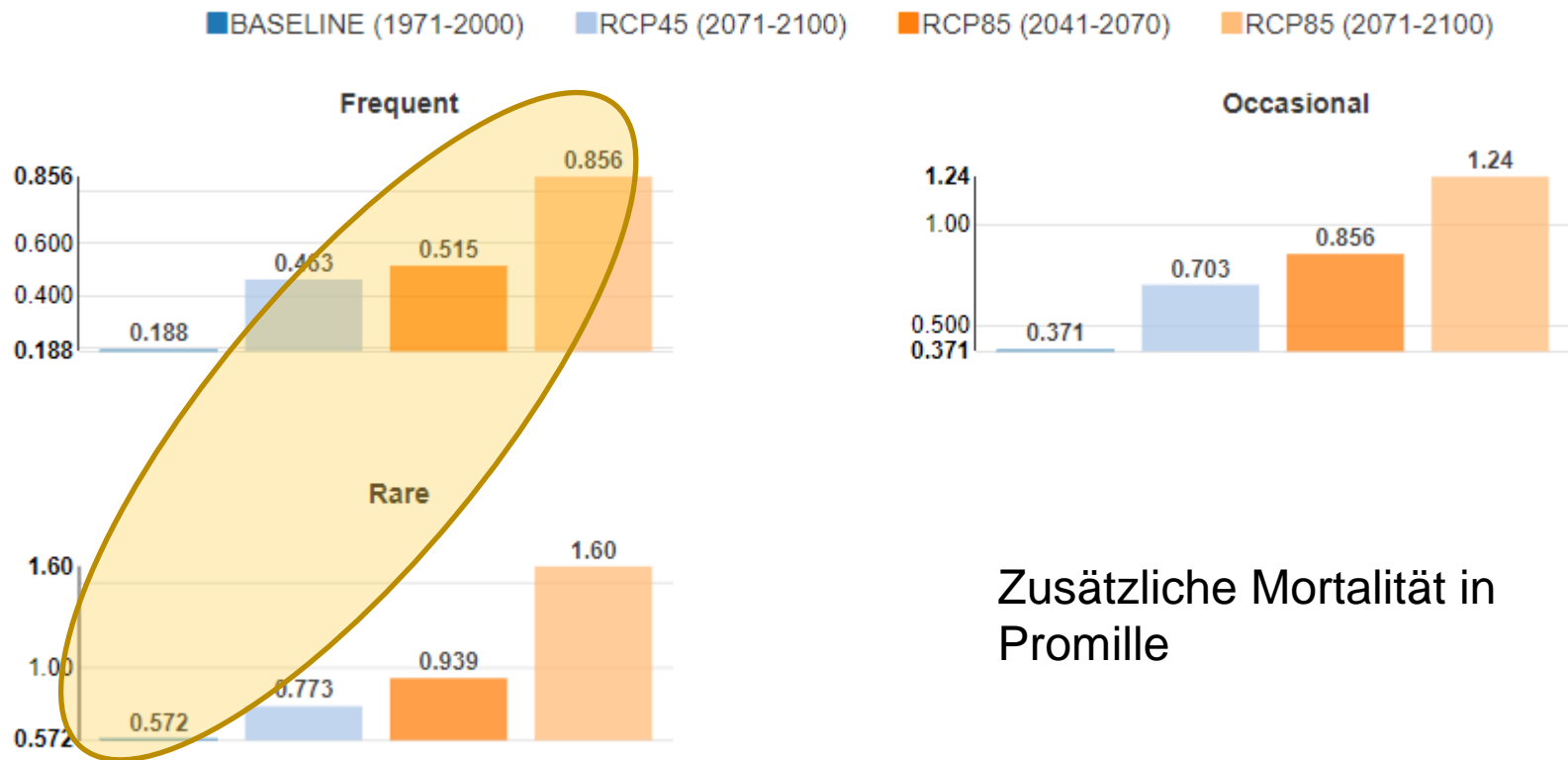
RCP 4.5

1971-2000

2021-2050

2071-2100

Vergangene „20-Jahre-Hitze“ wird Mitte/Ende des Jahrhunderts jährlich auftreten



Zusätzliche Mortalität in Promille



Drainage areas

The bios

Green areas

Increase

Green corridors

Green ar
and veg

Green insulated building

This stra
indoor aGreen ventilated
buildingsThis stra
indoor aNew rain gutters, ditches
and manholes

Reflective green building

This stra
indoor a

Standard Park

Green ar

Standard Park

Green ar

Urban green spaces

The use
high tra

Water park

Area cha

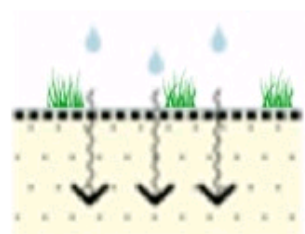
Water park

Urban a

Adaptation Options

Grassed joint pavements

Overview



Description: Outdoor floors, made with tiles, slabs or blocks of various materials, may include the presence of grassy joints. The filling of the cavities, with openings of different number and size depending on the type, is composed of vegetable soil with spontaneous or cultivated herbaceous species. Depending on the type of substrate present under the pavement, the percentage of infiltration can even reach 100%. This type of flooring cannot support heavy loads, therefore it can only be used for pedestrian areas, parking lots or streets with a limited intensive use.

Climate benefits

Cost estimate

Cost development: 35.00 €/m²**Cost retrofitting:** 42.10 €/m²

Adaptation Option effects

Applicable to: Built open spaces **Local effects**
Roads
change

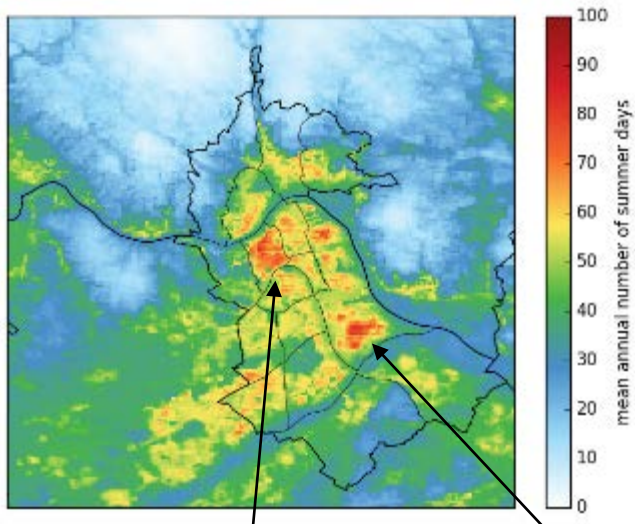
- heat hazard --
- river flooding hazard ---
- Albedo = 0.4
- Emissivity = 0.93
- Runoff = 0.45
- Surface temperature = 1.44
- Transmissivity = 1

Co-benefits

- Aesthetic value: +
- Water quality: +++
- Water collection and security: +++
- Health impacts: +
- Air quality: +++



Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)



Quelle: Land Oberösterreich - data.ooe.gv.at

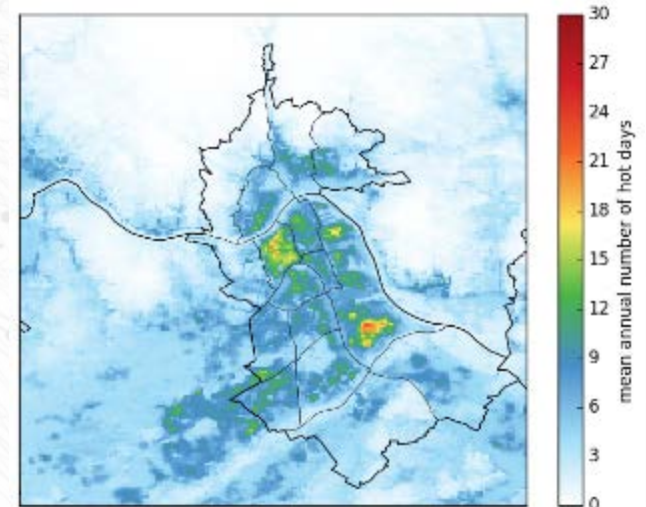
Höhere räumliche Auflösung (100 m)

Verschiedene Klima-Indices

MUKLIMO_3 – Stadtklimamodell

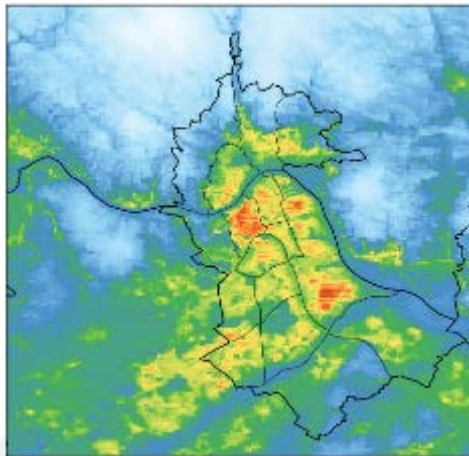
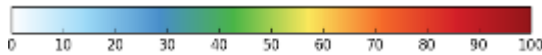
- Einfluss der Landnutzung, der dichten Bebauung werden berücksichtigt
- **Identifikation von „Hot Spots“**

Hitzetage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)

