



Universität Stuttgart
Institut für Akustik und Bauphysik

BUILDING A CLIMATE POSITIVE FUTURE TOGETHER



Menschen, Hitze und urbane
Strukturen

Lebenswerte urbane Räume für den Menschen

Prof. Dr.-Ing.
**Gunnar
Grün**

1. Rückblick - Gebäudesektor Allgemein

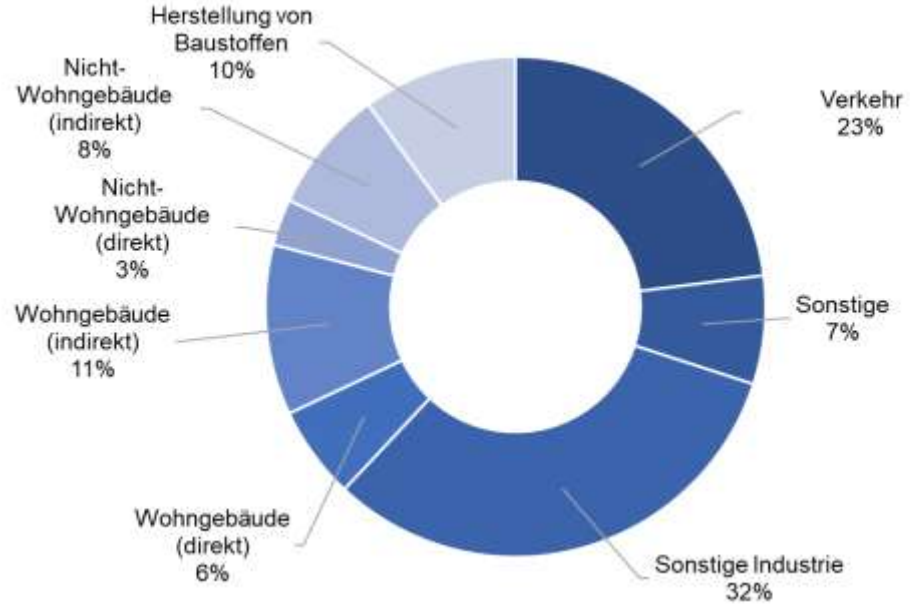
Ressourcenverbrauch Bauwesen - global

38% der globalen energiebezogenen CO₂ Emissionen

35% am globalen Gesamtendenergieverbrauch

ca. 55% der globalen Elektrizitätsnutzung beim Betrieb (Stromverbrauch)

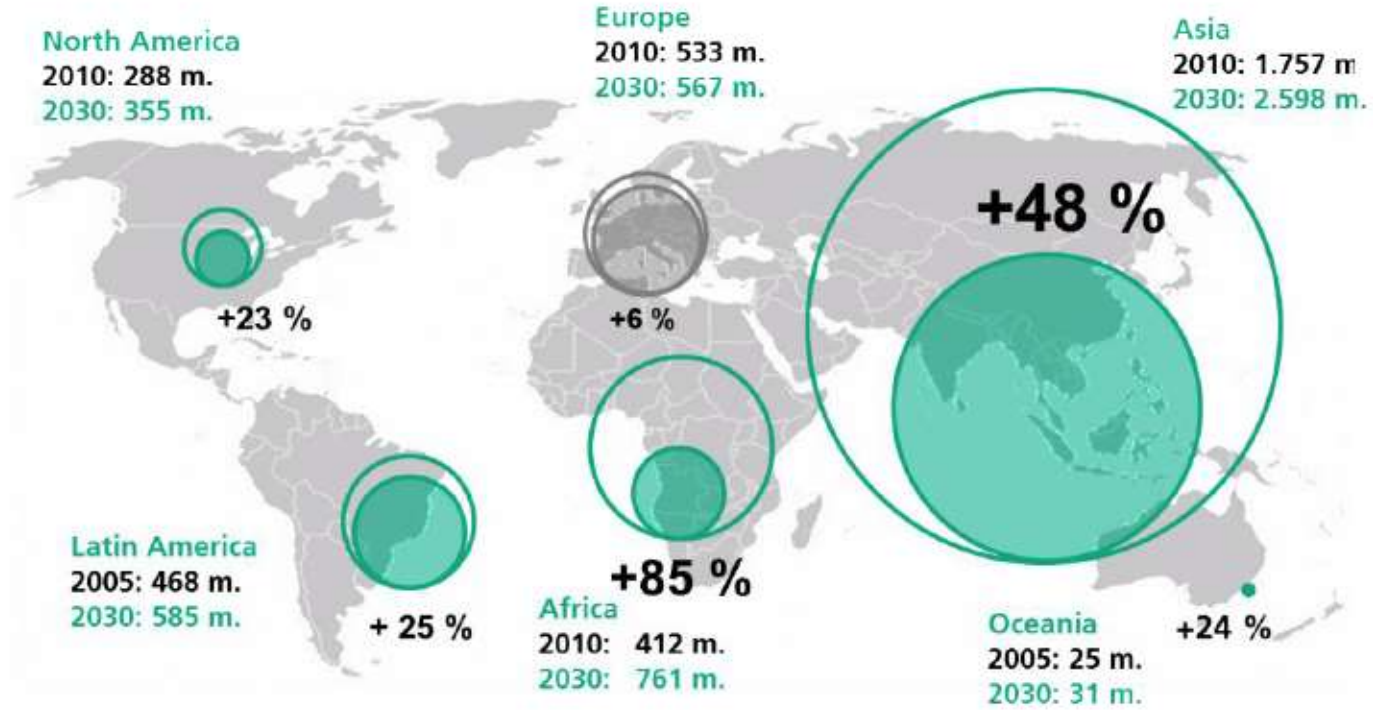
globaler CO₂ Emissions-Anteil des Bau- & Gebäudesektors 2019



Grafik nach: United Nations Environment Programme (UNEP 2020). 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector.



