

Bauen gegen und mit dem Klimawandel

KGTV Generalversammlung & Sommeranlass
27.05.2025, Brugg (FHNW)

Prof. Urs-Peter Menti,
Hochschule Luzern

Technik & Architektur
28. Mai 2025



Vorstellung Urs-Peter Menti

Dipl. Masch. Ing. ETH / SIA, MBA Luzern

Hochschule Luzern – Technik & Architektur

Institut für Gebäudetechnik und Energie

Instituts- und Forschungsleitung

Professor und hauptamtlicher Dozent

Vorstandsausschuss Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz

Leiter Zertifizierungsstelle Minergie Zentralschweiz

diverse Mandate (SIA, etc.)

urs-peter.menti@hslu.ch / 041 349 33 17 / www.linkedin.com/in/urspetermenti/



Vorstellung Institut für Gebäudetechnik und Energie – IGE (Hochschule Luzern)

Ausbildung

- Bachelor Studiengang Gebäudetechnik | Energie
 - 2 Studienrichtungen:
 - HLKS (Heizung-Lüftung-Klima-Sanitär)
 - GEE (Gebäude-Elektro-Engineering)
- Master of Science in Engineering (Building Technologies)



Weiterbildung

Diverse MAS- und CAS-Programme:

- MAS in nachhaltigem Bauen (EN-Bau)
- CAS Schweizer Gebäudelabel
- CAS Integrale Gebäudetechnik und Energie
- CAS Bauphysik
- CAS Stadtklima
- CAS Strategische Bauerneuerung
- CAS Thermische Netze
- CAS Zirkuläres Bauen
- Etc.

Forschung & Entwicklung

6 Forschungsgruppen

- Licht, Automation und elektrische Systeme
- Nachhaltiges Bauen und Erneuern
- Digitalisierung in der Gebäudetechnik
- Gesundheit und Hygiene
- Simulation von Gebäuden und Arealen
- Labor Gebäudetechnik

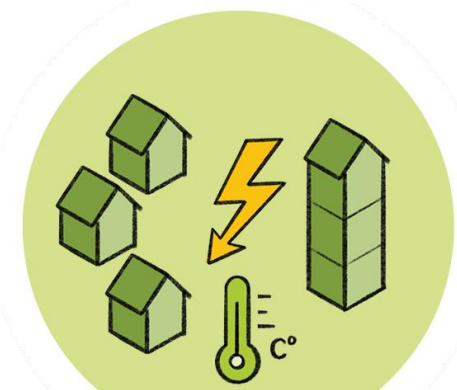
Dienstleistung

- Akkreditierte Prüfstelle HLK
- Zertifizierungen
- Expertisen, Gutachten
- Simulationen
- Konzepte
- Strategien
- Etc.



Themenfelder IGE

**Energie-
versorgung
von Gebäu-
den und
Arealen**



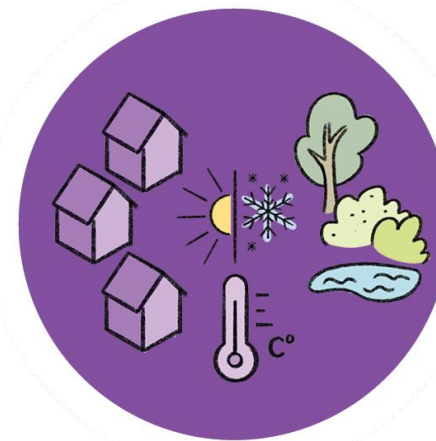
**Integrale
Gebäude-
technik-
systeme
HLKSE / GA**



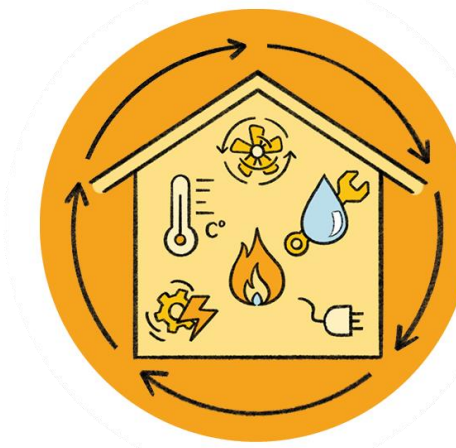
**Gesunde
und
behagliche
Räume**



**Klimaange-
passte
Gebäude
und Areale**



**Kreislauf-
wirtschaft
mit Fokus
Gebäude-
technik**



**Digitalisie-
rung in der
Gebäude-
technik**



Vorstellung Institut für Gebäudetechnik und Energie – IGE (Hochschule Luzern)

Infrastruktur / Labor:

- Europaweit eines der grössten Gebäudetechnik-Labore / Akkreditierte Prüfstelle Gebäudetechnik

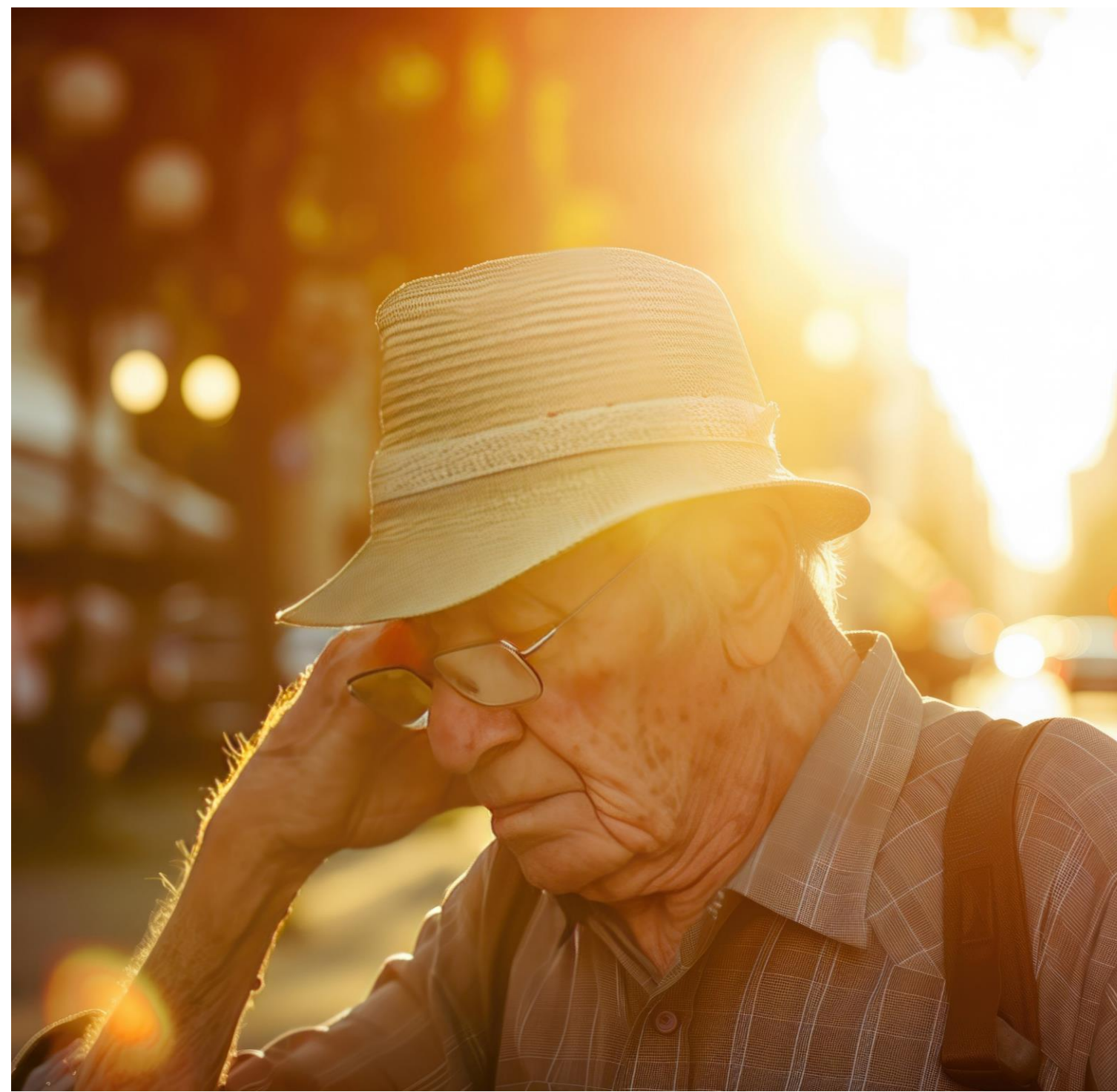


Zum Inhalt

Das Bauen und der Betrieb von Gebäuden sind wesentliche Mitverursacher des Klimawandels



Klimawandel: Erderwärmung, Extremwetter, Anstieg Meeresspiegel, Artensterben



Der Klimawandel beeinflusst den Stil und den Energieverbrauch von Gebäuden heute und in Zukunft



Bauen gegen und mit dem Klimawandel – oder:

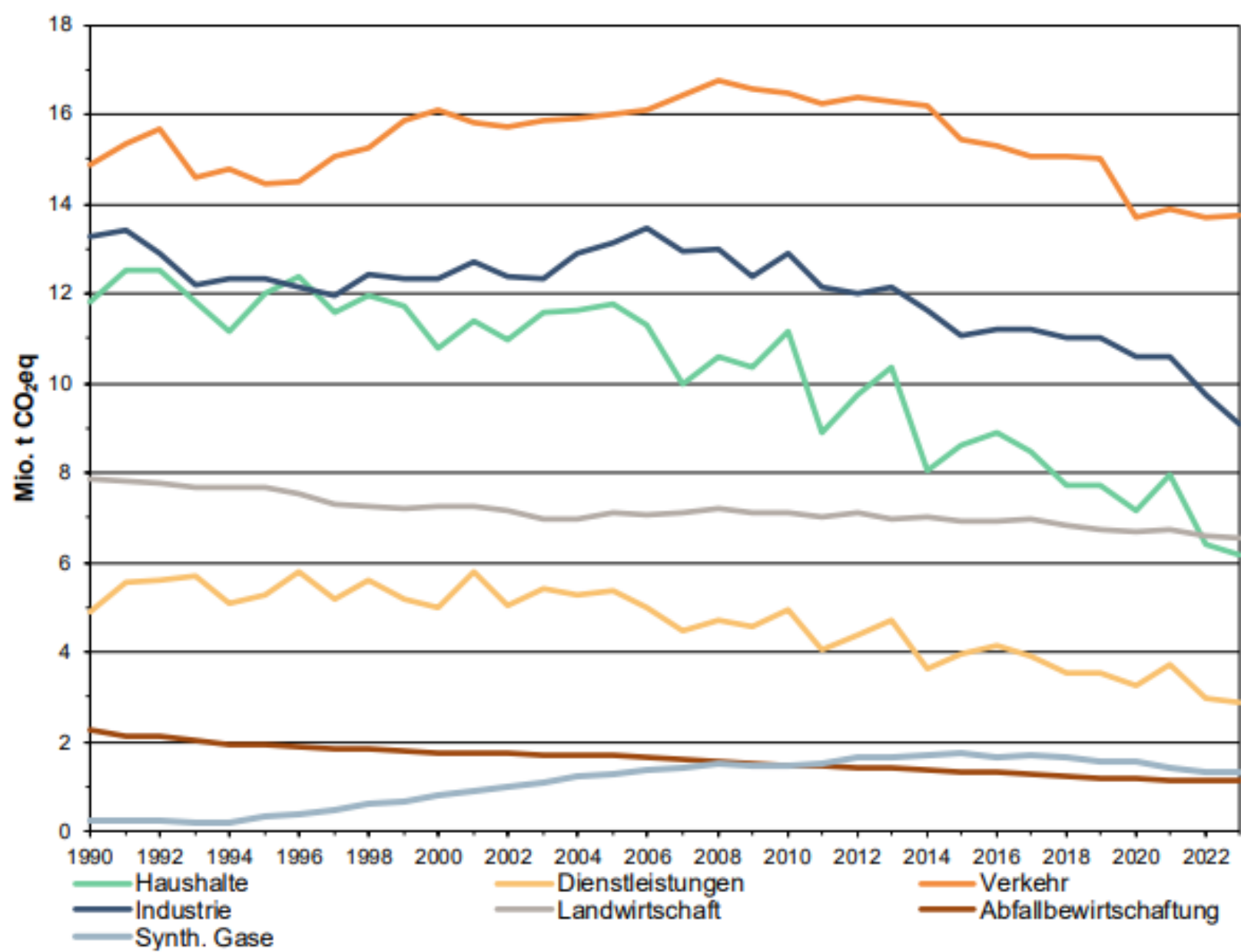
Warum wir bald alle im Schlafsack schlafen müssen, wenn wir nicht endlich weniger CO₂ produzieren

(dazu mehr gegen Schluss des Referats...)