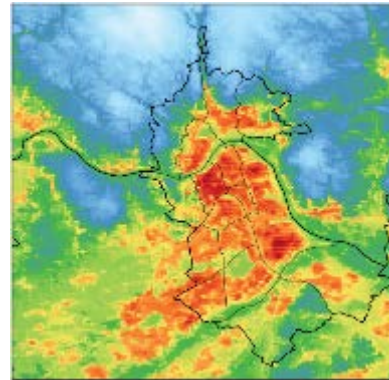




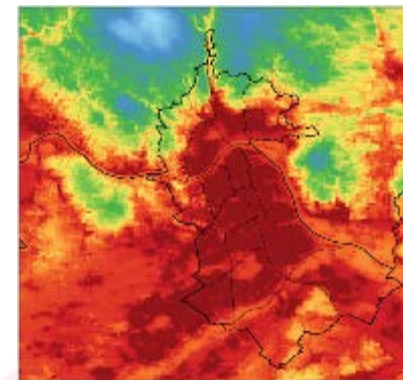
Mittlere jährliche Anzahl
an Sommertagen ($T_{\max} \geq 25\text{ °C}$), Ensemblemittel



1971-2000



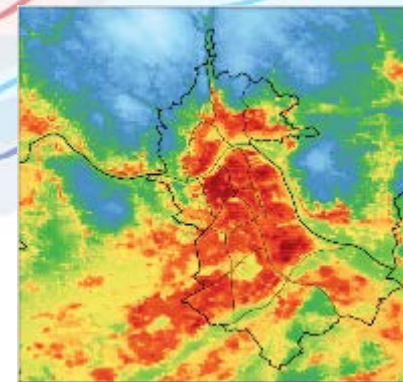
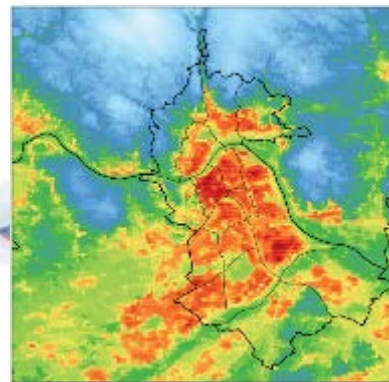
2021-2050



2071-2100

**Kein
Klima-
schutz**

**Be-
grenzter
Klima-
schutz**



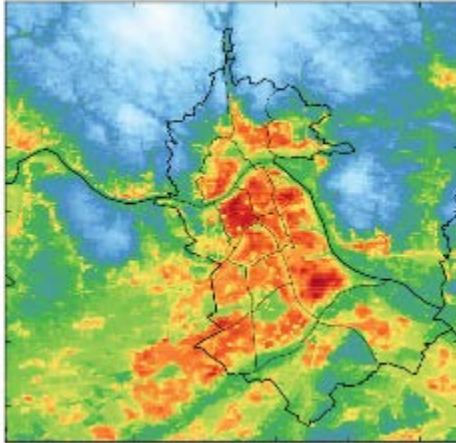


Mögliche Anpassungsmaßnahmen:

- Dach- oder Fassadenbegrünung
- Entsiegelung
- Erhöhung der Albedo
- Parks
- Wasserflächen



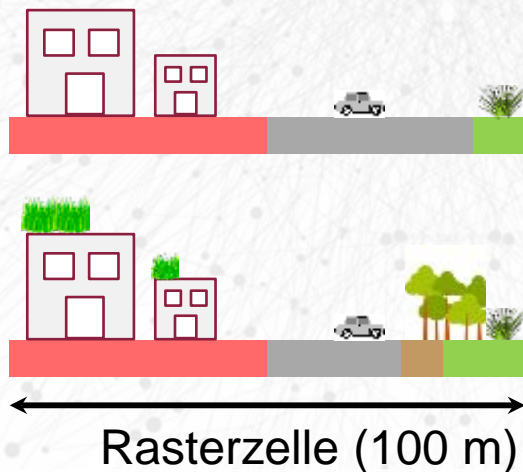
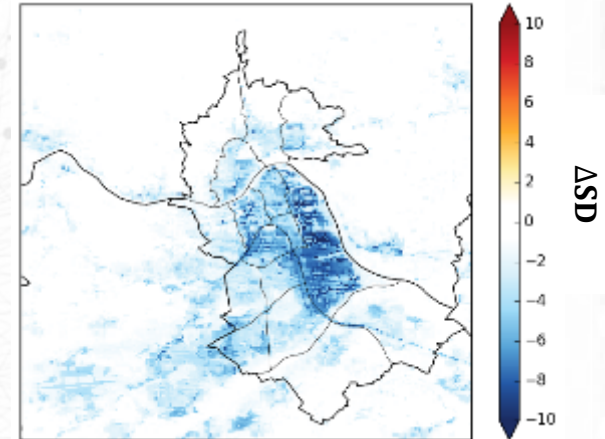
Referenzsimulation



Landnutzungsänderung



Unterschied bei Hitzebelastung

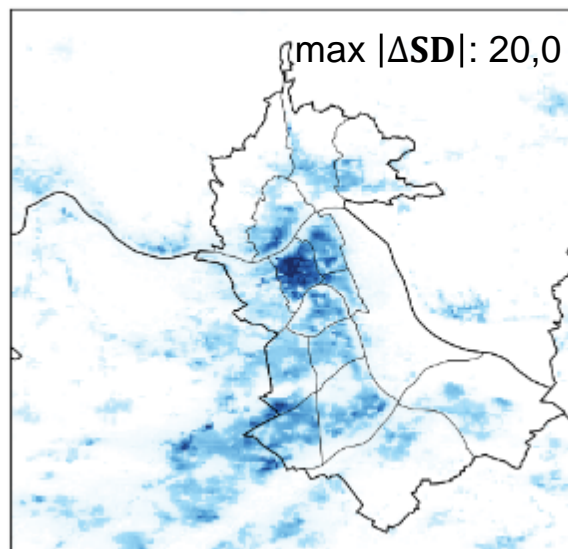


Anpassung

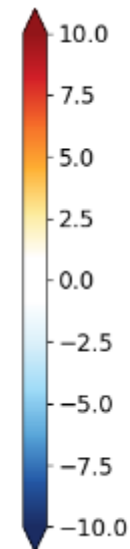
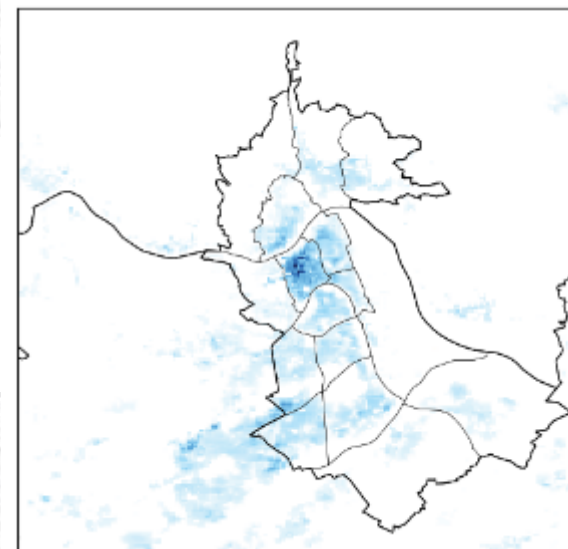
Unterschied in der Anzahl an:

- Sommertagen ($T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$),
- Hitzetagen ($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$),
- Tropennächten ($T_{\min} \geq 20 \text{ °C}$)

Maßnahmen: Erhöhte Albedo (Wände, Dächer, Straße), 50 % Dachbegrünung



Differenz der
Anzahl an
Sommertagen
($T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$)



Differenz der
Anzahl an
heißen Tagen
($T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$)

→ **Starke lokale Abkühlung durch eine Kombination von Maßnahmen**



EU-Projekt CLARITY im Überblick

Klimawandel und Städte: urbane Hitzeinseln

Linz im Wandel – Stadtentwicklung und Klimawandel

Klimasimulation für die Gesamtstadt

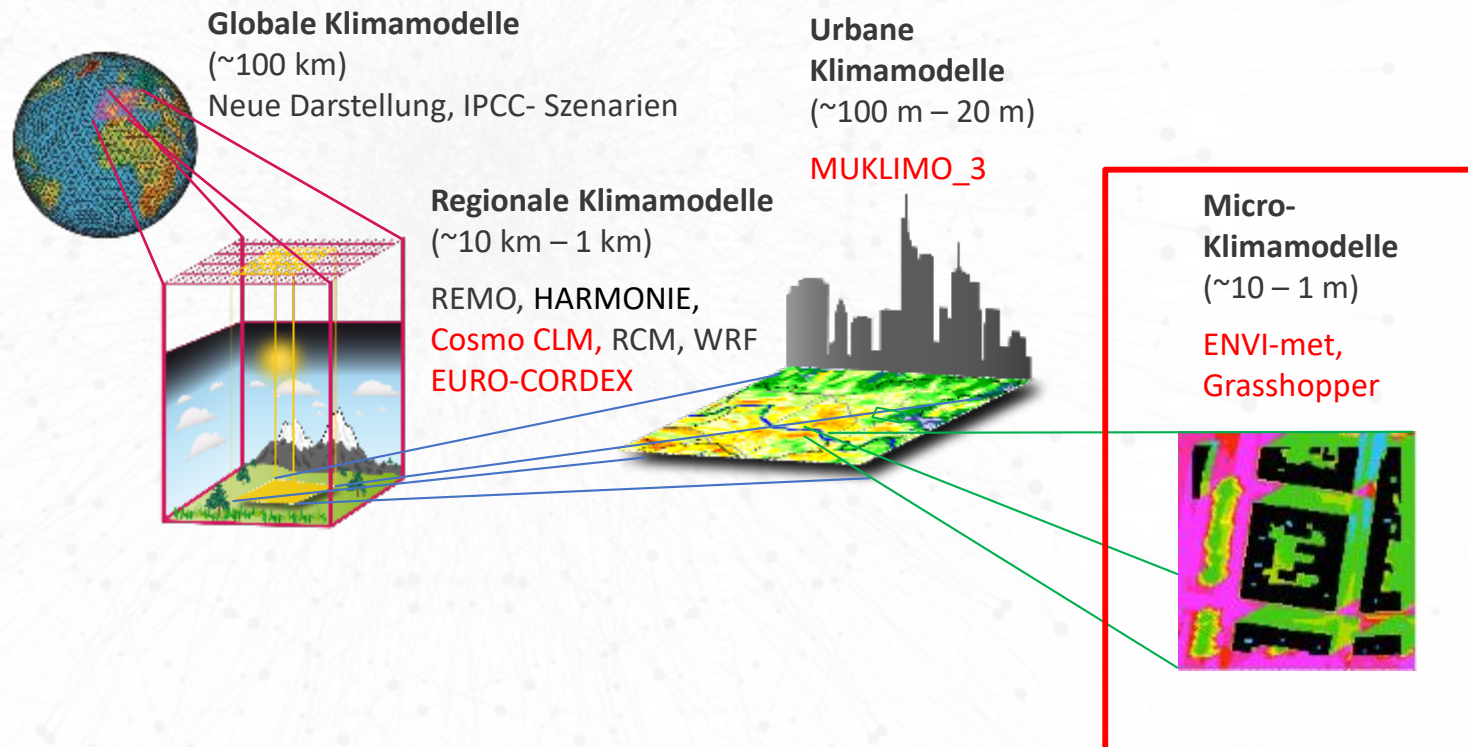
Simulation, Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