Growth of urban population



1. Rückblick - Gebäudesektor Allgemein

Bauwesen und Klimawandel - Potentiale und Ziele

Stadtbevölkerung weltweit 2020: 56,2 %

Stadtbevölkerung weltweit 2050: 66,4 %

} Rund ein Fünftel lebte 2020 in einer der 73 Mega-Städte mit mehr als 5 Millionen Einwohnern

Gebäude und Energieeffizienz

- Klimaschutz durch Einsparung von Heiz-/Kühlenergie in Gebäuden weltweit
- Entwicklung effizienter und resilienter Gebäude- und Quartierskonzepte

Thermisches Empfinden im urbanen Raum

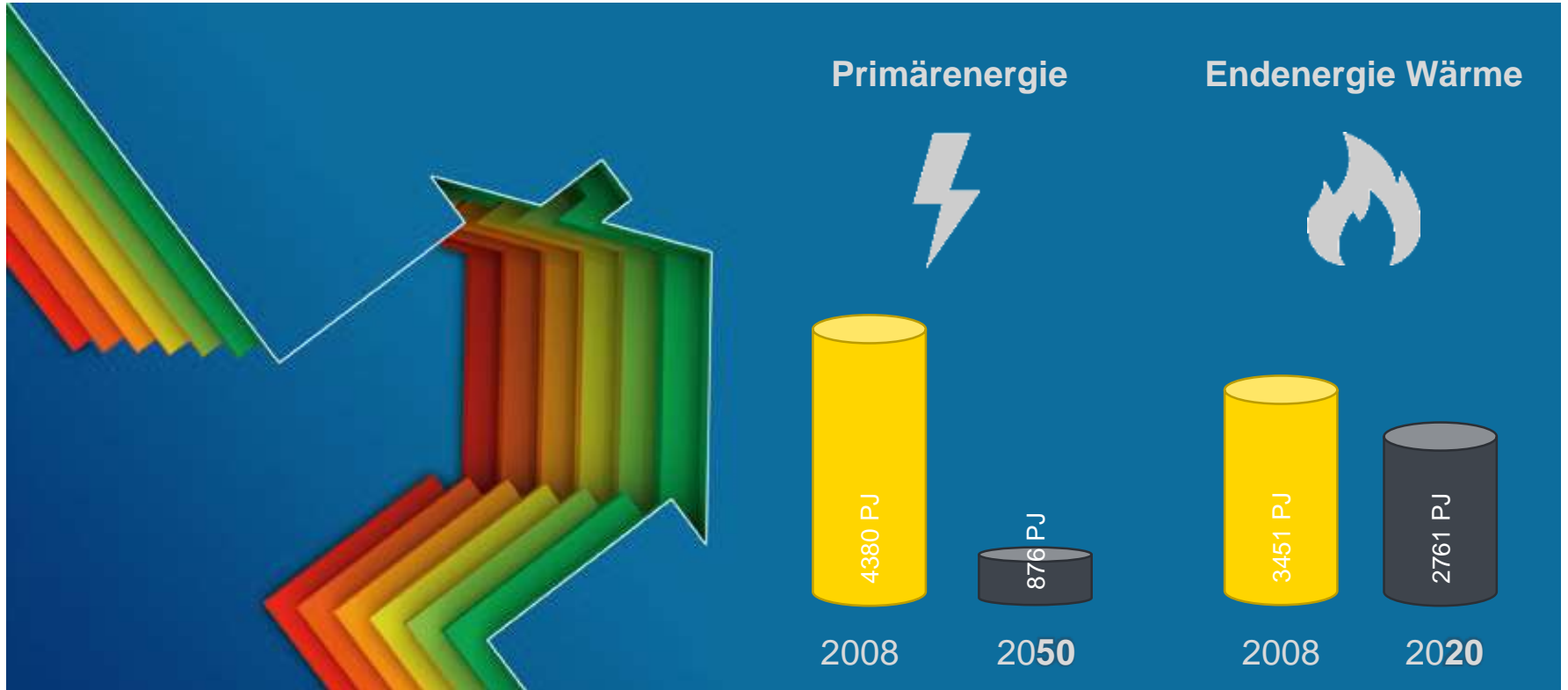
- Behaglichkeit in Innen- und Außenräumen für lebenswerten urbanen Raum