Einordnung des Themas: Beitrag der Gebäude an die Treibhausgasemissionen

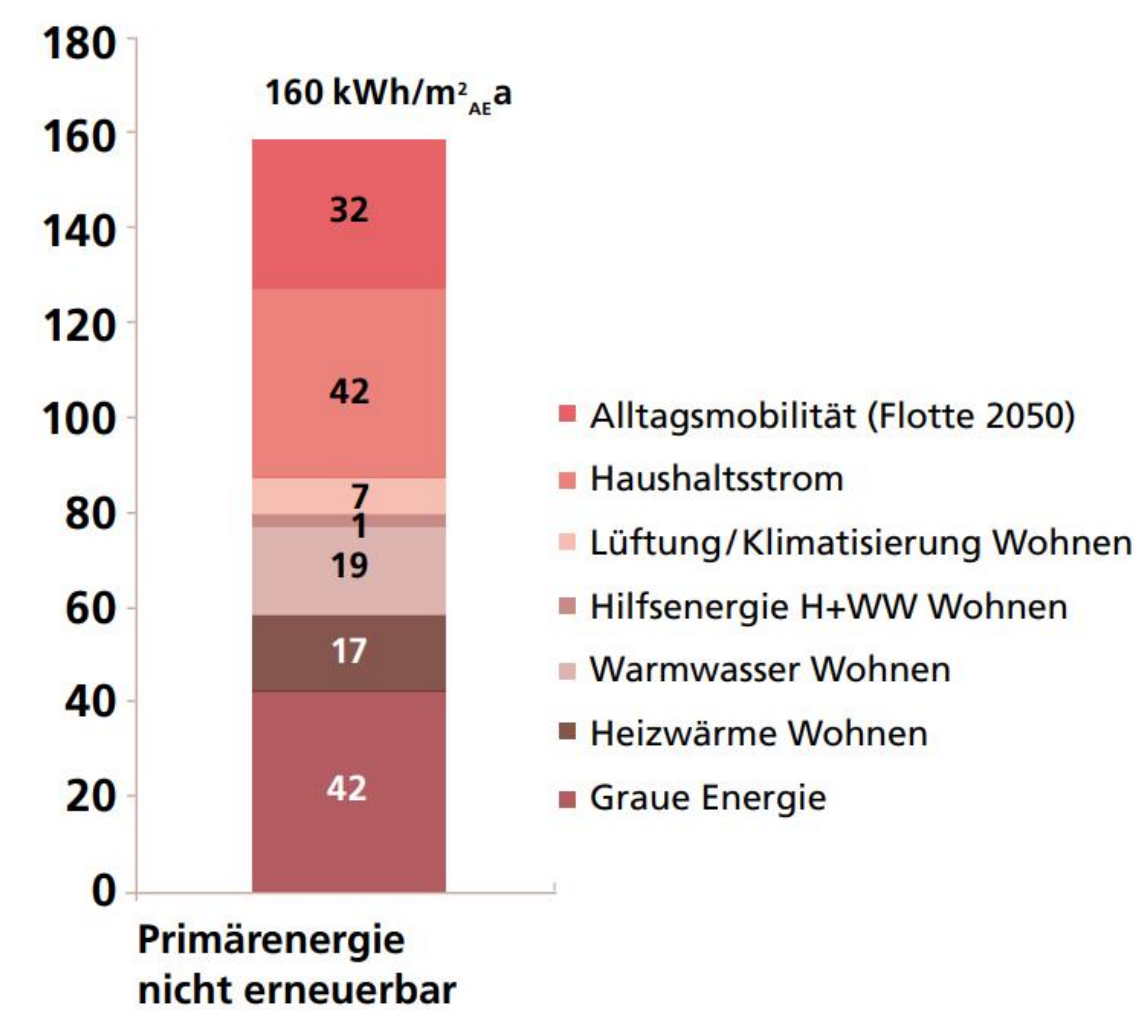
Anteil des Gebäudebetriebs am CO₂-Ausstoss: **22%**



Grosse Fortschritte in den letzten Jahren...
...weitere grosse Fortschritte sind aber nötig & möglich

Quelle: BAFU / Kenngrössen zur Entwicklung der THG-Emissionen in der CH 1990-2023

Anteil der Grauen Energie am Gesamtenergieverbrauch eines Niedrigenergie-Wohngebäudes: **ca. 25%**



Bilanz der gesamten Primärenergie nicht erneuerbar eines Niedrigenergie Mehrfamilienhauses.

Quelle: EnergieSchweiz / Graue Energie für Neubauten, Ratgeber für Baufachleute

Teil 1

Bauen **gegen** den
Klimawandel

«Wie muss ich bauen, damit
der Klimawandel nicht
zusätzlich verstärkt wird?»

Teil 2

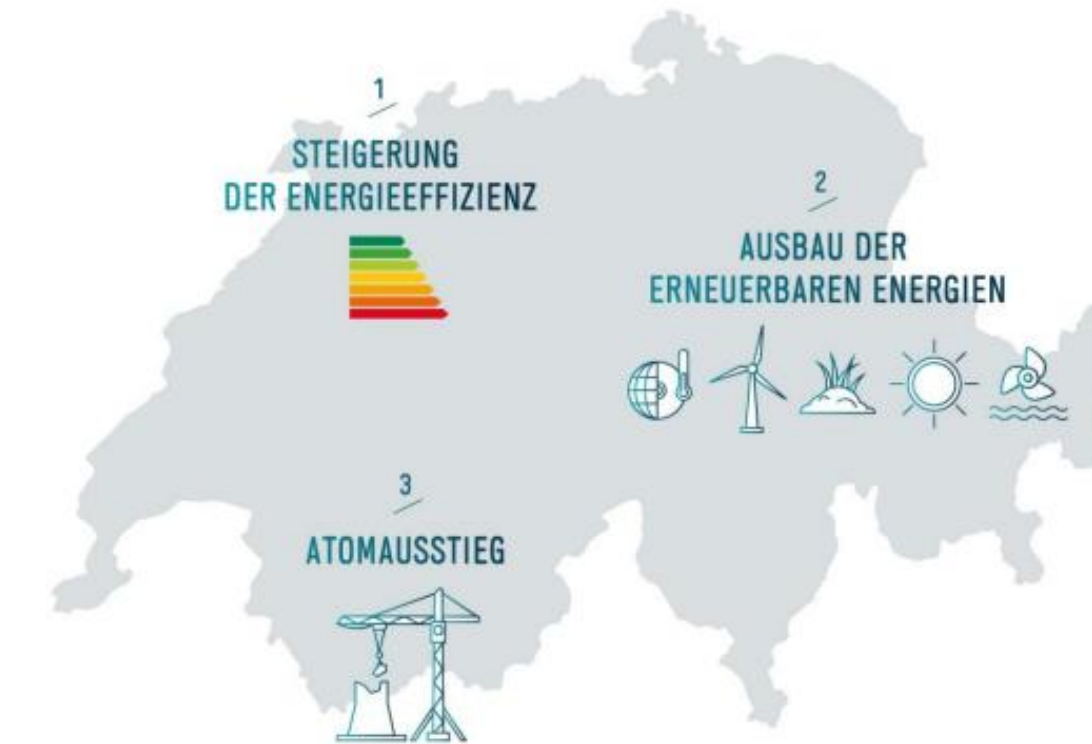
Bauen **mit** dem
Klimawandel

«Wie muss ich bauen, damit
ich trotz Klimawandel
behaglich wohnen kann?»

Ziel Nr. 1: Klimawandel verhindern / mildern («Mitigation») → «Netto-Null»

«Netto-Null» **beim Betrieb** von Gebäuden

- Keine CO₂-Emissionen durch den Gebäudebetrieb (Heizen, Kühlen, Lüften, Beleuchtung, Geräte, etc.)
 - > Energieeffizienz
 - > Erneuerbare Energien



«Netto-Null» **beim Bau** von Gebäuden

- Keine CO₂-Emissionen durch die Herstellung, den Transport und die Verarbeitung von Baumaterialien
 - > Materialmengen reduzieren
 - > Materialien mit wenig CO₂-Belastung wählen
 - > Transportwege und Aushub reduzieren



Die (neue) Herausforderung:
Graue Energie / Graue Treibhausgasemissionen reduzieren

Ökobilanz = **Optimierung**

Wenig Material, Suffizienz		Ökologische Materialien
Materialmenge	x	Umweltfaktor
Nutzfläche	x	Lebensdauer
Wenig Fläche (pro Kopf), Suffizienz		Langlebige Materialien und Konstruktionen

- Graue Energie [kWh/m²]
- Graue Treibhausgasemissionen [kg CO₂/m²]
- Umweltbelastungspunkte [UBP]

Graue Energie / Graue Treibhausgasemissionen reduzieren

... nicht nur beim Gebäude und bei den Materialien reduzieren!

Transporte (minimieren)



Aushub (minimieren)



Kreislaufwirtschaft als Beitrag zur Reduktion Grauer Energie / Treibhausgasemissionen



Kreislaufwirtschaft – die 10 «R»