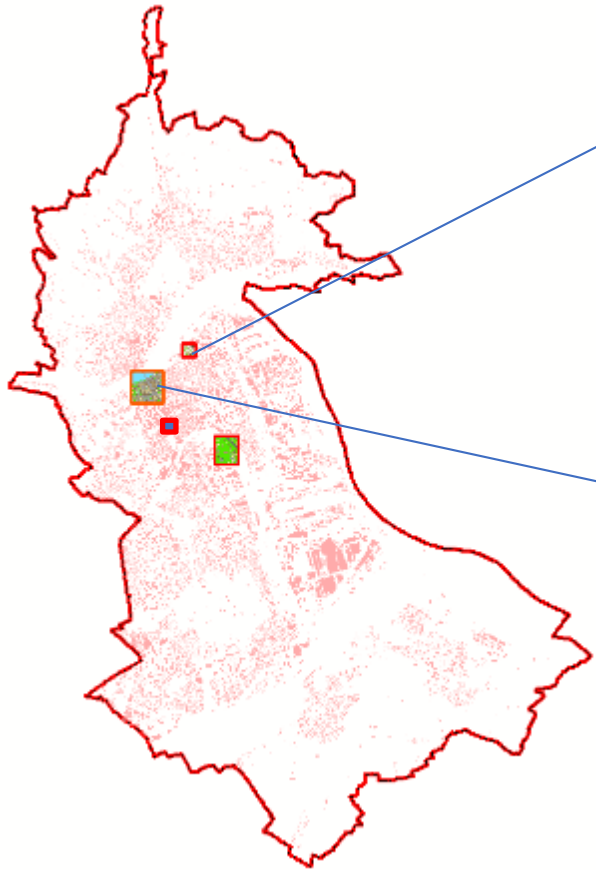
**Mikroklima-Effekte – aktuelle Situation,
Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung,
Validierung**

Zusammenfassung

Ihre Fragen und Antworten

Analyse der Wirkung von Maßnahmen für unterschiedliche räumliche Skalen: Einsatz verschiedener Klimamodelle





Tabakfabrik



Altstadt-Hauptplatz



Mittlere Strahlungstemperatur (Mean Radiant temperature - MRT)



MRT: Heiß in der direkten Sonne (45°C)

Angenehm im Baumschatten (28°C)

Aktuell



Zukunft





IST-ZUSTAND



SZENARIO

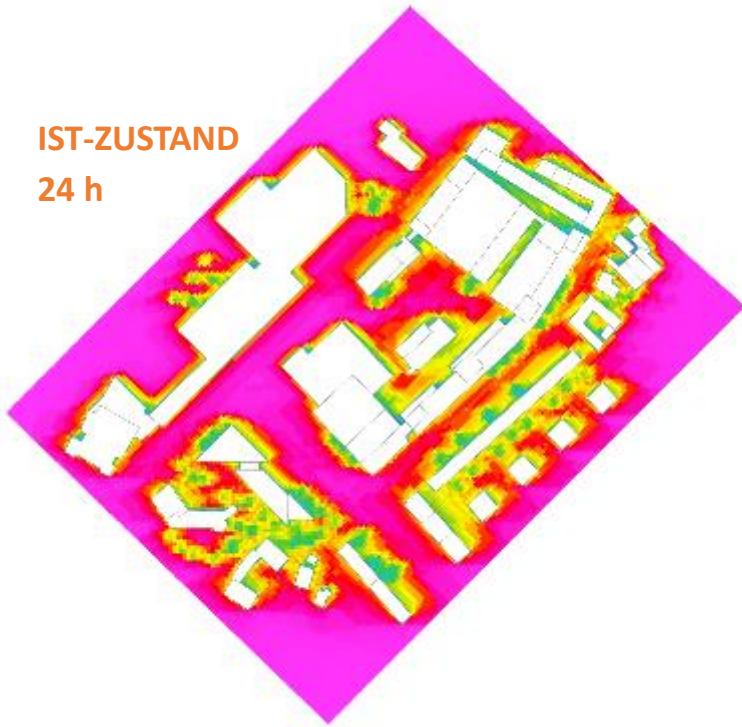


IST-ZUSTAND

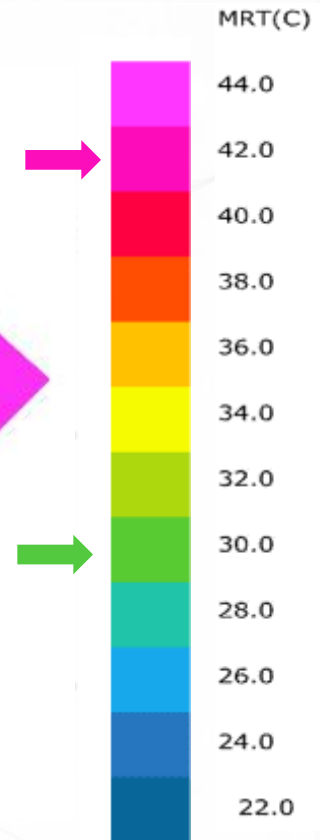
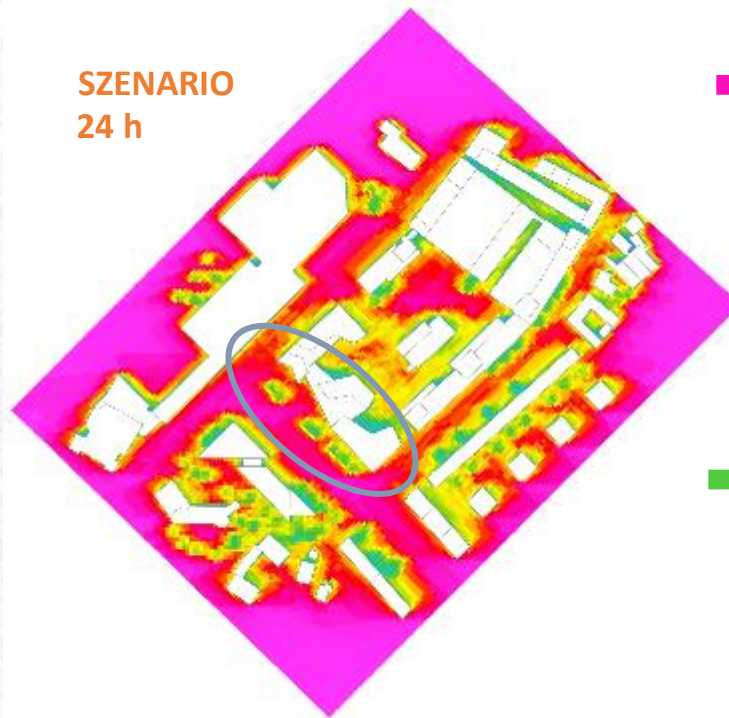