Extremwetterereignisse und deren Folgen

- Klimaanpassungsmaßnahmen für Folgen des Klimawandels

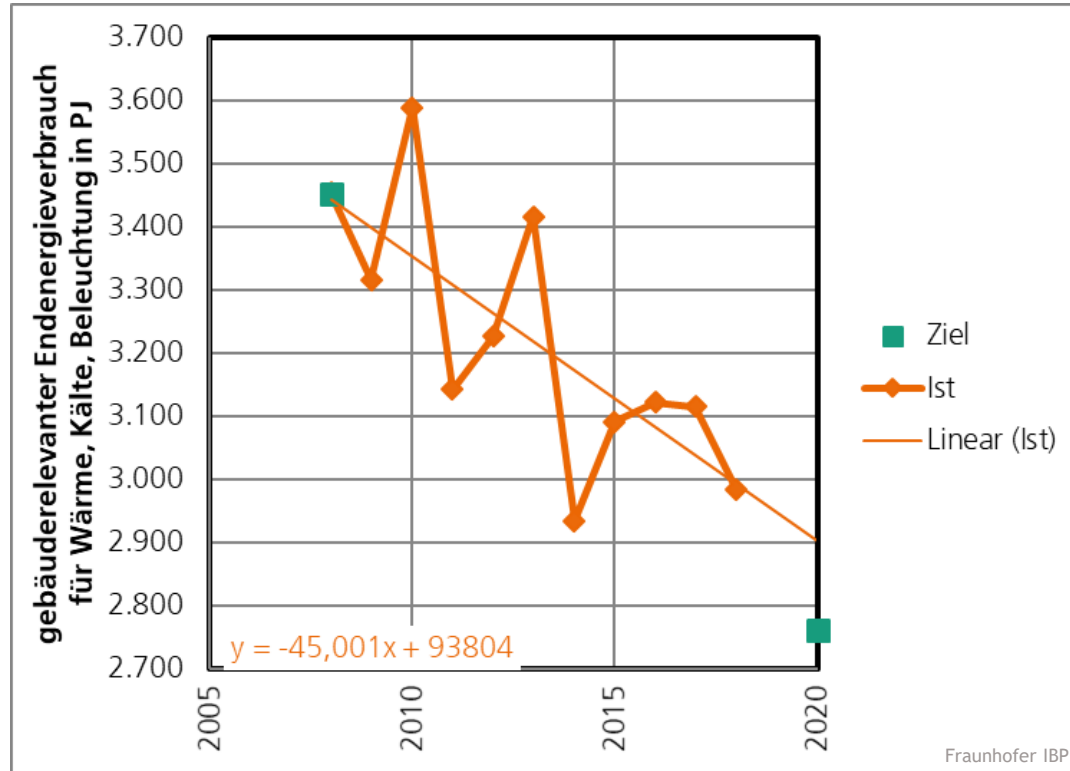


Klimaschutzziele im Gebäudesektor



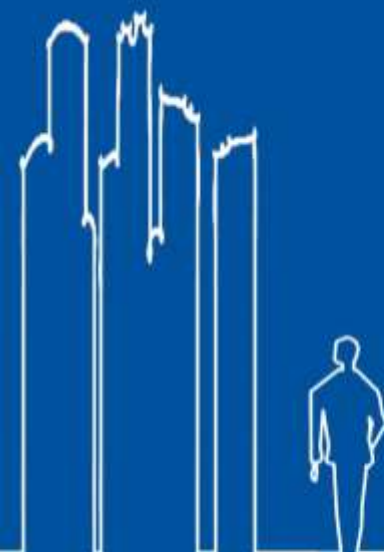
Klimaschutzziele im Gebäudesektor

Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch



2. Gebäude und Energieeffizienz

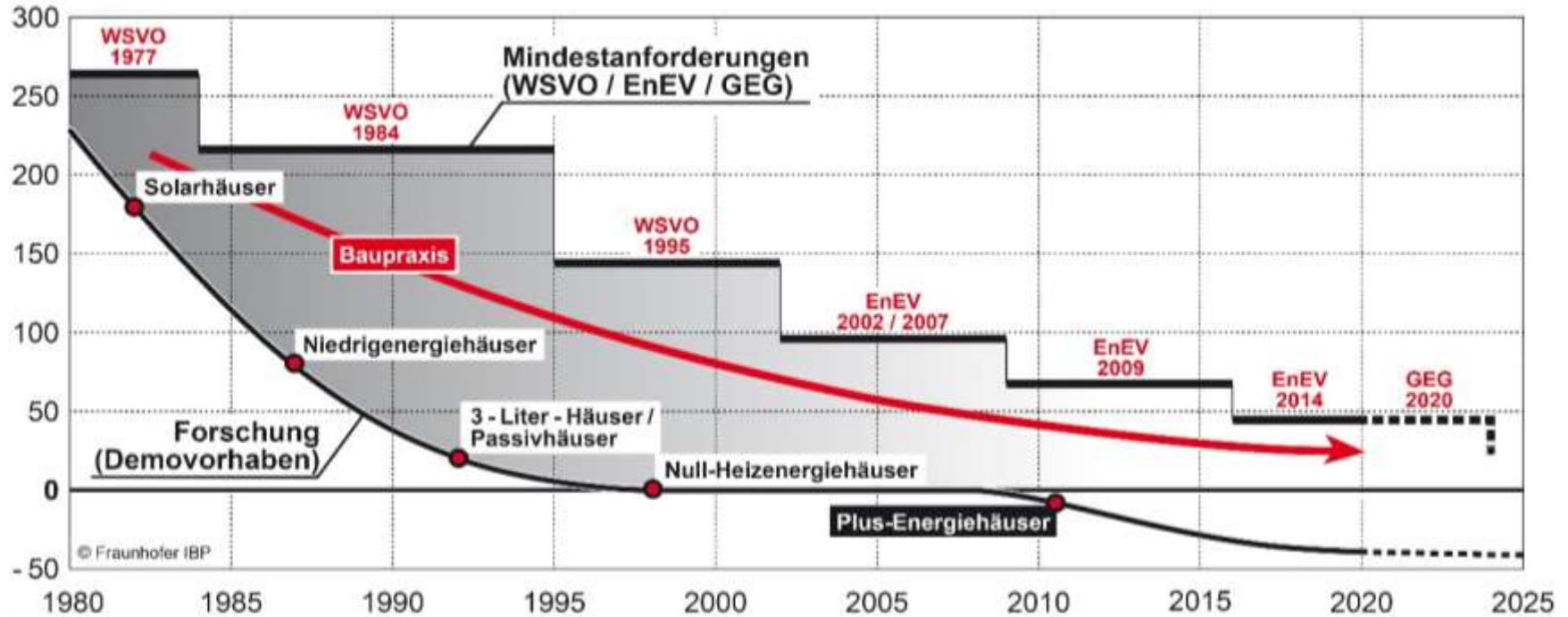
Bauphysikalische Forschung und Klimawandel

- 
- Hocheffiziente Gebäude(energie)konzepte
 - Sanierungskonzepte mit hohem Wirkungsgrad
 - Innovative und energieeffiziente Siedlungskonzepte
 - Entwicklung von Planungswerkzeugen für effektive Anwendungen von bauphysikalischem Wissen
- *Klimaschutz durch Einsparung von Heiz-/Kühlenergie in Gebäuden weltweit*
- *Entwicklung effizienter und resilienter Gebäude- und Quartierskonzepte*



Entwicklung des energiesparenden Bauens in Deutschland

Primärenergiebedarf Doppelhaushälfte [kWh/m²a]