R – Refuse: Ablehnen

R – Rethink: Umdenken

R – Reduce: Reduzieren

R – Reuse: Wiederverwenden

R – Repair: Reparieren

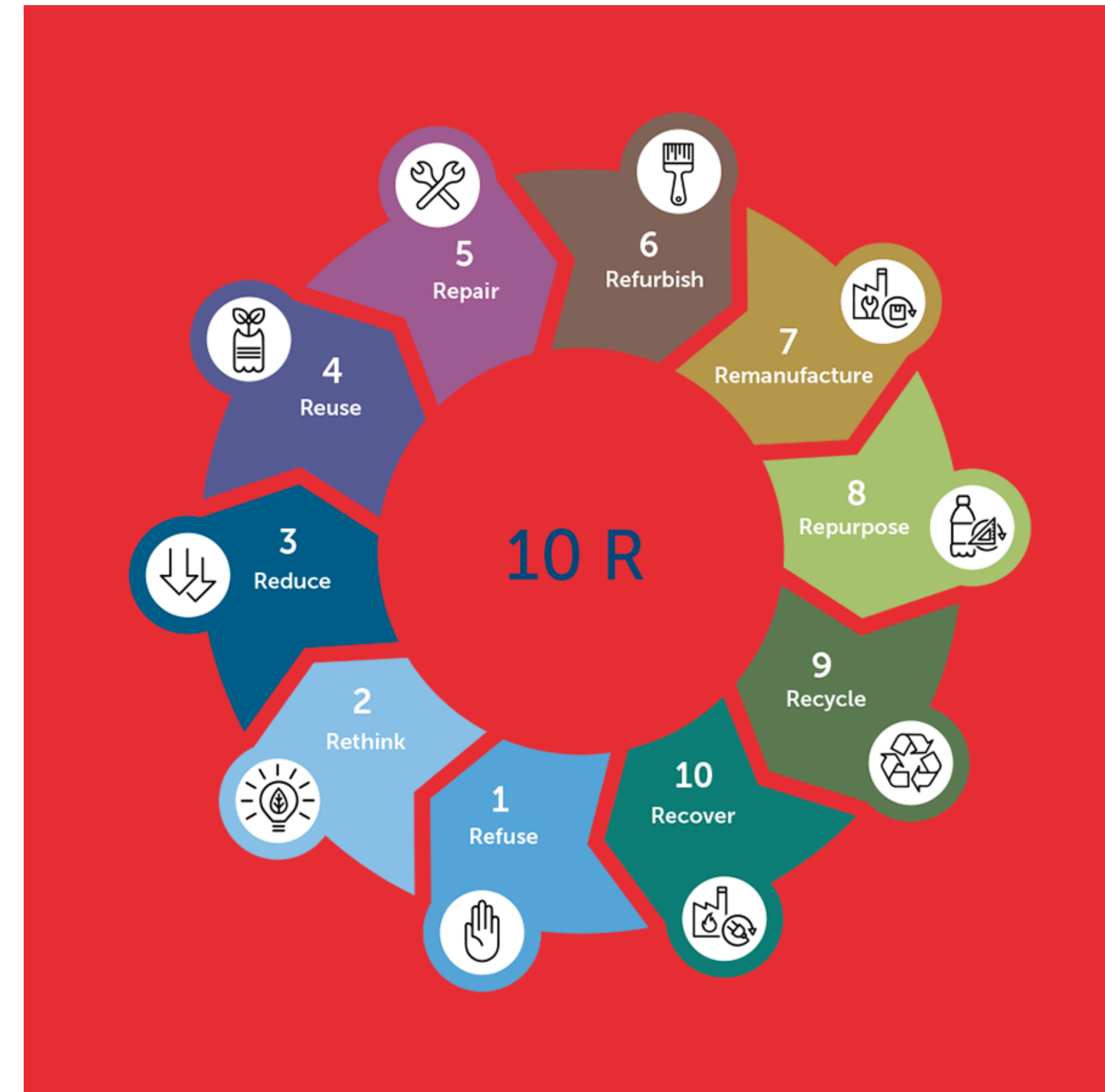
R – Refurbish: Auffrischen

R – Remanufacture: Refabrikation

R – Repurpose: Weiterverwendung

R – Recycle: Recyclieren

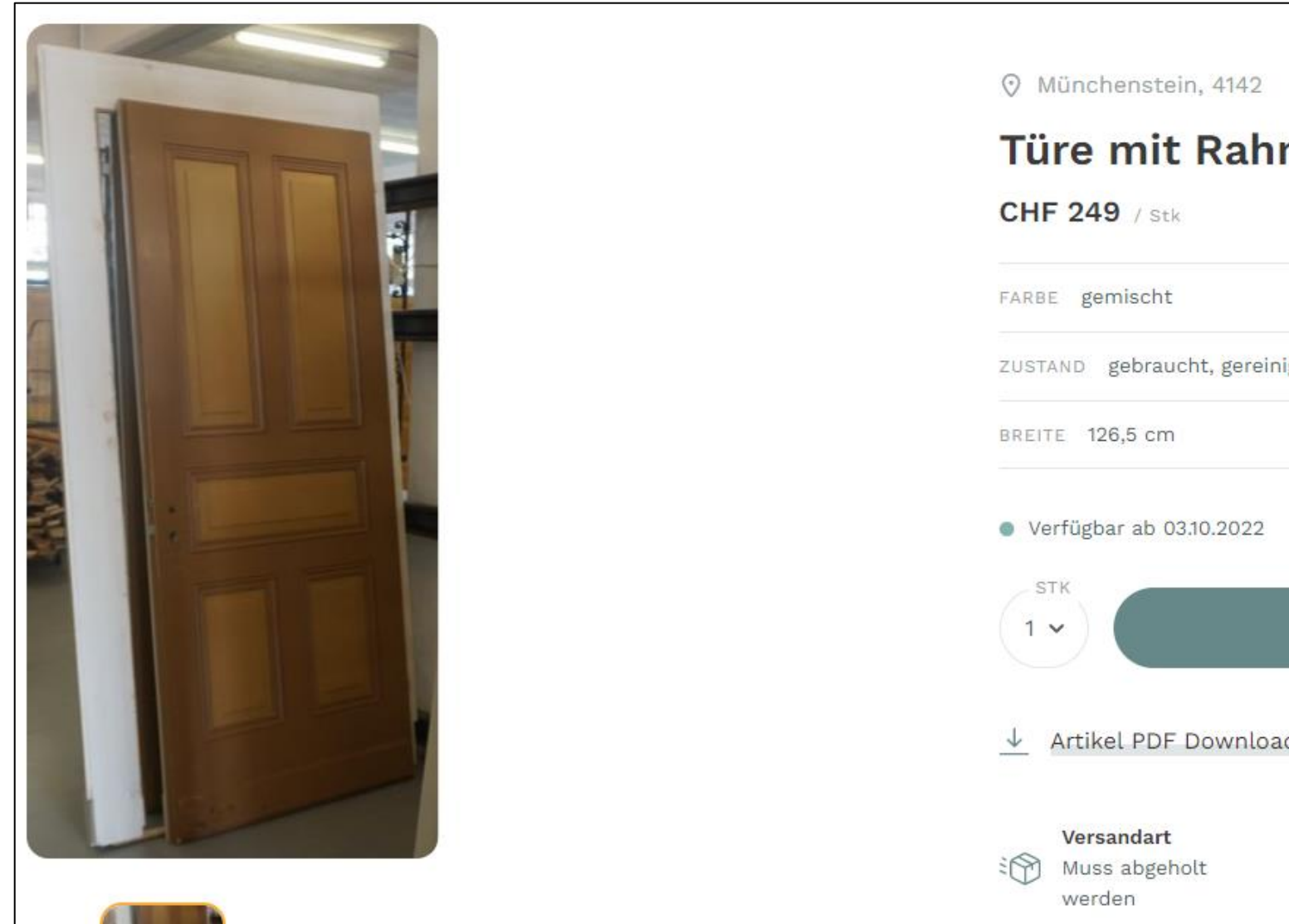
R – Recover: Rückgewinnung



Kreislaufwirtschaft im Bau – ein paar konkrete Beispiele



Karton als alternatives Material für Lüftungskanäle



Bauteilbörse für Wiederverwendung gebrauchter Bauteile

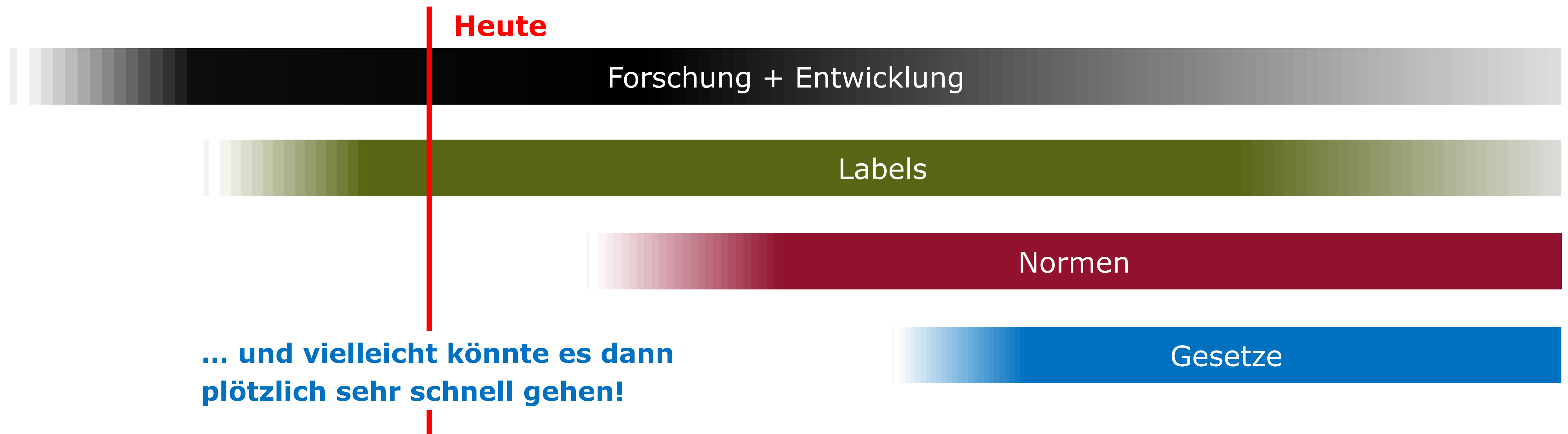


Elektrisch betriebene Baumaschinen

Bauen gegen den Klimawandel – eine kurze Zusammenfassung und ein Ausblick

Betriebsenergie: Die Lösungen sind bekannt und bewährt, es hapert noch an der Umsetzung (vor allem im Bestand)

These: In den nächsten 10-20 Jahren wird sich im Bauen sehr vieles um die Graue Energie / die Grauen Treibhausgasemissionen drehen. Stichwort: Kreislaufwirtschaft.



Teil 1

Bauen **gegen** den
Klimawandel

«Wie muss ich bauen, damit
der Klimawandel nicht
zusätzlich verstärkt wird?»

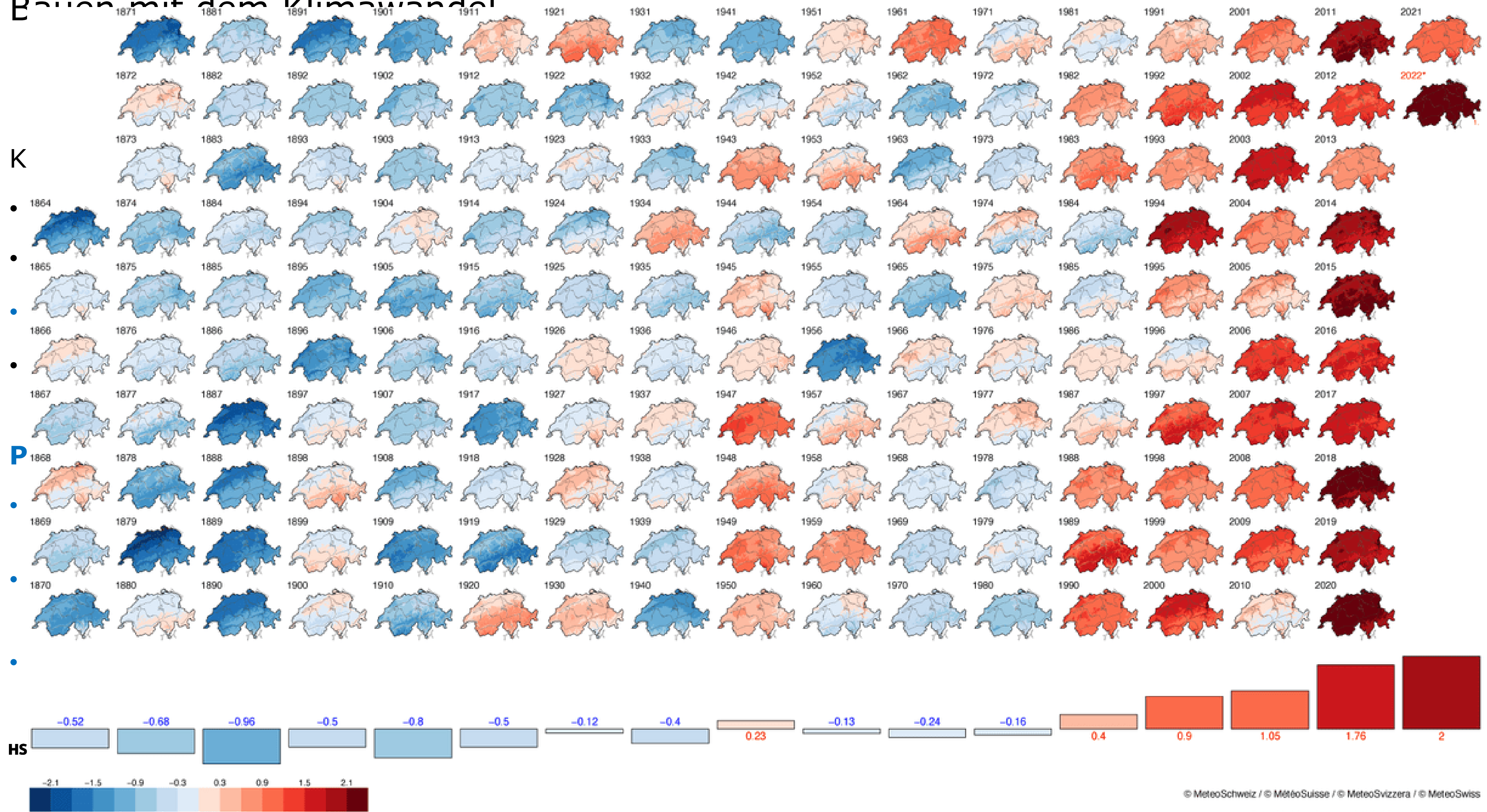


Teil 2

Bauen **mit** dem
Klimawandel

«Wie muss ich bauen, damit
ich trotz Klimawandel
behaglich wohnen kann?»