SZENARIO

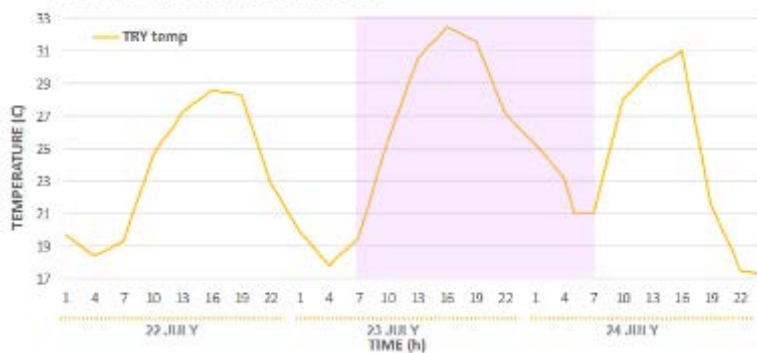
IST-ZUSTAND
24 h



SZENARIO
24 h



TYPICAL REFERENCE YEAR



MAX Tagestemp.: 33 °C

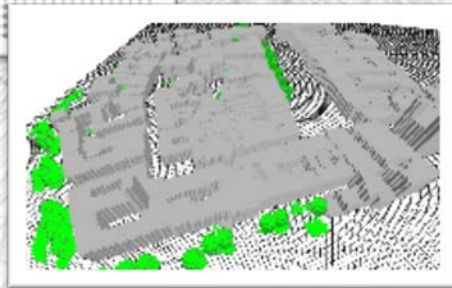
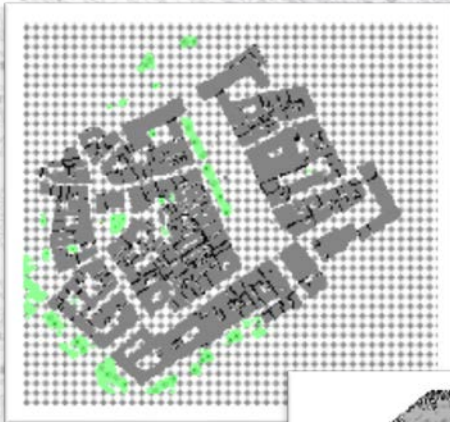
MIN Nachttemp.: 17 °C

max. MRT: 43,9 °C

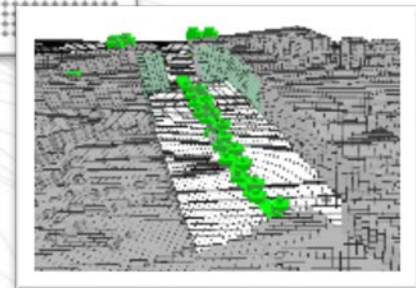
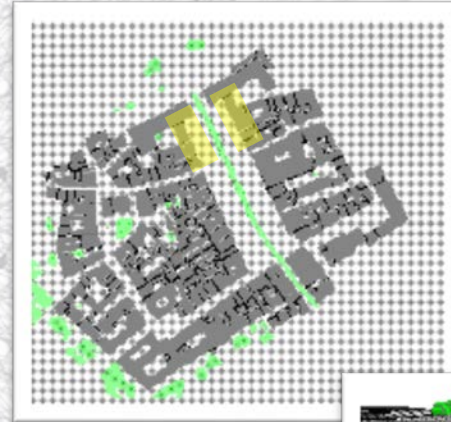
min. MRT: 22,6 °C



Bäume,
Freiflächenbegrünung



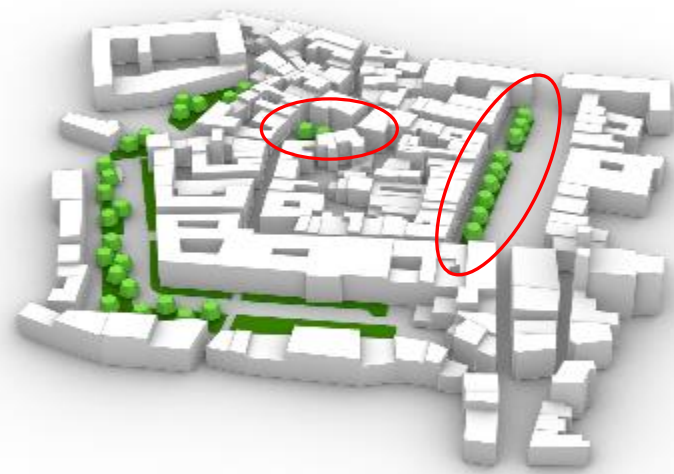
Fassadenbegrünung



Urban has large sealed areas and little inner-city open green



IST-ZUSTAND



SZENARIO



IST-ZUSTAND

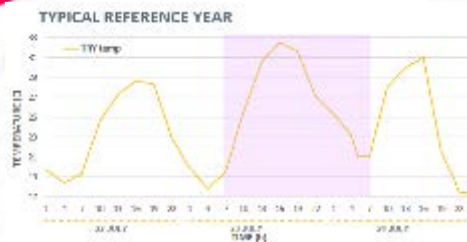
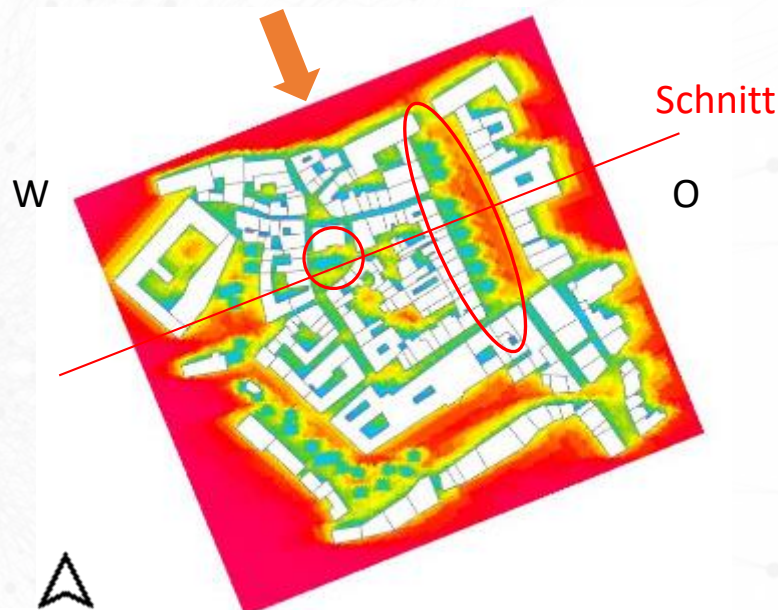