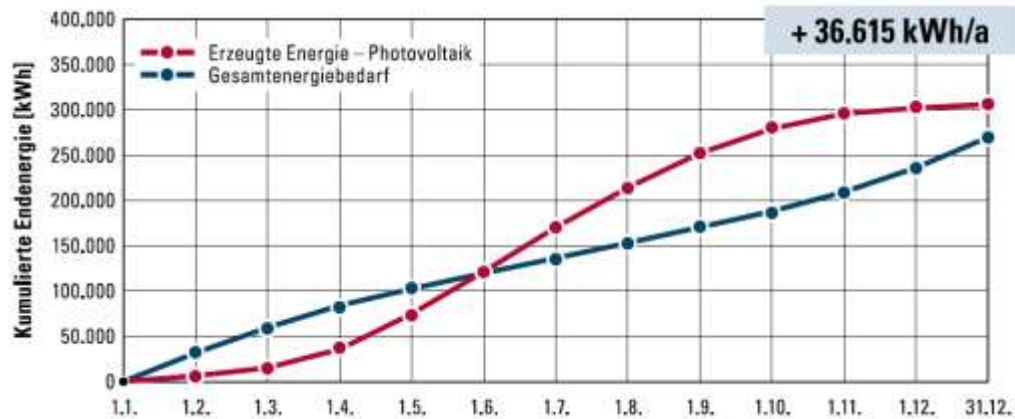
2. Gebäude und Energieeffizienz

5 Jahre Bildungsgebäude im Effizienzhaus Plus-Standard

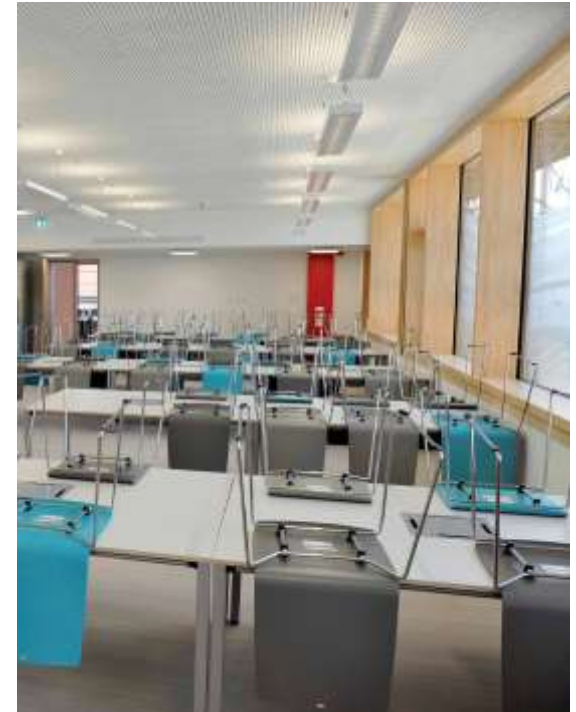
Beispiel Gymnasium in Neutraubling

→CO₂-Einsparung durch den geplanten Energieüberschuss des Neubaus und der Sanierung entspricht der jährlichen CO₂-Senke einer 19 Hektar großen Waldfläche (~27 Fußballfelder)

→entspricht 20 t CO₂/a



Fraunhofer IBP



5 Jahre Bildungsgebäude im Effizienzhaus Plus-Standard - Erfahrungen aus der Begleitforschung.



2. Gebäude und Energieeffizienz

Hausstandards - Ausblick

75 % aller Bestandsgebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1978 errichtet

ca. 11% aller Gebäude sind **bereits/erst** saniert

Nötige Maßnahmen „CO₂-neutral bis 2035“ (1,5° C Ziel)

- Erhöhung Sanierungsrate auf ~3% jährlich (heute ca. 1 %)
- Neubauten **Effizienzhaus 40**, Sanierung Effizienzhaus 55 **besser: besser!**
- **Austausch Heizsysteme:** elektrische Wärmepumpen betrieben mit Strom aus erneuerbaren Quellen
- **Ausbau Fern- und Nahwärmeversorgung** (Erzeugung aus erneuerbaren Quellen)



© pixabay

2. Gebäude und Energieeffizienz

Energetische Quartiersanierung



Fraunhofer IBP / © Shutterstock

2. Gebäude und Energieeffizienz

Energetische Quartiersanierung - gesamtheitlicher Ansatz



Fraunhofer IBP / © Shutterstock



Klimaneutralität im Gebäudesektor

Beispiel: Konzeptstudie für eine Quartierserweiterung in München



Bestand

- 36 Gebäude
- Gebaut zwischen 1963 und 1973
- Nahezu alle Fenster wurden zwischen 2000 und 2010 ausgetauscht

Verbrauch / Emissionen

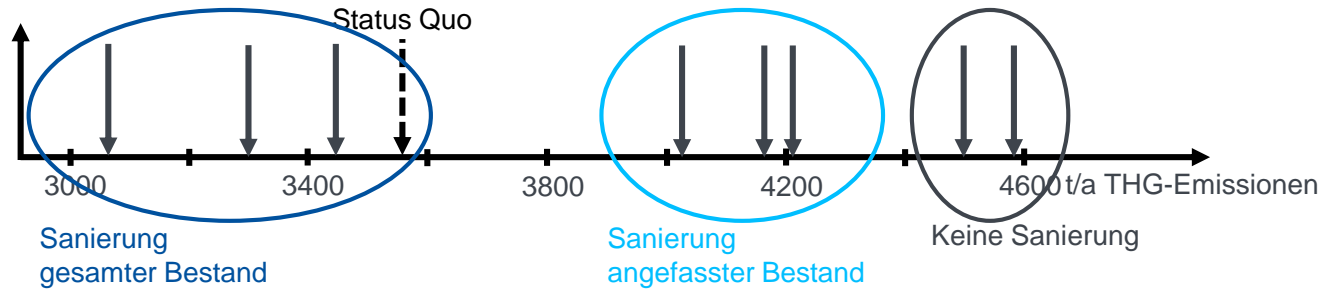
- 14.200 MWh/a Wärmeverbrauch
- 545 MWh/a Allgemeinstromverbrauch
- 2.013 MWh/a Nutzerstromverbrauch
- ➔ THG-Emissionen aktuell: 3.560 t/a
 - ➔ Mit Generalsanierung auf GEG-Niveau: 2.242 t/a
 - ➔ Mit Sanierung auf Passivhaus-Niveau: 2.090 t/a