Bauen mit dem Klimawandel



In der Vergangenheit bewährte Prinzipien fürs Bauen in unseren Breitengraden

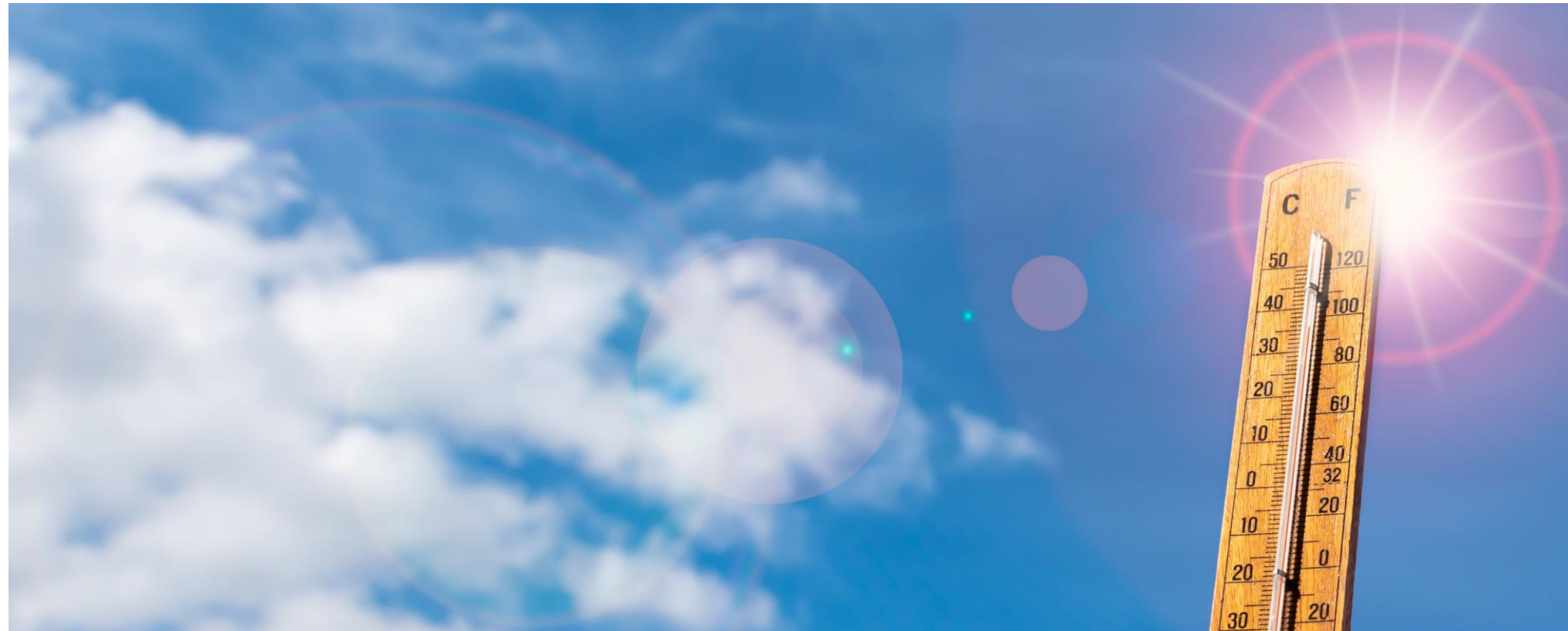
- Der **Winter** dominiert, das Heizen ist der grösste Energieverbraucher
- Gut bis sehr gut **gedämmte Gebäudehülle** steht im Vordergrund
- **Solararchitektur** > grosse Glasflächen gegen Süden, passive solare Gewinne
- **Sonnenschutz** (zwingend, wird aber gerne «vergessen»)



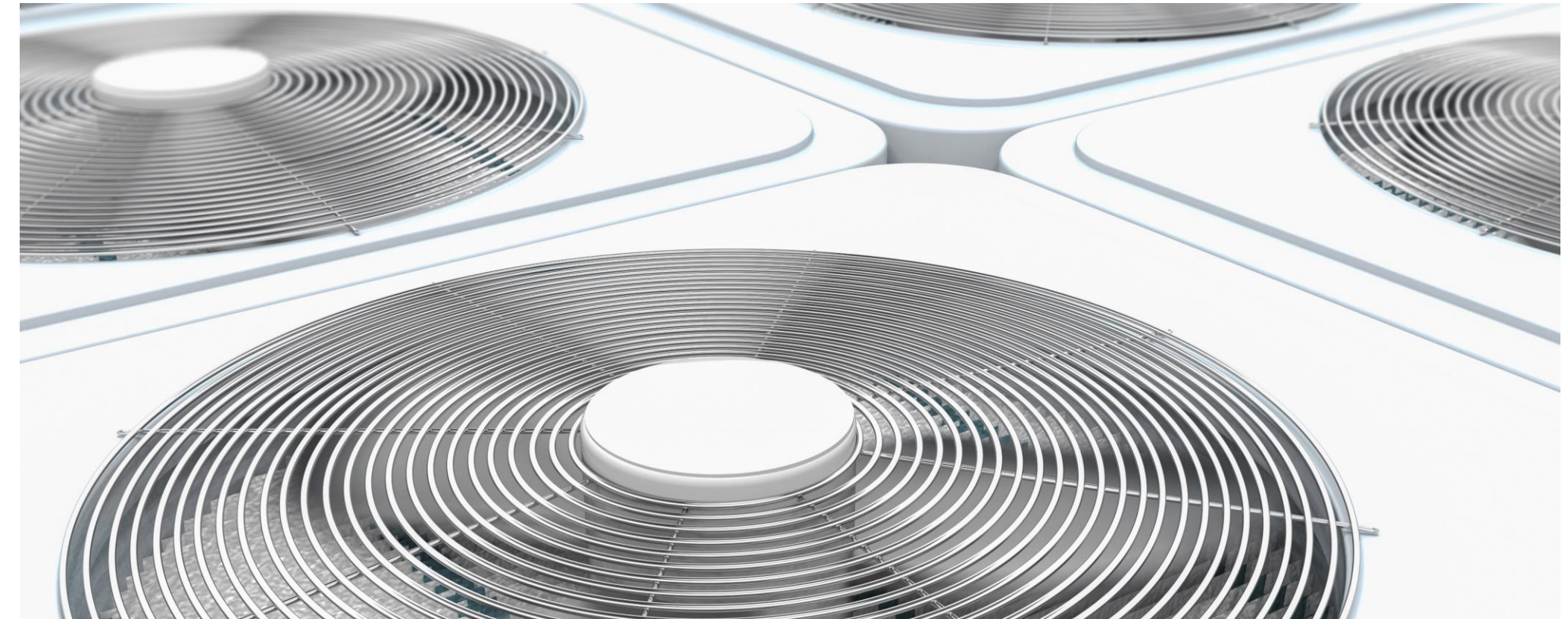
Quelle: Rolf Disch, BFE; Palladium.de



Was sollten wir fürs zukünftige Bauen in Anbetracht des Klimawandels beachten?



Der **Sommer** rückt immer mehr ins Zentrum



Kühlen wird präsenter, **Heizen** wird weniger wichtig



Nachtauskühlung wird immer weniger möglich sein



Tageslichtnutzung vs. Reduktion solare Lasten

Bosco Verticale, Mailand

Das Gute ist... es gibt
andernorts schon
Erfahrungen mit dem
Bauen im warmen Klima



Agueda, Portugal

Bauen im warmen Klima

Bauen im warmen Klima

Garden By The Bay, Singapur



Ziel Nr. 2: Beim Bauen den Klimawandel adaptieren (Anpassung)

Wir bauen heute für die nächsten 60-100 Jahre

- Die Aussentemperaturen werden tendenziell steigen
- Die Winter werden wärmer
- Die Sommer werden heisser

Wir müssen so bauen, dass auch in Zukunft der Komfort sichergestellt ist, bei möglichst tiefem Energieverbrauch

Umdenken nötig.

Bekannte, heute bewährte Prinzipien sind teilweise zu hinterfragen und zu erweitern.





**Alternatives
Kühlen im
warmen Klima**

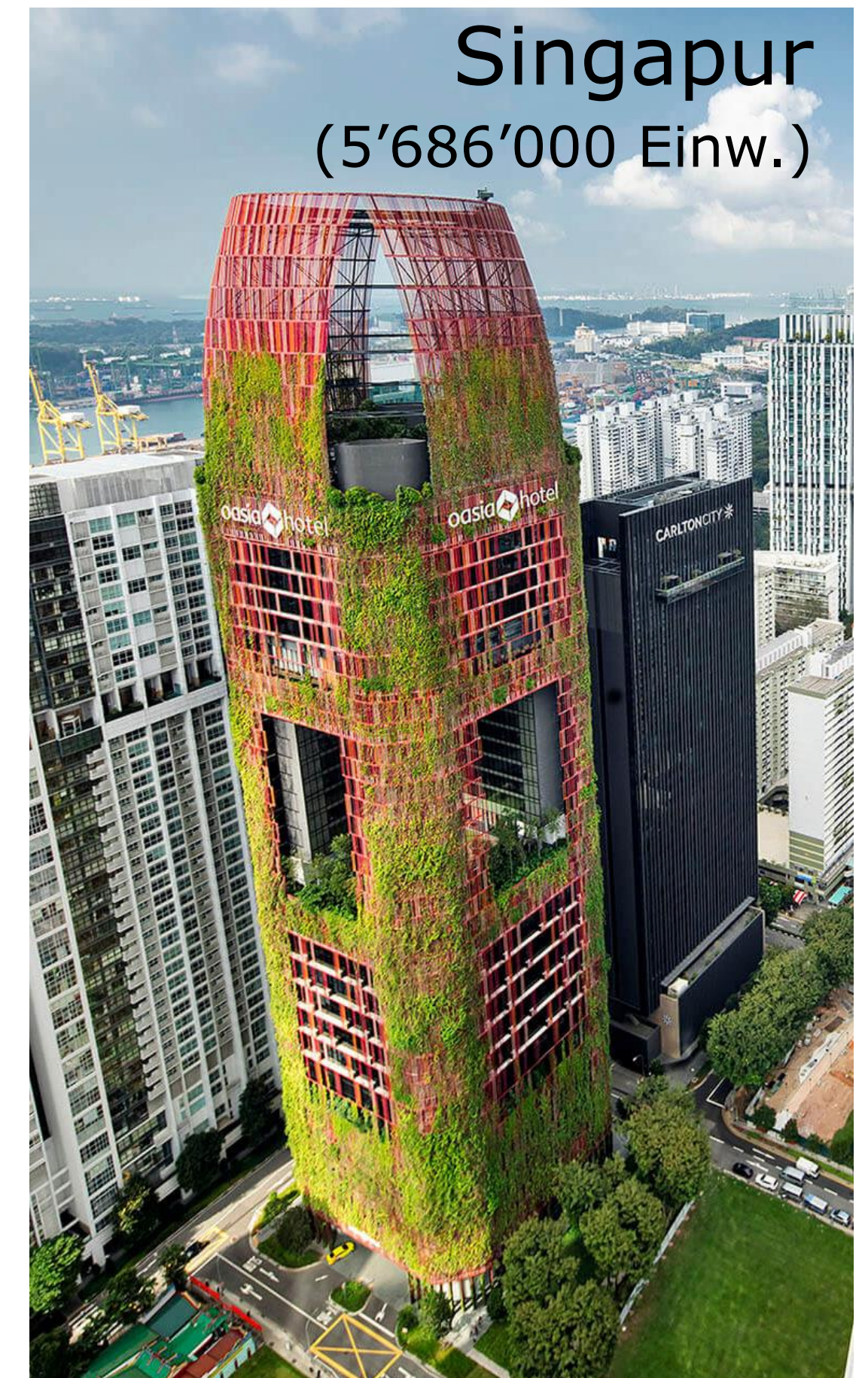
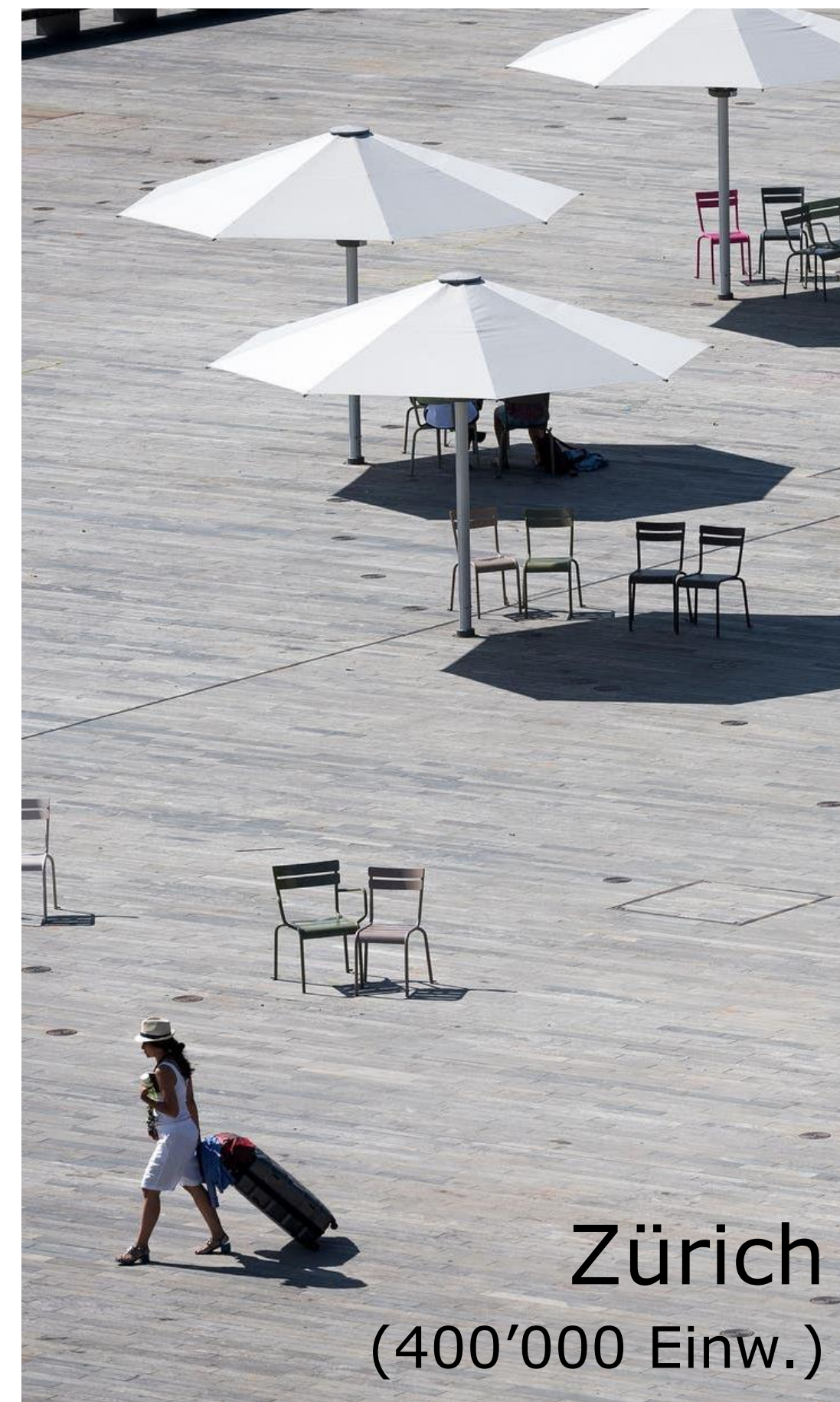
Bauen im warmen Klima