SZENARIO

IST-ZUSTAND 24 h



SZENARIO 24 h



Hitzetag

max. Tagestemp.: 33 °C

min. Nachttemp.: 17 °C

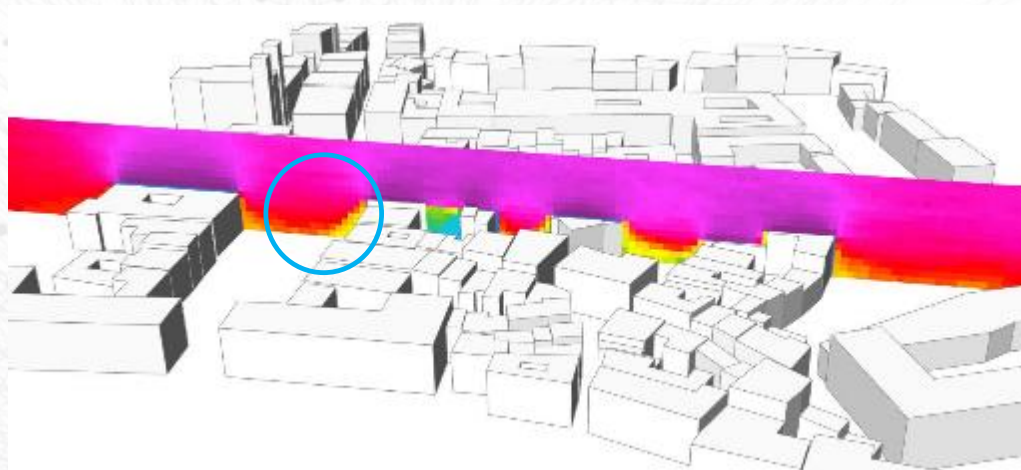
max. MRT: 43,9 °C

min. MRT: 22,6 °C



IST-ZUSTAND 24h

Osten

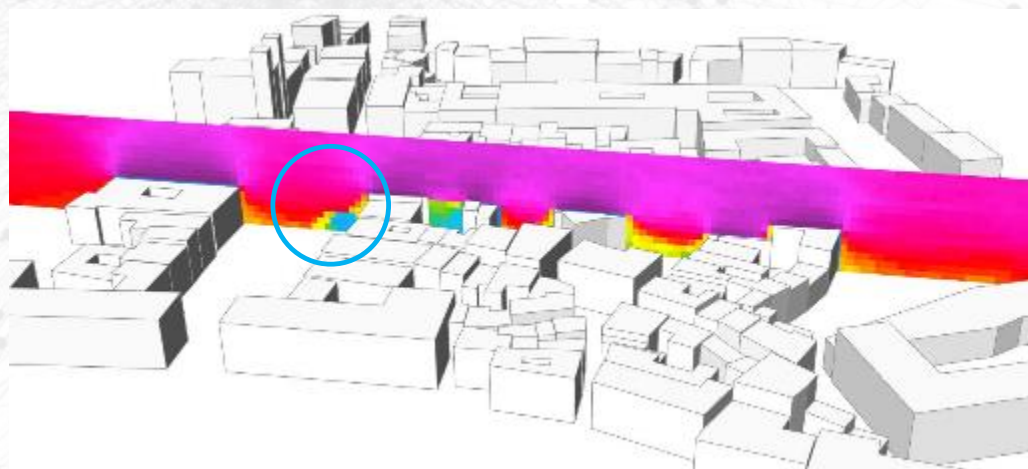


Westen

Norden

SZENARIO 24h

Osten



Westen

Norden



max. MRT: 55,3 °C

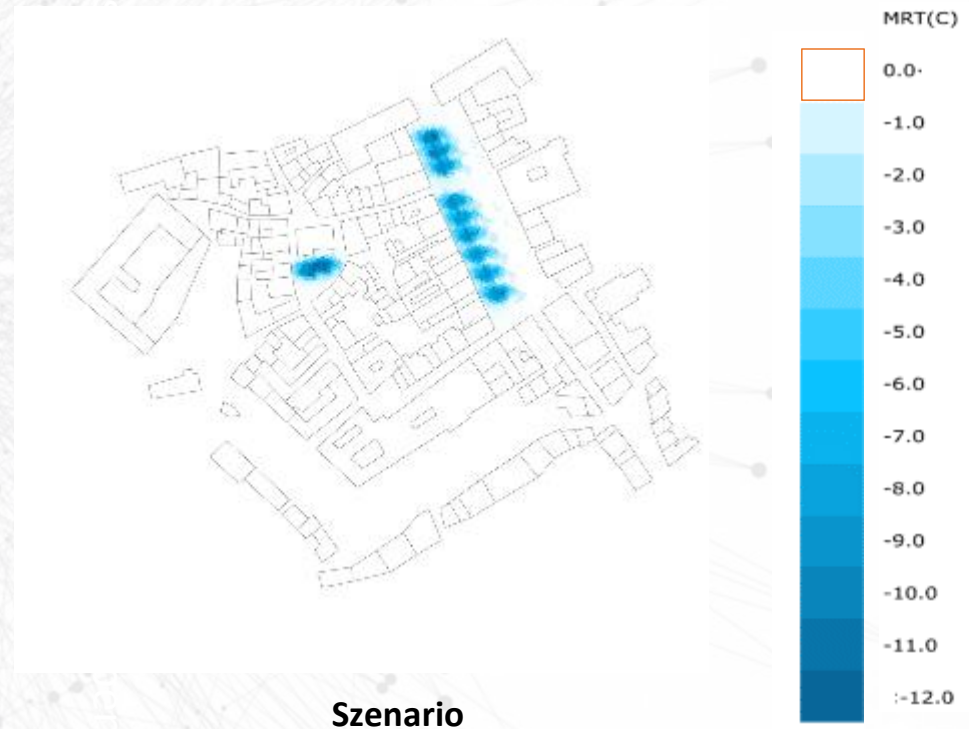
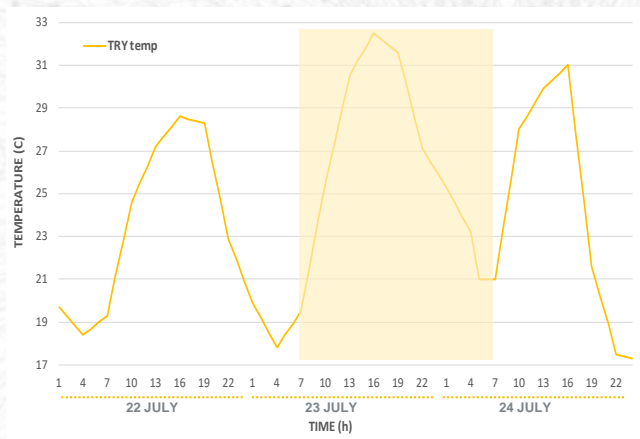
min. MRT: 22,6 °C

An heißen Tagen kann die MRT durch Begrünung um bis zu 11,2 °C gesenkt werden



Mittlere Strahlungstemperatur (MRT) Klimaanpassungs-Szenario - 24 h-Differenz

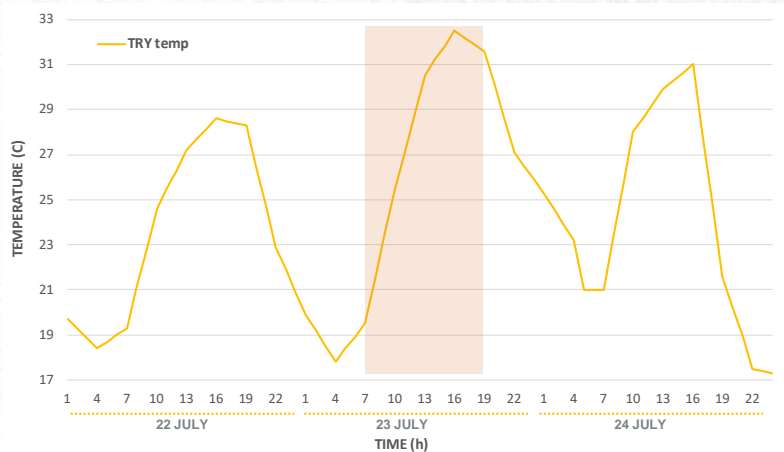
Urbane Grünflächen können zu einer signifikanten Abkühlung beitragen





Mittlere Strahlungstemperatur (MRT) Klimaanpassungs-Szenario - 12 h-Differenz

Urbane Grünflächen können zu einer signifikanten Abkühlung beitragen – vor allem tagsüber



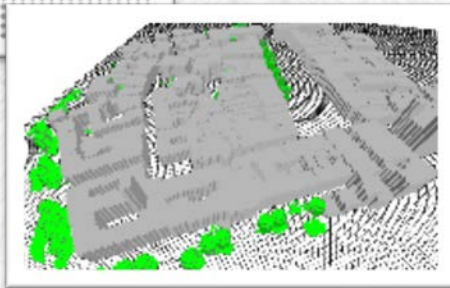
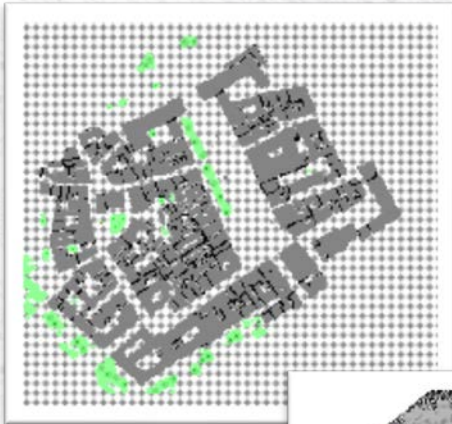
DIFFERENZKARTE - 12 STUNDEN - TAG

max MRT: 0 °C
min MRT: -22.25 °C

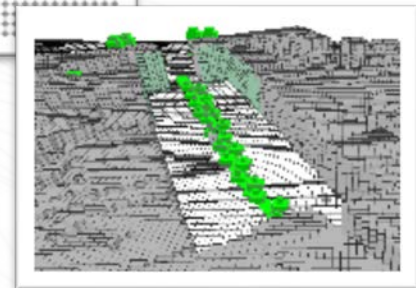
<https://output.jsbin.com/zovibap/13>



Bäume,
Freiflächenbegrünung



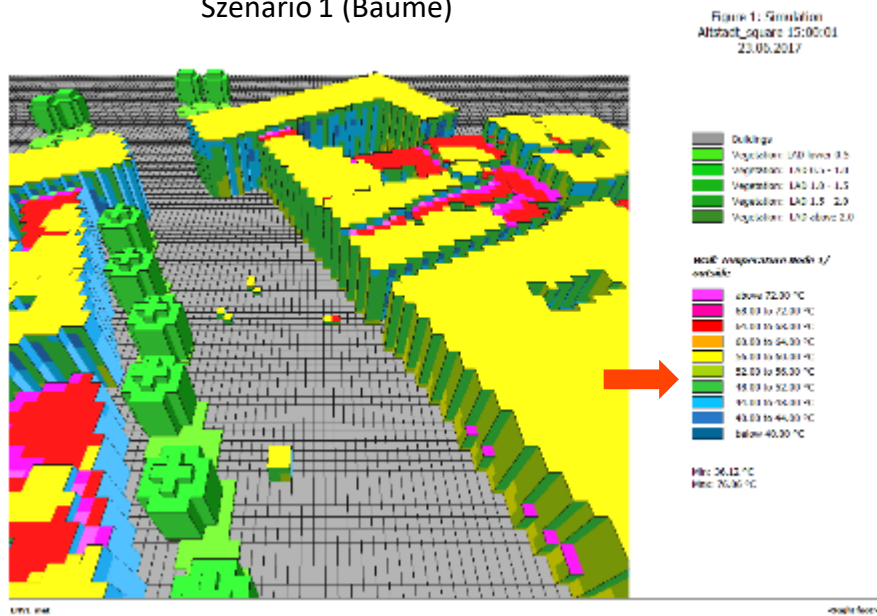
Fassadenbegrünung



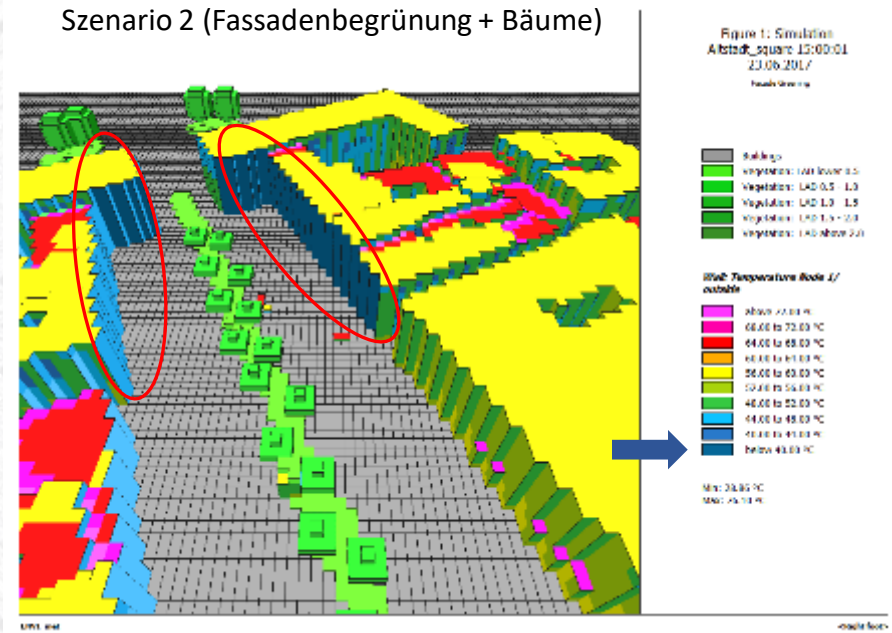


23.6.2018 – 15:00

Szenario 1 (Bäume)