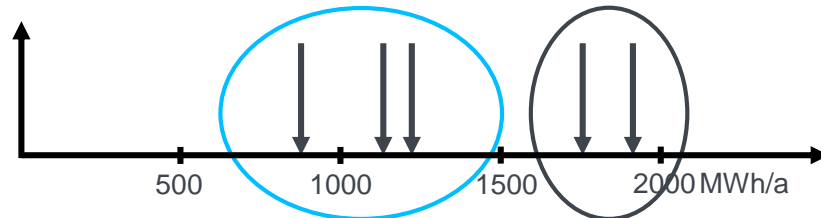
Klimaneutralität im Gebäudesektor

Beispiel: Konzeptstudie für eine Quartierserweiterung in München

- Spanne der THG-Emissionen nach Quartierserweiterung



- Notwendige Produktion von erneuerbarem Strom für Zielerreichung „Klimaneutralität“



2. Gebäude und Energieeffizienz

Energetische Quartiersanierung - gesamtheitlicher Ansatz

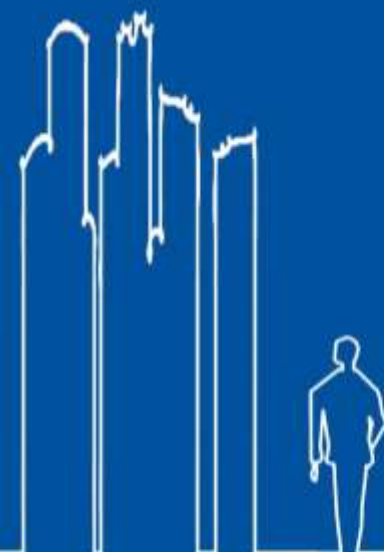


Fraunhofer IBP / © Shutterstock



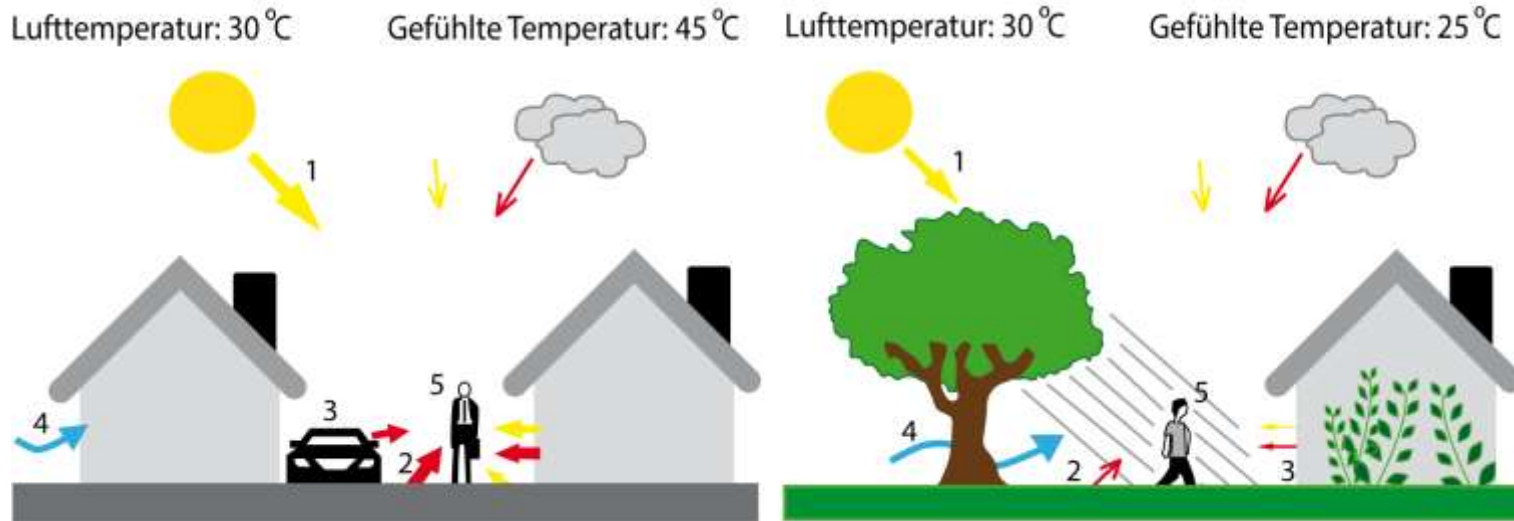
3. Thermisches Empfinden im urbanen Raum

Bauphysikalische Forschung und Klimawandel

- 
- Behagliche Innenräume und verbesserte Raumlufthqualität
 - Gebäudeplanung mittels Simulation
 - Digitaler Gebäudezwillinge
 - Gebäudesystemlösungen
 - Behagliche Außenräume
- *Behaglichkeit in Innen- und Außenräumen für lebenswerte urbane Räume*



3. Thermisches Empfinden im urbanen Raum Behaglichkeit im Außenraum

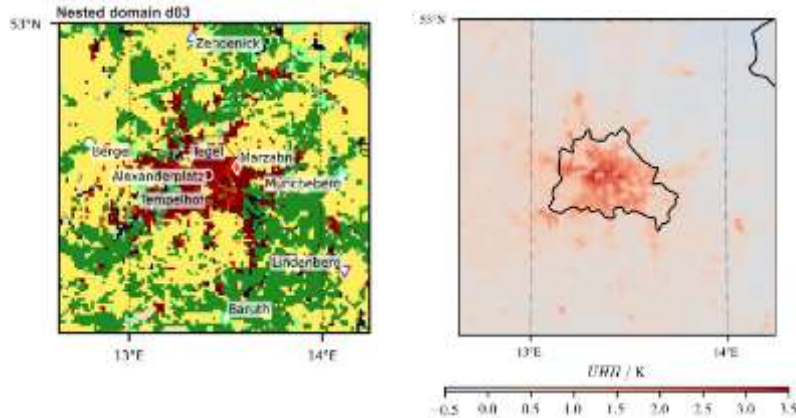


Lehrveranstaltung Klimaanpassungsmaßnahmen in Außen- und Innenräumen , IABP, Universität Stuttgart