Leben im warmen Klima



Brugg – Luzern – Zürich – Singapur (vom «Kleinen» zum «Grossen»...)



Was heisst das nun konkret für uns – von der Stadt bis zum Schlafzimmer?



Stadt: Gute Durchlüftung



Quartier: Grün und Blau
statt Grau



Gebäude: klimagerechte
Bauweise

vom «Grossen» zum «Kleinen»...



Mensch: kühlen

Was passiert mit und in unseren Gebäuden in 40 Jahren? Projekt «Climabau»

Projekt: Climabau (2017)

Finanzierung: BFE, BAFU
HSLU

Fragen:

- Welchen **Komfort** haben heutige Gebäude im Jahre 2060?
- Welchen **Energieverbrauch** haben heutige Gebäude im Jahre 2060, damit der Komfort noch eingehalten werden kann?
- **Wie** muss heute gebaut werden, damit der Komfort bei möglichst tiefem Energieverbrauch auch 2060 gewährleistet werden kann

**Lugano: Gebäude braucht 2060 rund
6x mehr Kühlenergie als noch 1990**

**BASEL: HEIZWÄRMEBEDARF GEHT UM
20-30% ZURÜCK (1990-2060)**

**In zukünftigen Neubauten muss doppelt so viel
Kühlleistung wie Heizleistung installiert sein**

**Ohne Automation von Storen, Licht
und Lüftung kann der Klimakomfort
kaum mehr gewährleistet werden
(da der Mensch nicht anwesend ist oder sich falsch verhält)**

Quelle: Schlussbericht «Climabau», BFE/HSLU (2017)

Climabau: Veränderung des Heizwärme- und des Klimakältebedarfs

Standort **Basel**, 1995 – 2060:

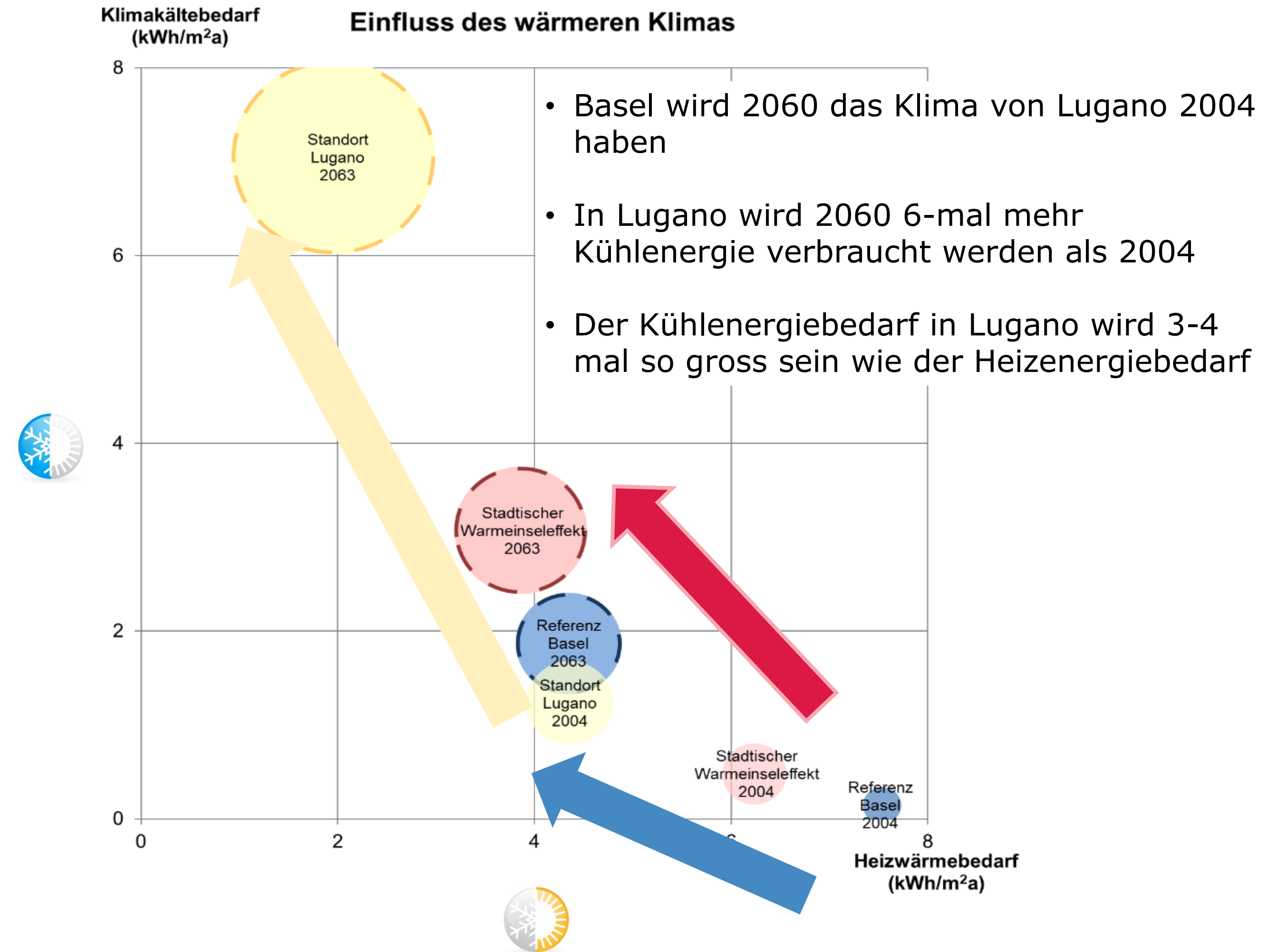
- Halbierung des Heizwärmebedarfs
- Klimakältebedarf von 0 auf 2 kWh/m²a

Standort **Basel mit Hitzeinseleffekt**, 1995 – 2060:

- 30% weniger Heizwärmebedarf
- Ver-6-fachung des Klimakältebedarfs

Standort **Lugano**, 1995 – 2060:

- Halbierung des Heizwärmebedarfs
- Ver-6-fachung des Klimakältebedarfs



Climabau: Bauliche Massnahmen für hohen Komfort bei wenig Energieverbrauch 2060



Thermische Speichermasse verhindert Temperaturspitzen
(**Achtung: Zielkonflikt!**)



Bewusste Fensterwahl (Grösse und Position) > Optimierung zwischen Minimierung solare Lasten im Sommer, solare Gewinne im Winter und Tageslichtnutzung (**Zielkonflikt!**)



Aussenliegende Beschattung der Fenster, intelligent gesteuert (**Zielkonflikt!**)



Nachtlüftung mittels Querlüftung (Achtung: Lärm, Sicherheit > (**Zielkonflikt!**)) oder Ausnutzung Kamineffekt



Gut gedämmte Gebäudehülle (auch wenn dadurch Auskühlung etwas reduziert wird) (**Zielkonflikt!**)

Alles längst bekannt... aber immer noch zu selten konsequent umgesetzt

Climabau: «Neue» Massnahmen



Fassaden- und Dachbegrünungen



Kühlen im Wohnbereich («Rescool» = Residential Cooling)

Projekt: Rescool (2021)

Bearbeitung: **HSLU**
Swiss Tropical and Public Health Institute

Finanzierung: BFE, BAFU; Implenla, XtegraSol

Frage: **Wie kann im Wohnen zukünftig effizient gekühlt werden?**

Vorgehen: Modellierung des Klimas 2060
Analyse Zusammenhang Sterblichkeit / Innentemperaturen
Bewertung verschiedener Kühllösungen
Mobile Kühlgeräte¹, dezentrale Splittgeräte²,
Kühlung am Körper³



Quelle: Schlussbericht «Rescool» vom 24.11.21 (HSLU / BFE)

HSLU 28. Mai 2025

Embrwave®

Wichtige Erkenntnis aus Projekt «Rescool»: Entscheidend ist die Nacht

- Hitzeperioden führen zu einem **erhöhten Sterblichkeitsrisiko**
- Besonders betroffen sind ältere Leute (>75 Jahre) und vulnerable Menschen
- Massgebend ist nicht nur die maximale Aussenlufttemperatur...
- ... sondern vor allem auch die **Nachttemperatur (fehlende Erholung während Tropennächten)**
- **> Kühlen von Wohnbauten wird immer wichtiger**
- Effiziente Lösungen sind gefragt!