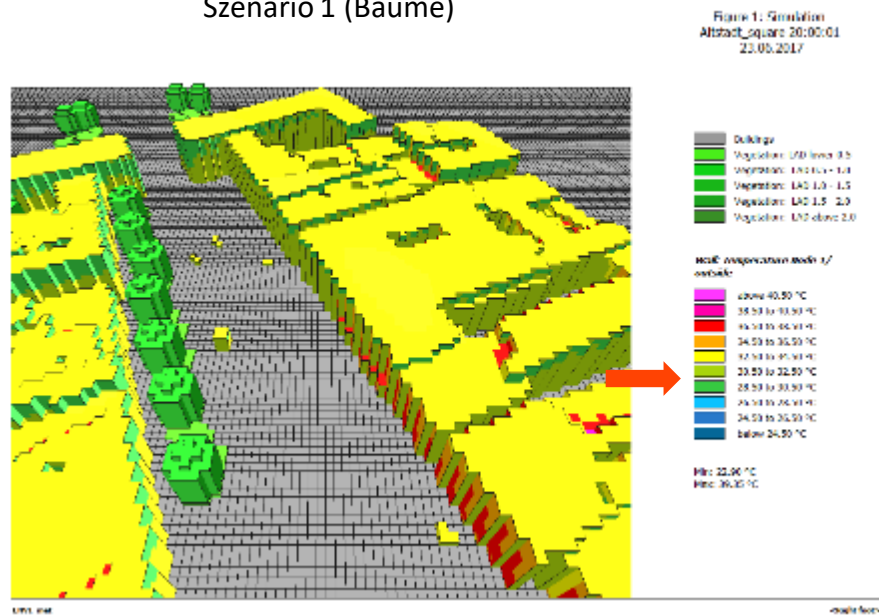
Szenario 2 (Fassadenbegrünung + Bäume)



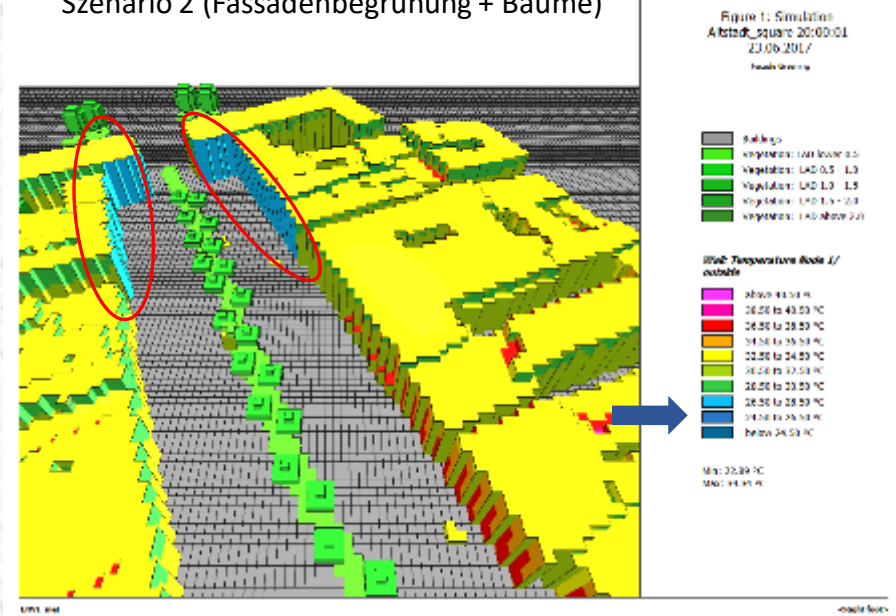


23.6.2018 – 21:00

Szenario 1 (Bäume)



Szenario 2 (Fassadenbegrünung + Bäume)





EU-Projekt CLARITY im Überblick

Klimawandel und Städte: urbane Hitzeinseln

Linz im Wandel – Stadtentwicklung und Klimawandel

Klimasimulation für die Gesamtstadt

Simulation, Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

**Mikroklima-Effekte – aktuelle Situation,
Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung,
Validierung**

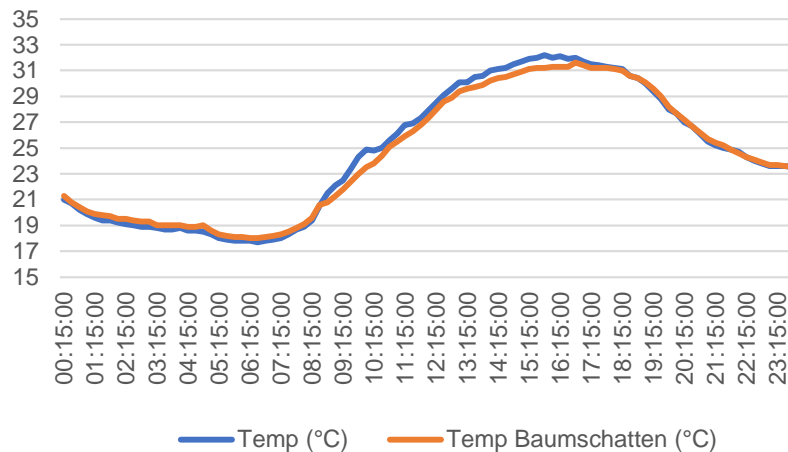
Zusammenfassung

Ihre Fragen und Antworten

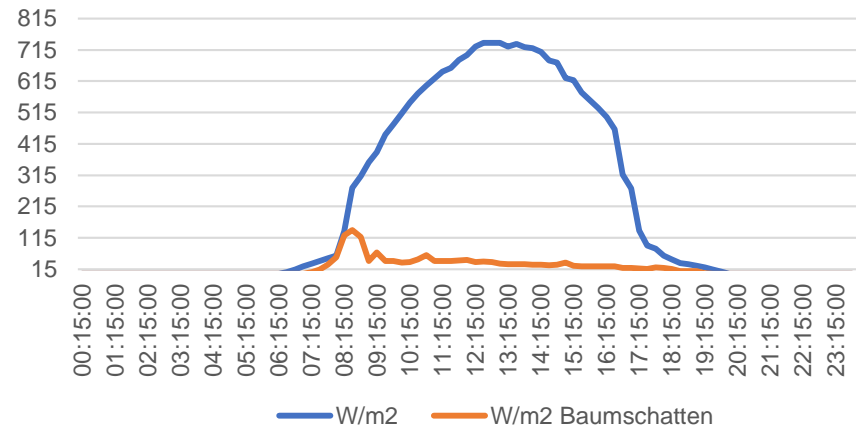
Messungen:

Die **Lufttemperaturmessung** zeigt (wie die Simulation) geringe Unterschiede zwischen Sonne und Schatten, während die **Globalstrahlung** große Unterschiede zeigt
Die Globalstrahlung ist an schattigen Standorten deutlich geringer
d.h. → Senkung der mittleren Strahlungstemperatur (MRT) ist erwiesen

Lufttemperatur (°C) in der Sonne versus
im Schatten
Linz Tabakfabrik 31.8.2019



Globalstrahlung (W/m²) in der Sonne versus
im Schatten
Linz Tabakfabrik 31.8.2019

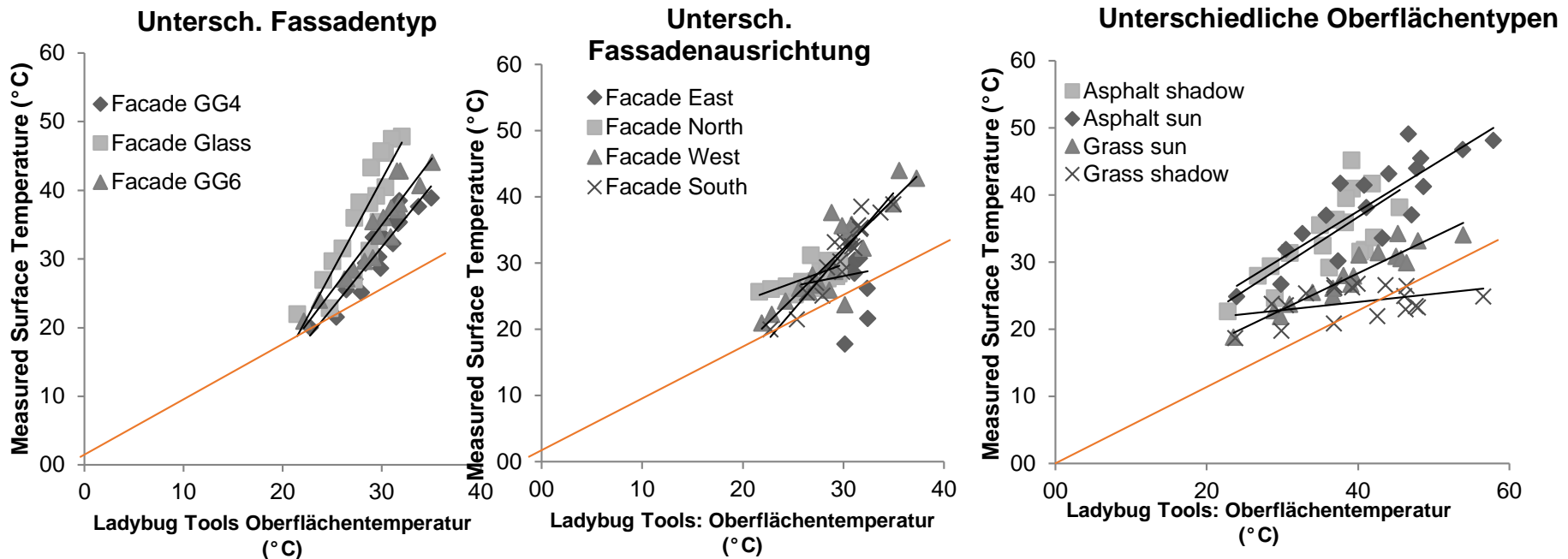


Lufttemperatur in der Sonne und im Schatten sind fast identisch!
Globalstrahlung an schattigen Standorten jedoch deutlich geringer