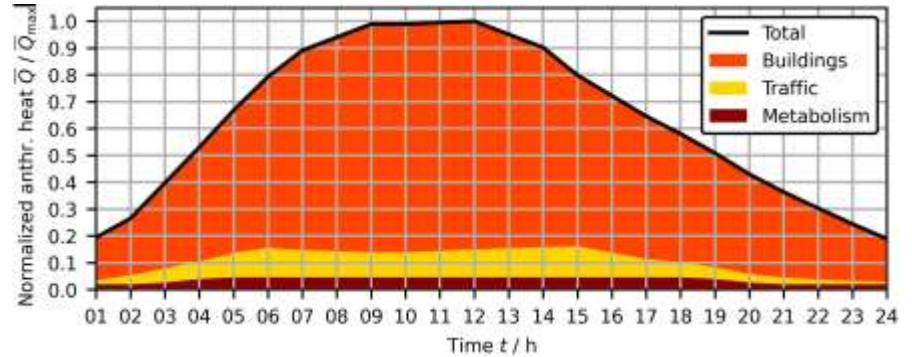
3. Thermisches Empfinden im urbanen Raum Urbane Wärmeinseln

Vogel, Afshari: Comparison of Urban Heat Island Intensity Estimation Methods Using Urbanized WRF in Berlin, Germany. *
In: Atmosphere 2020, 11, 1338



Landnutzung Berlin

→ Mittlere Wärmeinsel-Intensität



→ Mittleres normalisiertes anthropogenes Wärmeprofil, berechnet nach LUCY-Modell.

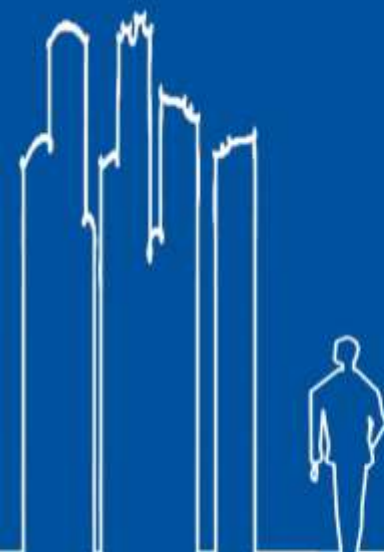
3. Thermisches Empfinden im urbanen Raum

- **Hohe Temperaturen haben einen signifikanten Einfluss auf die Gesundheit:**
 - Hitzewelle im Sommer 2003: mehr als 52.000 Tote in Europa durch die Hitze (Macintyre et al. 2018).
- Josseran et al. 2009: Krankenhauseinweisungen in Frankreich: signifikant höhere Häufigkeit von Patienten mit **Unwohlsein, Dehydrierung, Hyperthermie, Hyponatriämie, Nierenkolik und Nierenversagen** an heißen Tagen.
- Zacharias et al. 2014: an Hitzewellentagen in Deutschland erhöhtes Sterberisiko (+15,2 %) bei ischämischen Herzerkrankungen, aber kein Einfluss auf Krankenhauseinweisungen.
- Michelozzi et al. 2008: die außerklinische Sterblichkeit aufgrund kardiovaskulärer Ursachen könnte das Ergebnis einer kurzen Latenz zwischen Hitzeexposition und Tod sein.
- Sanchez et al. 2018: die jährliche durchschnittliche **hitzebedingte Sterblichkeit** wird in naher Zukunft um den Faktor 1,7 und in ferner Zukunft um den Faktor 4,5 steigen, wenn keine Akklimatisierungs- und Präventionsmaßnahmen in unseren Städten ergriffen werden.



4. Urbane Räume und Extremwetterereignisse

Bauphysikalische Forschung und Klimawandel

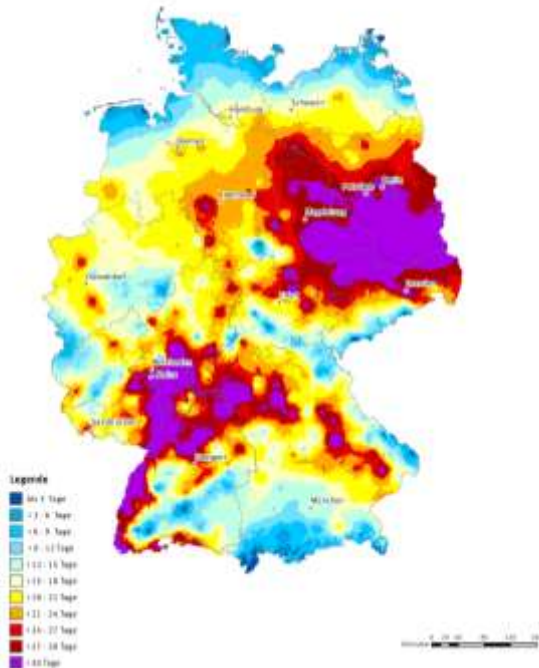
- 
- Städtische Resilienzstrategien
 - Stadtbauphysikalische Mikro- und Mesoklima-Modellierung
 - Klimaanpassungsmaßnahmen auf Gebäude, Quartiers- und Stadtebene
 - Urbane Grünsysteme und deren Einflüsse
- *Klimaanpassungsmaßnahmen für Folgen des Klimawandels*