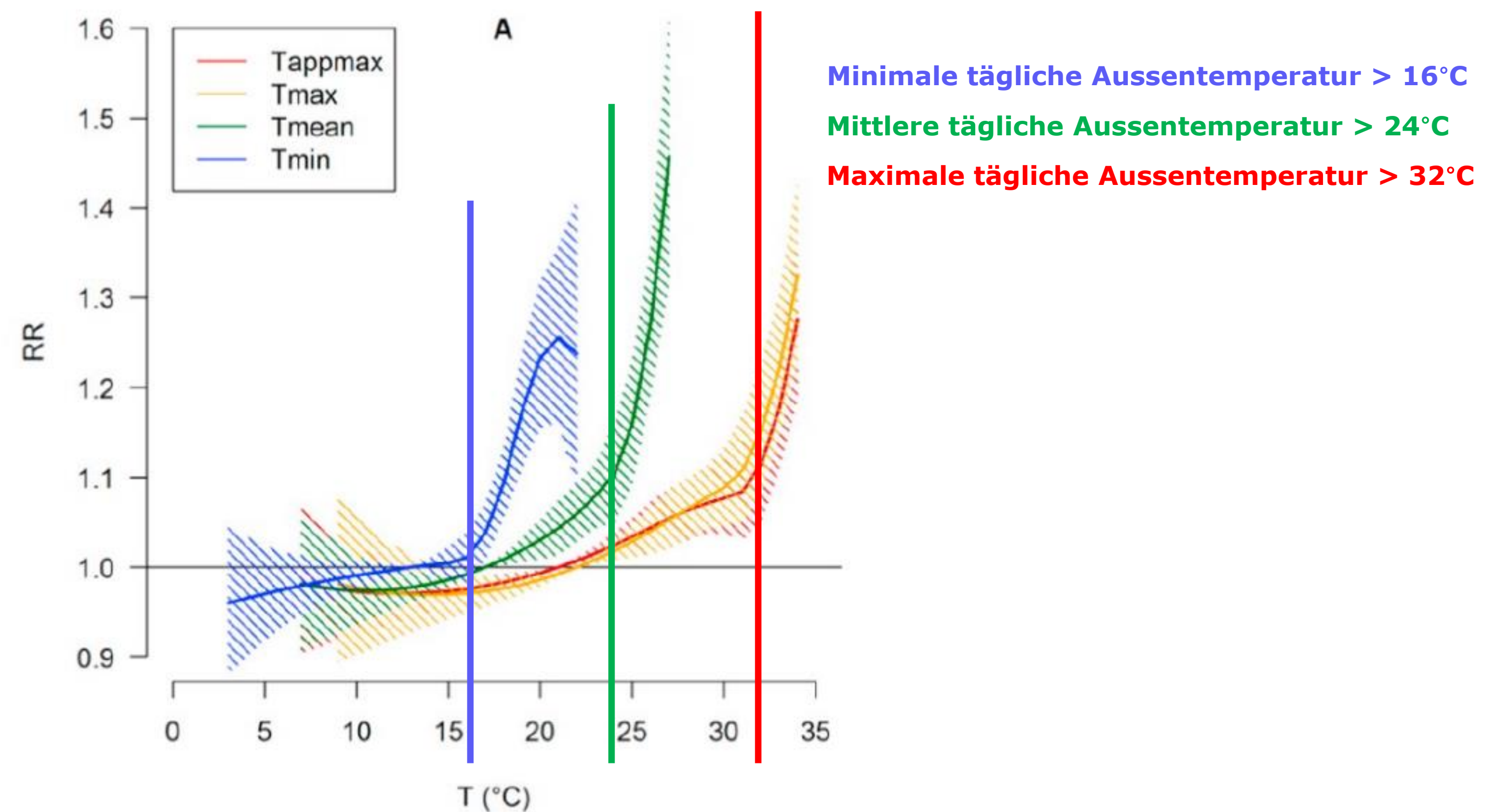


Abbildung 29: Relatives Sterberisiko in Funktion verschiedener Aussentemperaturen. Tappmax: täglich gefühlte maximale Aussentemperatur; Tmax: tägliche maximale Aussentemperatur; Tmean: mittlere tägliche Aussentemperatur; Tmin: minimale tägliche Aussentemperatur.

Denkansatz: Nicht den Raum kühlen sondern den Menschen kühlen

- «Als die ersten Menschen in den Weltraum spazierten, haben wir auch nicht den ganzen Weltraum geheizt oder gekühlt»
- > «Personalized Ventilation / Climatisation»
- Kühlen (und Heizen) möglichst direkt am Körper (**effektiv und effizient**)
- Erkenntnis aus Studie Rescool: **Kühle Erholungsphase** nachts ist für eine tiefe Sterblichkeitsrate besonders wichtig!
- Folgerung: Wir müssen nicht die ganze **Wohnung** kühlen, sondern nur das **Schlafzimmer** oder sogar nur das **Bett**

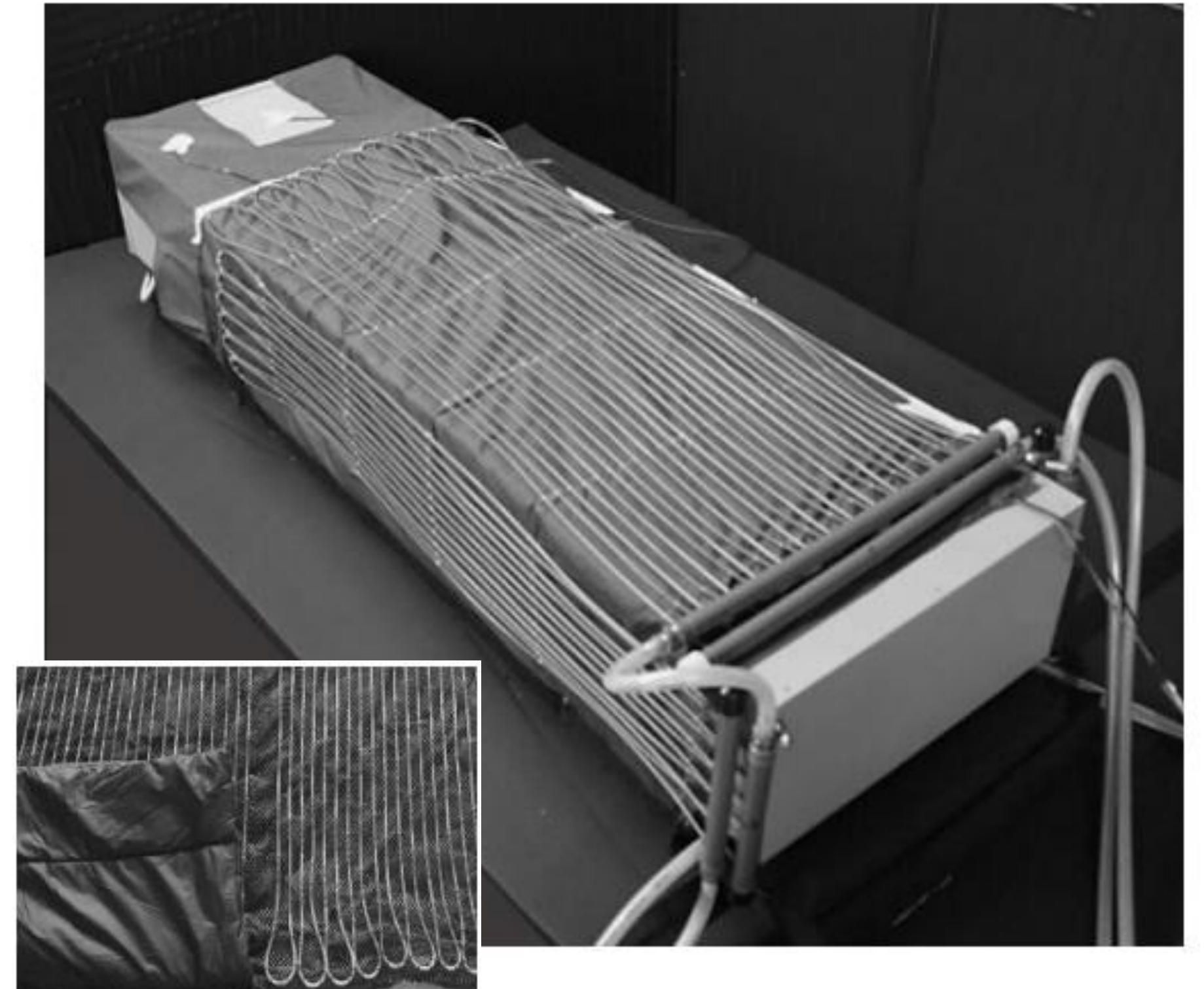
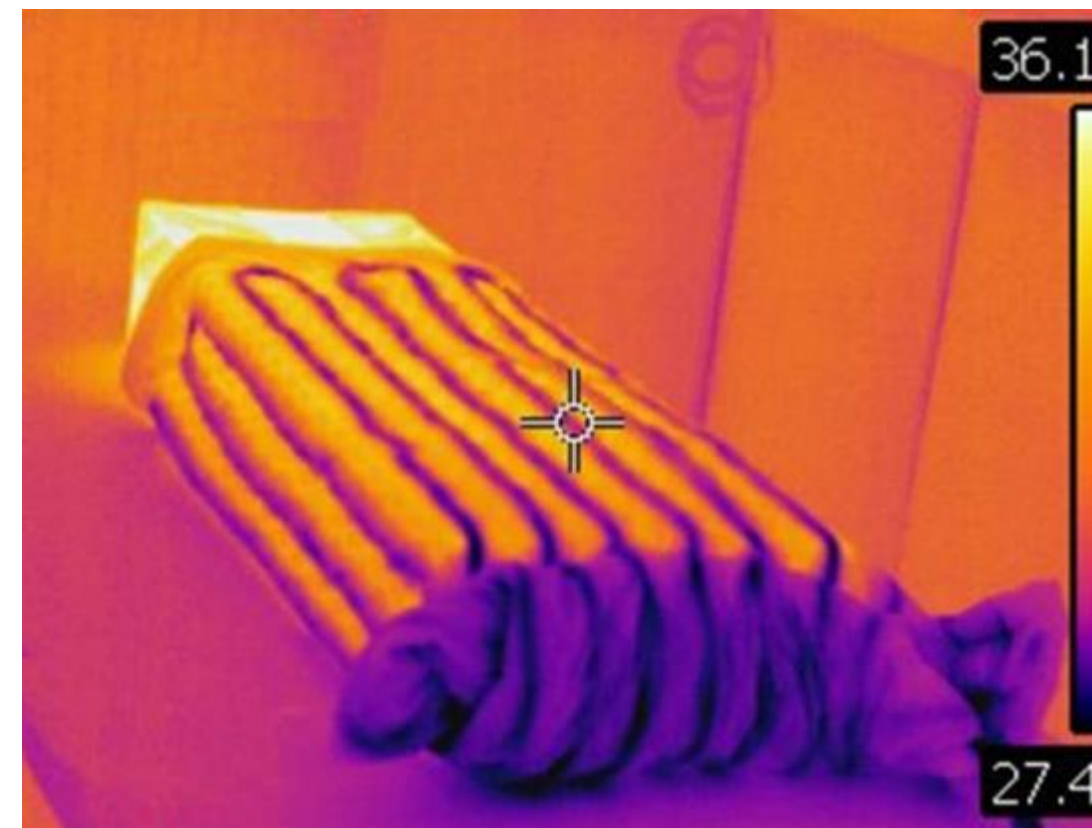


Möglicher Lösungsansatz

- **Bettenkühlung** oder **kühlender Schlafsack**
- **Entwicklung Prototyp, Messungen Wirkung in Klimakammer**

Vorteile:

- Vergleichsweise einfaches System
- Kühlung direkt mit **Trinkwasser** (da Wassertemperatur 20°C deutlich tiefer als Körpertemperatur 37°C) und relativ **geringer Wasserbedarf**
- Nebeneffekt: Eine «schwere Bettdecke» führt bei vielen Menschen zu einem besseren Schlaf