	Temperature (°C)	Tabakfabrik	Tabakfabrik Shadow
night 0:15-5:00		13,7	13,9
early morning 5:15-9:00		13,0	13,1
late morning 9:15-11:30		16,4	16,0
noon 11:45-14:30		19,5	19,1
early afternoon 14:45-16:30		20,9	20,4
late afternoon/evening 16:45-20:00		19,3	19,4
night 20:15-24:00		16,1	16,3
	Global Radiation (W/m ²)	Tabakfabrik Sonne	Tabakfabrik Schatten
night 0:15-5:00		0,0	0,0
early morning 5:15-9:00		41,6	8,7
late morning 9:15-11:30		362,9	24,2
noon 11:45-14:30		432,3	24,4
early afternoon 14:45-16:30		369,6	21,4
late afternoon/evening 16:45-20:00		49,6	7,3
night 20:15-24:00		0,0	0,0

Vergleich der **gemessenen** Temperatur versus **modellierter** Temperatur mit **Ladybug** für unterschiedliche Oberflächen

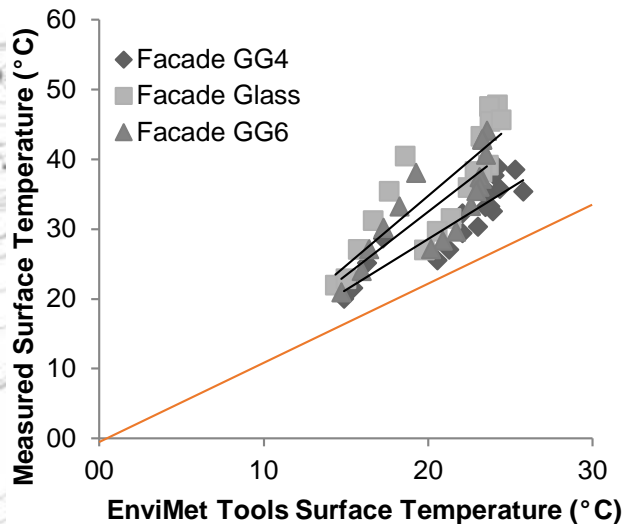
- Fassaden: Modellergebnisse zeigen bei steigenden Temperaturen oft geringere Werte als Messung
- Fassaden: Modellergebnisse für Glas-, Ost- und Nordfassaden zeigen negative Abweichung
- Boden-Oberflächen: Modellergebnisse von beschattete Flächen zeigen deutlich größere Streuung
- Boden-Oberflächen: Modellergebnisse von beschattete Wiesen zeigen negative Abweichung



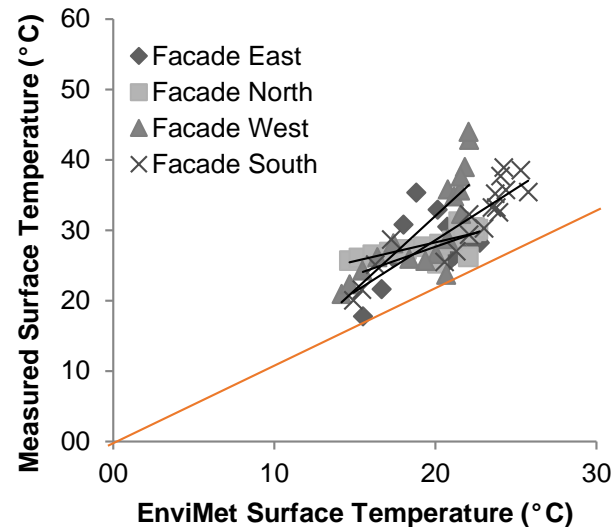
Vergleich der **gemessenen** Temperatur versus **modellierter** Temperatur mit **ENVImet** für unterschiedliche Oberflächen

- Fassaden: Modellergebnisse zeigen bei steigenden Temperaturen oft geringere Werte als Messung
- Fassaden: Modellergebnisse für Glas-, Ost- und Nordfassaden zeigen größere Abweichung
- Boden-Oberflächen: Modellergebnisse von beschattete Asphalt-Flächen zeigen größere Abweichung
- Boden-Oberflächen: Modellergebnisse von beschattete Wiesen zeigen negative Abweichung
- ENVImet-Modellergebnisse entsprechen den Messungen besser als Ladybug

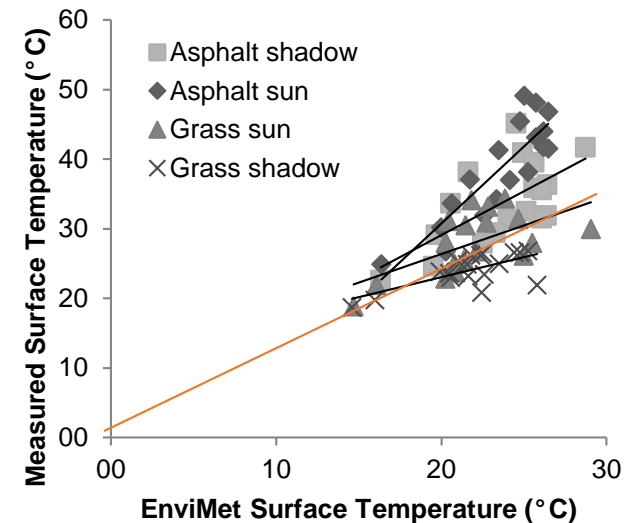
Unterschiedl. Fassadentyp



Untersch. Fassadenausrichtung



Untersch. Oberflächentypen





EU-Projekt CLARITY im Überblick

Klimawandel und Städte: urbane Hitzeinseln

Linz im Wandel – Stadtentwicklung und Klimawandel

Klimasimulation für die Gesamtstadt

Simulation, Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung

Mikroklima-Effekte – aktuelle Situation, Anpassungsmaßnahmen und deren Wirkung, Validierung

Zusammenfassung

Ihre Fragen und Antworten



- Entsiegelung, Begrünung
 - ✓ begünstigt grundsätzlich den Kühlungseffekt
- Beschattung
 - ✓ reduziert die Strahlungstemperatur
 - ✓ beschattete Oberflächen absorbieren weniger Sonneneinstrahlung
 - ✓ beschattete Gebäude haben weniger Kühlbedarf
- Wasserretention und verzögerter Wasserabfluss
 - ✓ reichert das Grundwasser im Boden an
 - ✓ entlastet das Kanalsystem

Indirekte Wirkung:

- Verbessert Ökologie und erhöht Biodiversität
- Verbessert die Lebensqualität → Lärmreduzierung, Luftqualität
- Unterstützt die physische und mentale Gesundheit



Durch Stadtentwicklung und Verdichtung verstärkt sich der negative Einfluss der Klimawandels auf das Mikroklima in der Stadt

Simulation von Anpassungsmaßnahmen zeigt, welche positiven Effekte ausgelöst werden können.

Stadtpolitiker haben inzwischen Maßnahmen auf politischer Ebene beschlossen:

- + Finanzielle Förderung von Dachbegrünungen
- + Verstärkte Begrünung von Straßenräumen und Plätzen



„.... Auch dem Ziel, Klima-Hauptstadt zu werden, ist man heute einen großen Schritt näher gekommen: die Stadt hat einen Klimabeirat und einen ebenfalls millionenschweren Klimafonds eingerichtet....“

<https://linzpartei.at/2019/09/buergermeister-fuer-gemeinsamen-plan-zur-klimastadt-linz/>

Kronenzeitung

04.06.2020 15:30 | BUNDESLÄNDER > OBERÖSTERREICH

PROJEKT UM 7000 EURO

Linzer Hauptplatz wird statt grau nun grüner



(Bild: Stadt Linz)

- Stadtklimatologe wurde Anfang Juni eingestellt
- Stadtklimakoordinator wird in Kürze eingestellt
- Klimabeirat seit 6. Juli 2020 aktiv
- Jährlicher Klimaschutzfonds von 1 Mio. Euro
- Hauptplatzes wird in den nächsten Wochen mit 30 8 – 10 m hohen Bäumen bepflanzt (EUR 100.000,--)



Expert Study Linz – Team

Wolfgang Loibl, wolfgang.loibl@ait.ac.at

Tanja Tötzer, tanja.toetzer@ait.ac.at

Denis Havlik, denis.havlik@ait.ac.at

Milena Vuckovic milena.vucovic@ait.ac.at

Romana Stollnberger romana.stollnberger@ait.ac.at

AIT – Austrian Institute of Technology - Digital Resilient Cities Unit

www.ait.ac.at/city

Claudia Hahn, claudia.hahn@zamg.ac.at

Astrid Kainz, astrid.kainz@zamg.ac.at

Robert Goler robert.goler@zamg.ac.at

ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

www.zamg.ac.at

Wilfried Hager, wilfried.hager@mag.linz.at

Magistrat der Stadt Linz – Stadtplanung

www.linz.at

<http://clarity-h2020.eu>

- Vielen Dank !
- Wir freuen uns über ihre Fragen!



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik



**Stockholms
stad**



**smartcities
consulting**



Länsstyrelsen
i Jönköpings län



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 730355.