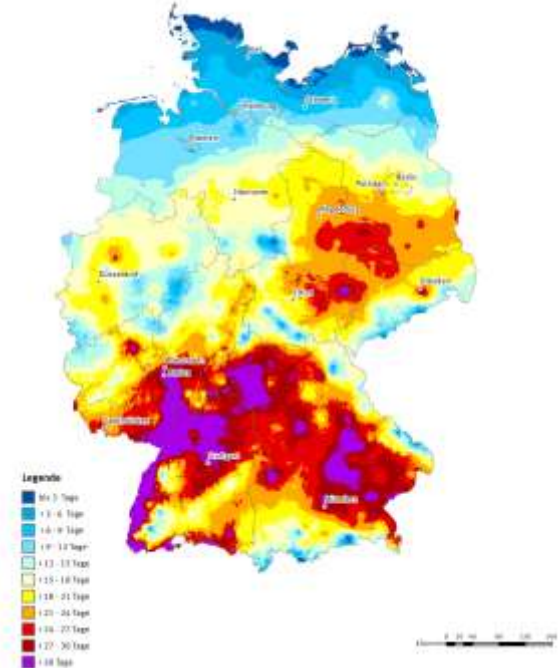
4. Urbane Räume und Extremwetterereignisse

Heiße Tage mit Tageshöchsttemperatur >30°C

2018



2003



2003: ~70.000 Hitzetote in Europa

2018: ~20.200 Hitzetote in Deutschland

Ø 2000 bis 2004: ~8.440 (jährlich in D)

Ø 2014 bis 2018: ~12.080 (jährlich in D)

Folgen für die Strom- und
Energiewirtschaft

Schäden in der Landwirtschaft

Erhöhung Waldbrandrisiko

Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/karte-heisse-tage-anzahl-der-heissen-tage-einer-11>



4. Urbane Räume und Extremwetterereignisse

Extremwetter und Schäden

Weltweit

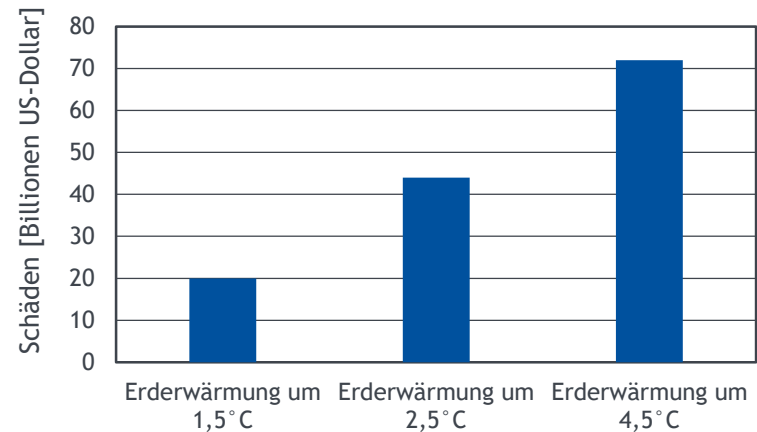
2011 bis 2020: **83 %** aller Katastrophen (Unwetter, Überschwemmungen und Hitzewellen) sind auf Extremwetter und die Folgen des Klimawandels zurückzuführen

Vergleichend 2001 bis 2010: **76 %**

Deutschland

Versicherungsschäden (Sach- und Kfz-Versicherung) durch Unwetter 2020 bei 2,5 Mrd. € (Mittelwert **3,7 Mrd. €** pro Jahr)

Geschätzte Schäden einer Klimaerwärmung bis zum Jahr 2060 nach Grad der Erwärmung
[Billionen US-Dollar]



Citigroup / OECD, 2016



4. Urbane Räume und Extremwetterereignisse

Klimaanpassungsmaßnahmen Hitze

Grüne Infrastruktur: Kühlung durch Verdunstung und Kühlung durch Verschattung

Blaue Infrastruktur: Verdunstungskühlung

Bauwerksbegrünung: Regenwasseraufnahme und Verdunstungskühlung

Oberflächen und Straßenraumgestaltung: Straßenraumgestaltung beeinflusst durch Orientierung und Verschattung das Eindringen von Sonnenlicht und somit Wärmeenergie

Ventilation (Kalt- und Frischluft): Entstehung und Versorgung von Kalt- und Frischluft)