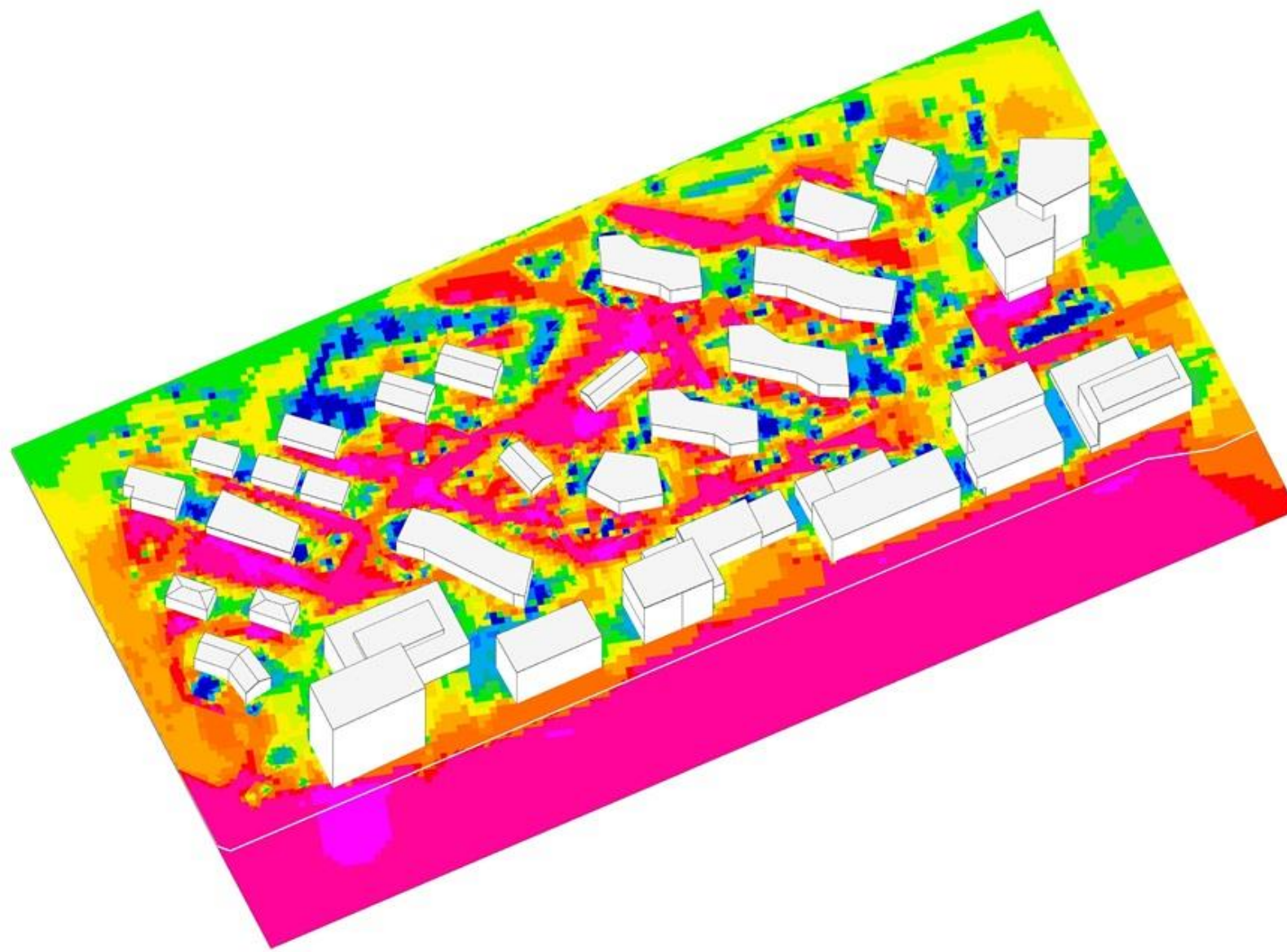
Bauen gegen und mit dem Klimawandel – oder:

**Darum müssen wir bald
alle vielleicht im Schlaf-
sack schlafen, wenn wir
nicht endlich weniger
CO₂ produzieren**

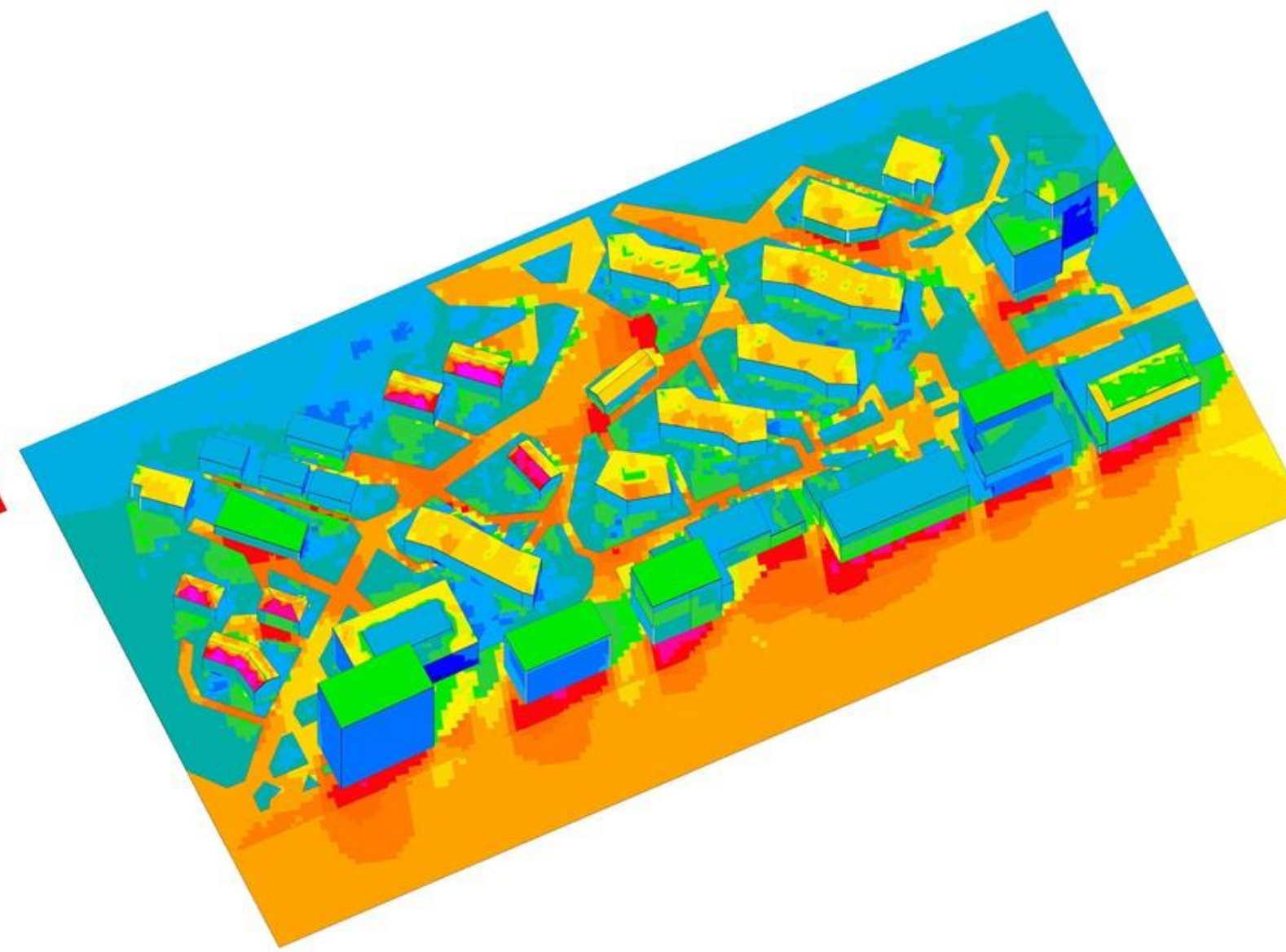


Weitere Projekte / Projektideen der HSLU zum Thema Kühlen / Klimawandel

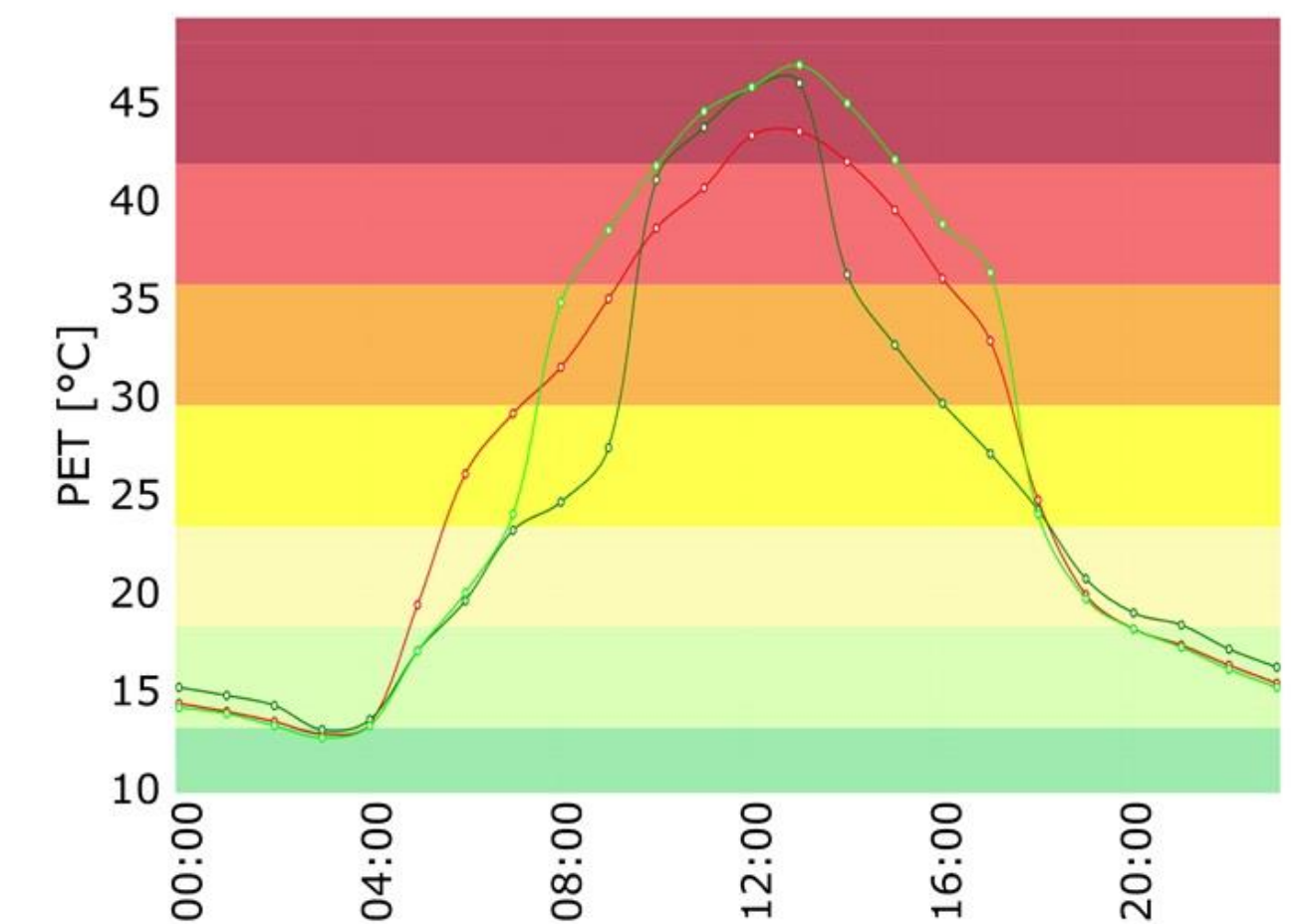
- «Quartierklimamodell» > leistungsfähiges Simulationstool zur Berechnung der Temperaturen in einem Quartier
- Vergleichsweise kurze Rechenzeiten (von ein paar wenigen Minuten) > Einsatz im architektonischen Entwurf!