Please contact us for further information and collaboration

Project coordination: Denis Havlik

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

denis.havlik@ait.ac.at





Straßen- und Platzgestaltung: Entsiegelung, Begrünung, Baumpflanzung

- **Baumpflanzungen besonders effektiv in**
 - **Breite Straßen** und **großen Kreuzungsbereiche** - sind besonders sonnenexponiert und stark frequentiert
 - **entlang von Süd- und Westfassaden** – Bäume beschatten während stärkster Sonneneinstrahlung



<https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#lila4green>

Straßenorientierung

- **Nord-Süd orientierte Straßen** werden nur während der Mittagsstunden voll besonnt.
- **Ost-West orientierte Straßen** dagegen am längsten besonnt → Baumpflanzungen bringen eine maximale Verbesserung des thermischen Komforts.

- **Wasserflächen, Brunnen, Feuchtwiesen:** Verdunstung des Wassers erhöht den lokalen Kühleffekt.
- **Breitere Straßen und größere Plätze** soweit als möglich **entsiegeln** und **begrünen**; Stellplätze etwa durch Rasengittersteine. Auch Straßenbahntrassen können entsiegelt und begrünt werden.
- Ein **Netz von Grünkorridoren**
→ durchgehend beschattete Fuß- und Radwege, begünstigt die Durchlüftung und bereichert das Stadtökosystem.

BEISPIEL SPONGE CITY BERLIN



<https://afasiaarchzine.com/2012/02/tredje-natur/>

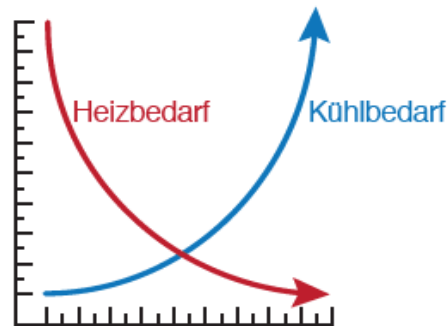
Höfe

- **Große Höfe:** viel Sonneneinstrahlung tagsüber, stärker Abstrahlung nachts → **Baumpflanzungen** wirken ausgleichend und reduzieren die Erwärmung
- **Offene Höfe** werden besser durchlüftet, erhalten jedoch auch mehr Sonneneinstrahlung → **Baumpflanzungen** reduzieren deutlich die Luft- und mittlere Strahlungstemperatur
- **Kleine bzw. dicht-verbaute, kleinteilige Höfe** sind durch die umgebende Bebauung **mehr beschattet**, wodurch (weitere) **Baumpflanzungen weniger effektiv** sind.

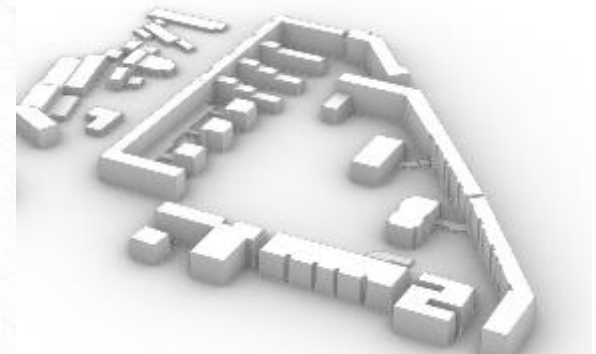


Dach- und Fassadenbegrünung

- **Dachbegrünung** → Wärmedämmung und geringere Wärmespeicherung, bei geeigneter Bepflanzung (und Bewässerung) für Beschattung und Verdunstung.
- **Fassadenbegrünung (v.a. Süd- und Westfassaden)** → geringere Wärmespeicherung, Beschattung und Evaporation → Verbesserung des thermischen Komforts der Wohnungen, wie auch des Straßenraumes.



Übersicht auch auf: <https://csis.myclimateservice.eu/adaptation-options-overview>

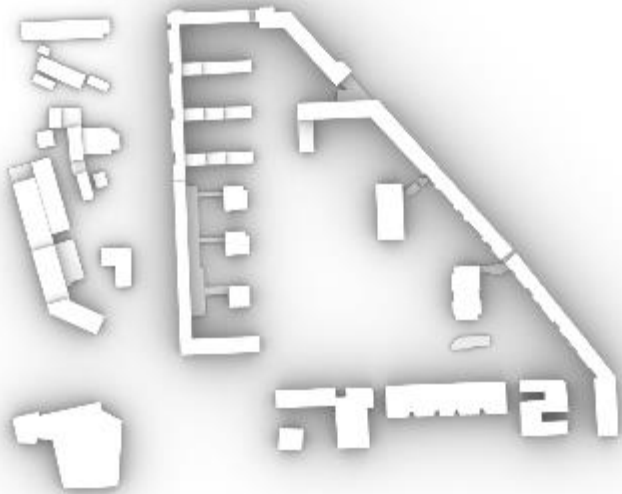




IST-ZUSTAND



SZENARIO



IST-ZUSTAND



SZENARIO

IST-ZUSTAND

24 h

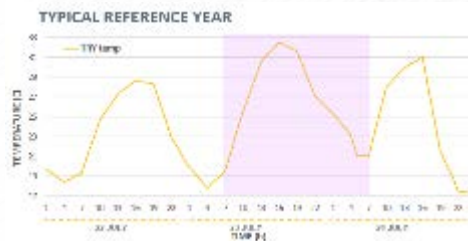
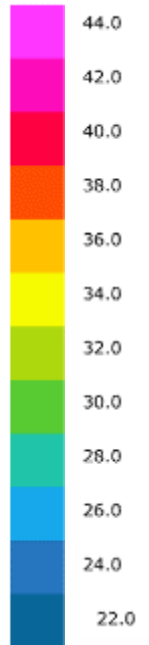


SZENARIO

24 h



MRT(°C)

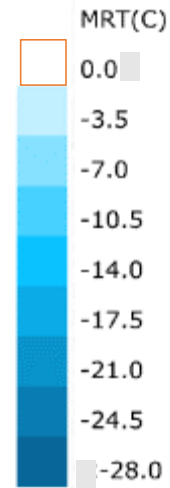


MAX daily temp: 33 °C

MIN night temp: 17 °C

max MRT: 43.92 °C

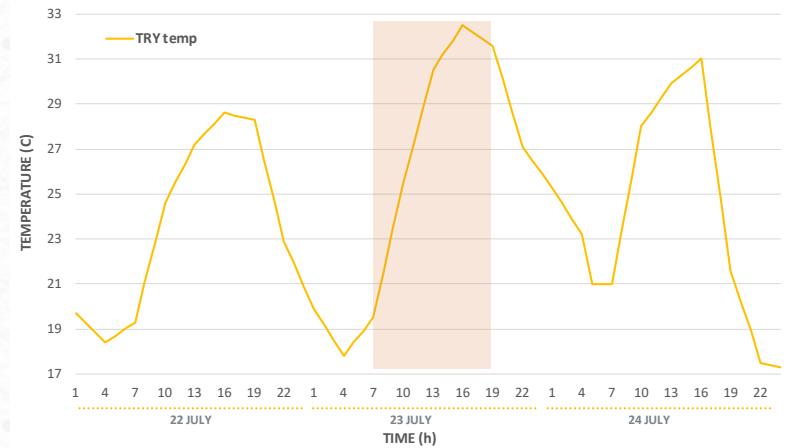
min MRT: 22.58 °C



max MRT: 0 °C

min MRT: -28.34 °C

TYPICAL REFERENCE YEAR

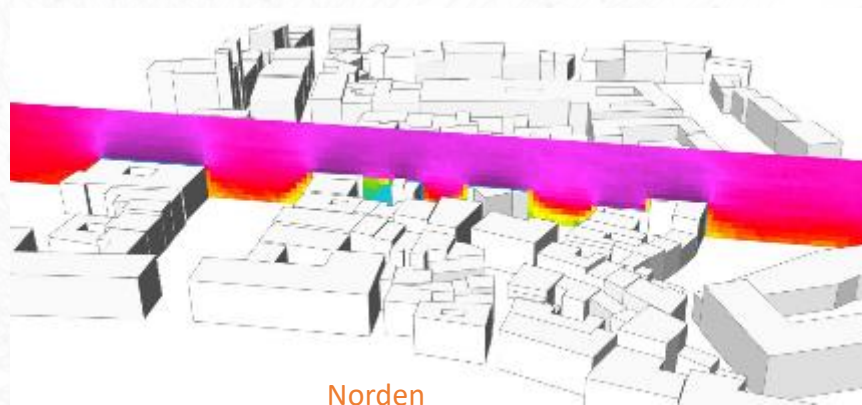


DIFFERENZKARTE - 12 STUNDE - TAG



IST-ZUSTAND 24 h

Osten

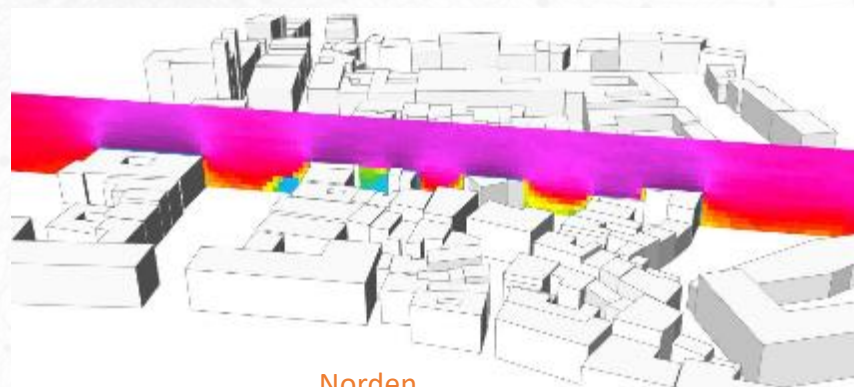


Westen

Norden

SZENARIO 24 h

Osten



Westen

Norden

max MRT: 55.30 °C

min MRT: 22.58 °C