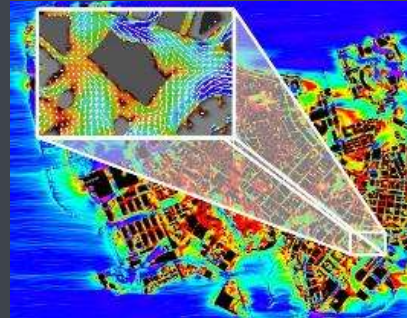
© pixabay



THE PRIMORDIAL CITIES INITIATIVE by Johanton Keats



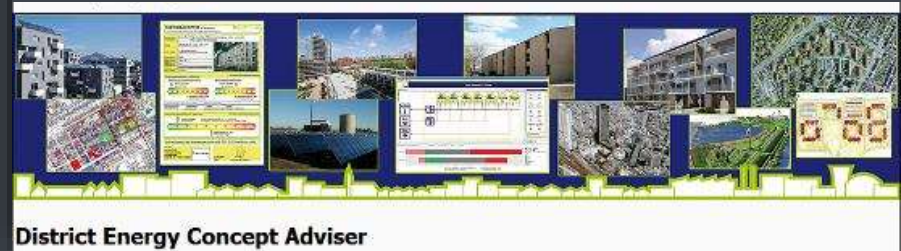
Simulation



Experiment



Concept | Analysis

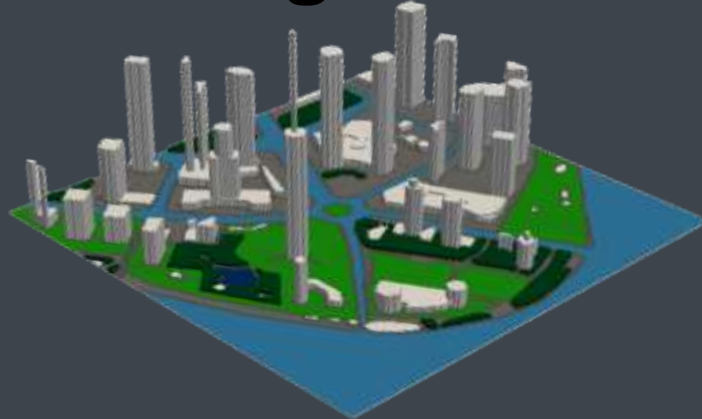


District Energy Concept Adviser

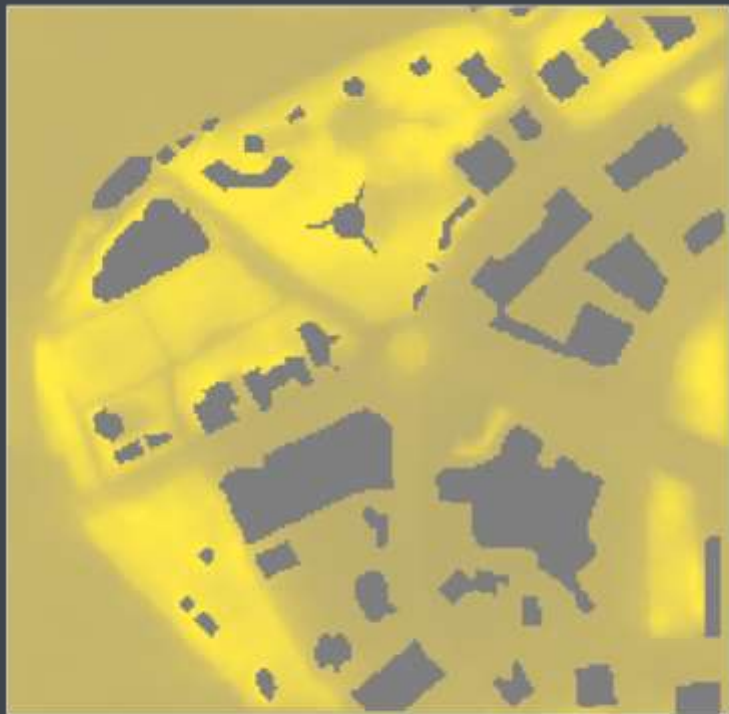
Jonathon Keats, Matthias Winkler, Sebastian Stadler, Johannes Schrade, Gunnar Grün

The Primordial Cities Initiative

- The Shanghai Case -



HUMIDITY 14:00 – 15:00

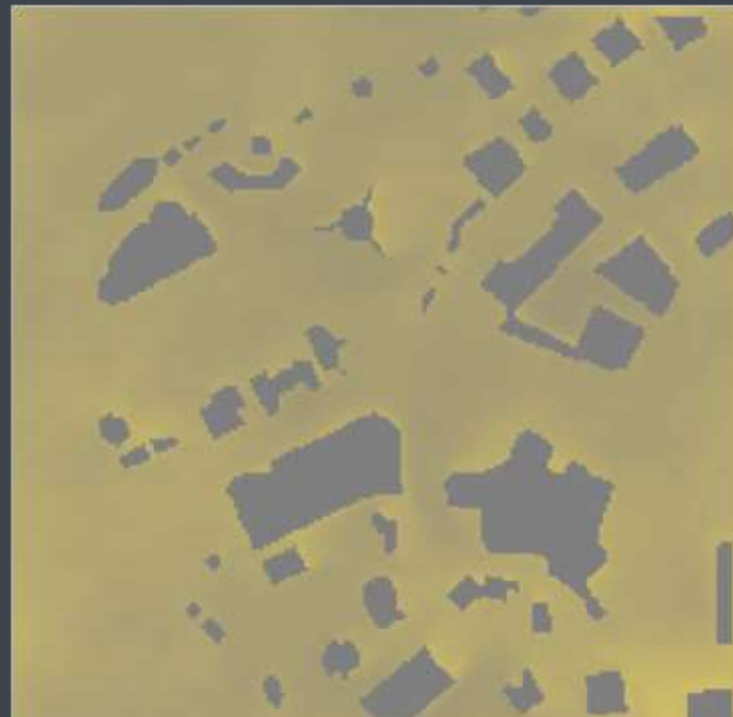


SHANGHAI 2300
5m sea level rise

[g/kg]



HUMIDITY 14:00 – 15:00



SHANGHAI 2300
15m sea level rise

[g/kg]





SHANGHAI 2300
no flooding



SHANGHAI 2300
5m flooding



Universität Stuttgart
Institut für Akustik und Bauphysik

BUILDING A CLIMATE POSITIVE FUTURE TOGETHER



Menschen, Hitze und urbane
Strukturen

**Vielen
Dank.**

Prof. Dr.-Ing.
**Gunnar
Grün**

Referenzen

- Vogel, Afshari: Comparison of Urban Heat Island Intensity Estimation Methods Using Urbanized WRF in Berlin, Germany. In: *Atmosphere* 2020, 11, 1338
- Macintyre, H.L. et al., 2018. Assessing urban population vulnerability and environmental risks across an urban area during heatwaves – Implications for health protection. *Science of the Total Environment*, 611, pp.678–690.
- Josseran, L. et al., 2009. Syndromic surveillance and heat wave morbidity: a pilot study based on emergency departments in France. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 9, pp.14–22. Available at: <https://doi.org/10.1186/1472-6947-9-14>.
- Zacharias, S., Koppe, C. & Mücke, H.-G., 2014. Influence of heat waves on ischemic heart diseases in Germany. *Climate*, 2, pp.133–152.
- Michelozzi, P. et al., 2008. High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 179, pp.383–389.
- Sanchez, G. et al., 2018. Heat and health in Antwerp under climate change: Projected impacts and implications for prevention. *Environment International*, 111, pp.135–143. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.012>.