Langzeitauswertung über mehrere Monate,
PET-Überschreitungsstunden im Areal



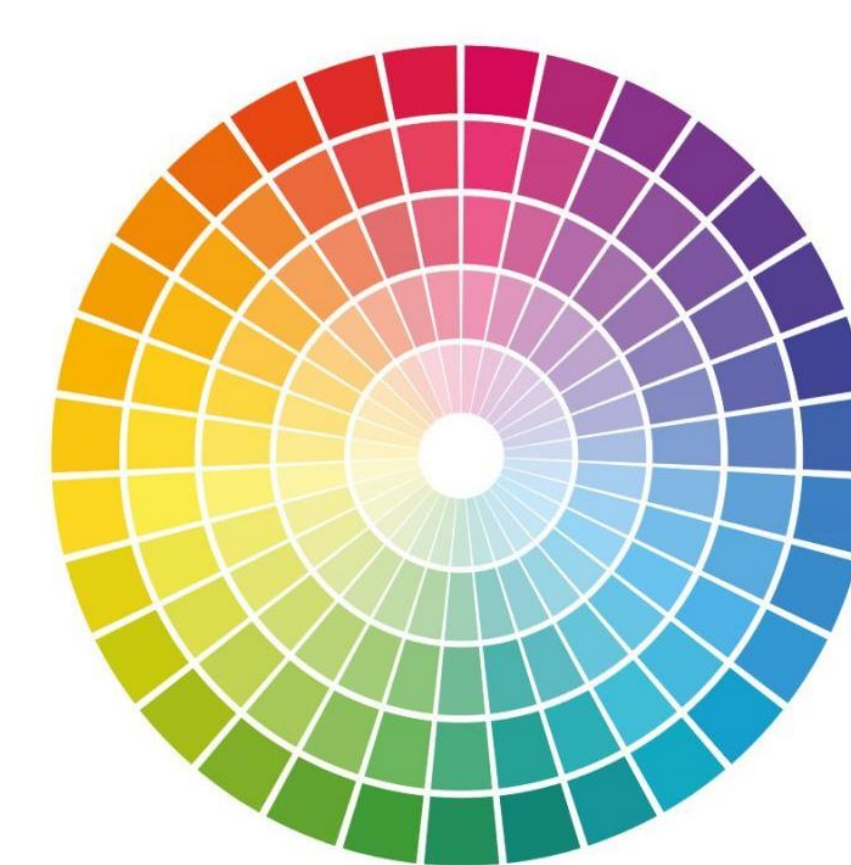
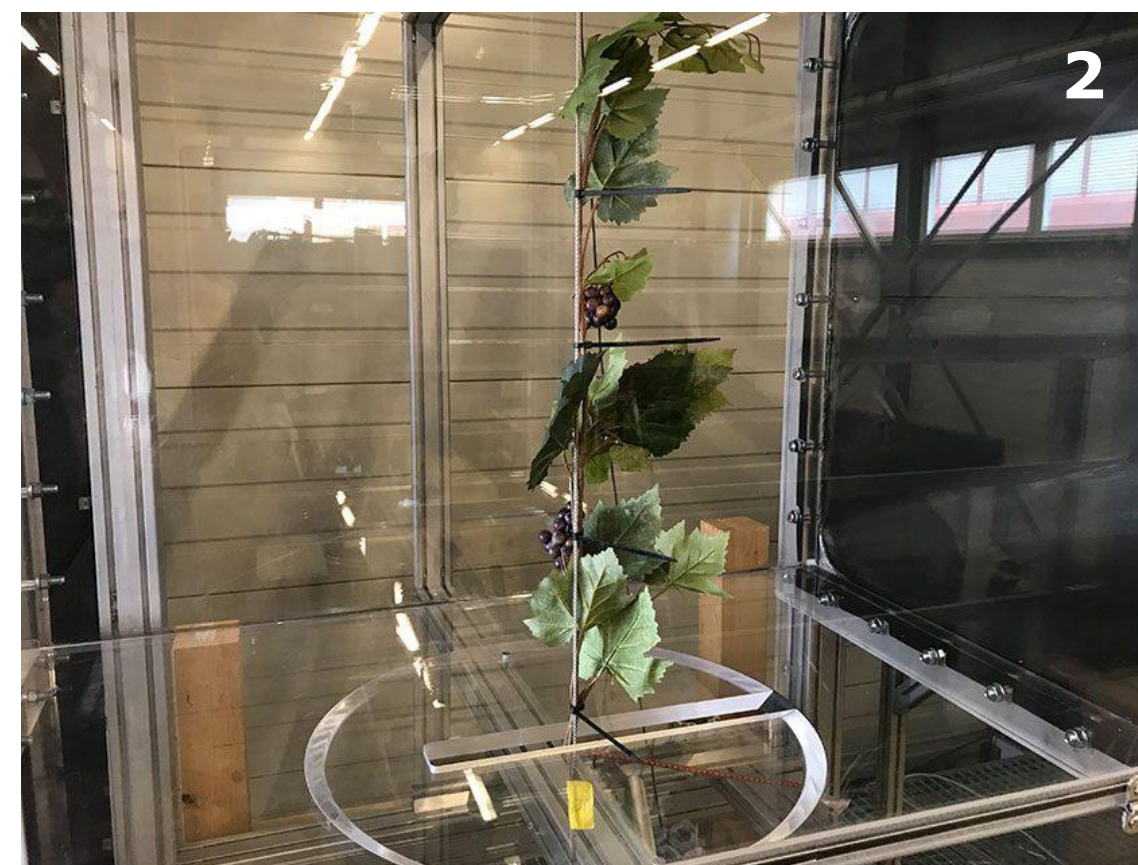
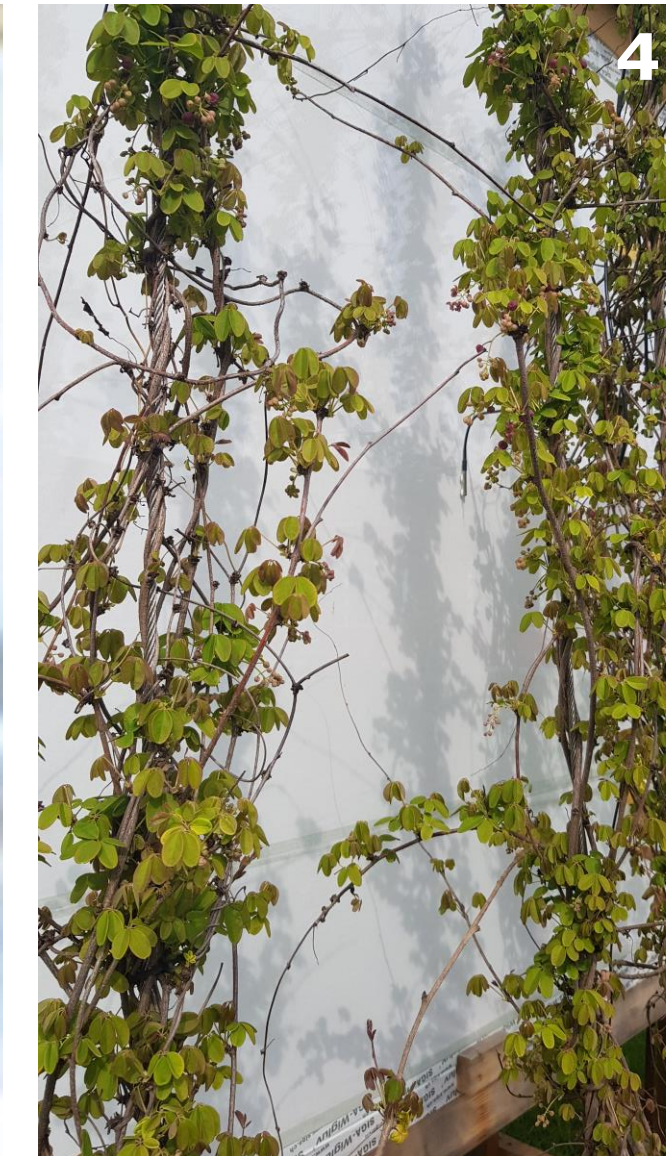
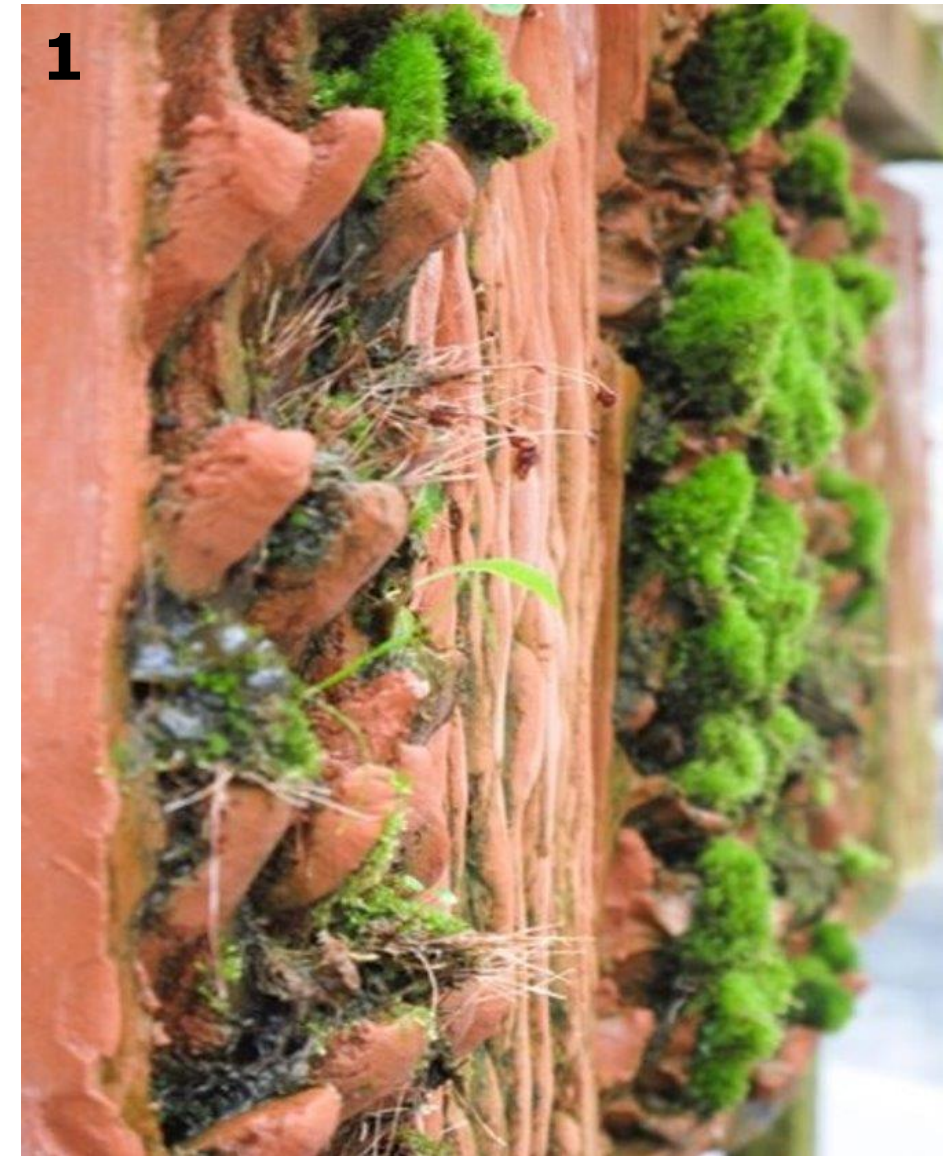
Beliebiger Zeitpunkt während eines Tages,
zum Beispiel Oberflächentemperaturen im Areal



Tagesverlauf,
PET an Messpunkten im Areal

Weitere Projekte / Projektideen der HSLU zum Thema Kühlen / Klimawandel

- Green Brick – ein begrünter Backstein ¹
- Begrünte Fassaden im Windkanal ²
- Auswirkung des Quartierklimas auf die Vermietbarkeit von Liegenschaften ³
- Beschattungswirkung von begrünte Fassaden ⁴
- Kühlen mit Tönen und mit Farben ⁵
- u.v.a.m



Bauen gegen und mit dem Klimawandel – Zusammenfassung

Es gibt Lösungen.

1. Beim Bau der Gebäude den CO₂-Ausstoss reduzieren
2. Im Betrieb der Gebäude den CO₂-Ausstoss reduzieren
3. Gebäude so bauen, dass sie auch bei erhöhten Aussentemperaturen energieeffizient und komfortabel betrieben werden können.
4. Mit Massnahmen in der Stadt, im Quartier, am Gebäude und direkt am Menschen dafür sorgen, dass das Klima erträglich bleibt.



Aber «man» muss es tun.

«Man» sind wir alle: Politik, **Forschung, Ausbildung, Weiterbildung**, Bauwirtschaft, Bauherrschaft, Projektentwickler, Städteplanung, Architektur, Planende, Ausführende, Nutzende, ...

DANKE!

Hochschule Luzern

Technik & Architektur

Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Prof. Urs-Peter Menti

Leiter Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG

T direkt +41 41 349 33 17

urs-peter.menti@hslu.ch