

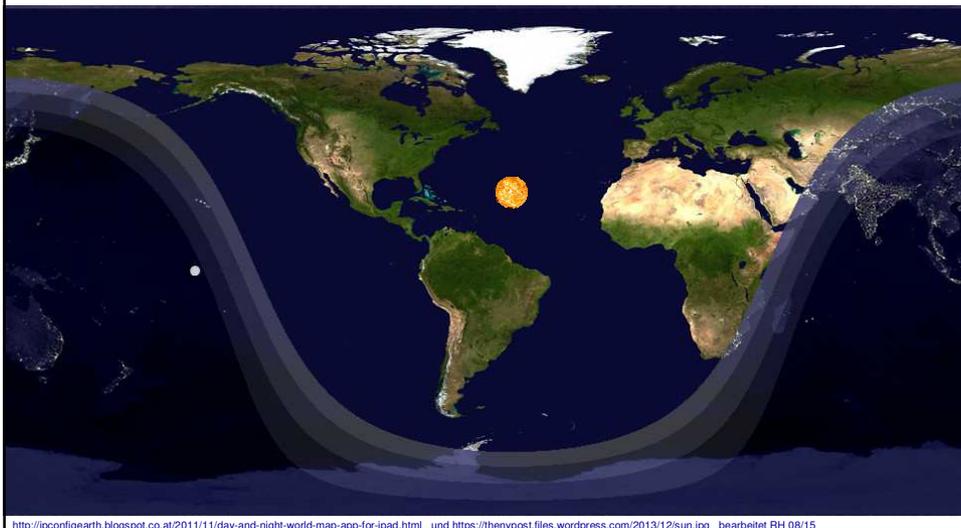
# Bauklimatik im Klimawandel

Dipl.-Ing. Dr. Peter Holzer



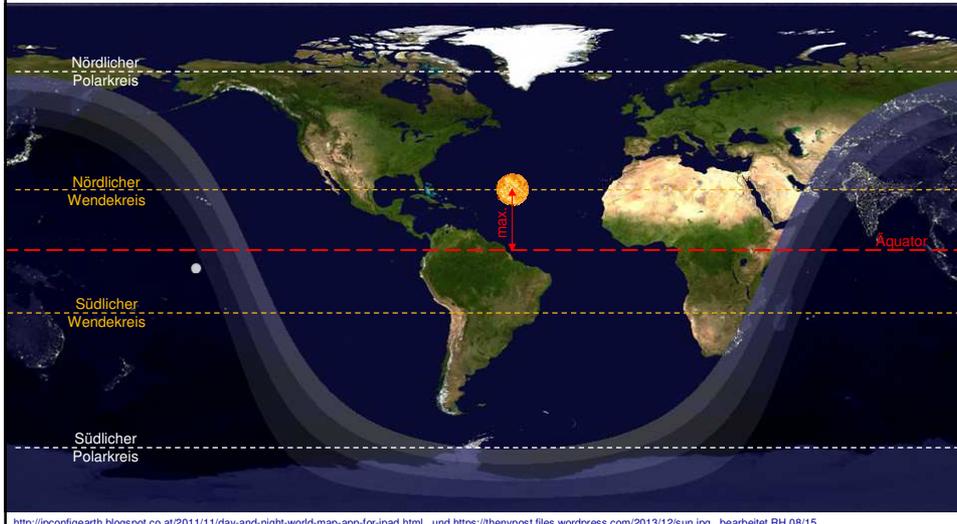
## Klima

Griechisches Lehnwort  $\kappa\lambda\acute{\iota}\mu\alpha$  [klíma] → Neigung der Sonne



## Klima

Griechisches Lehnwort  $\kappa\lambda\iota\mu\alpha$  [klíma] → Neigung der Sonne



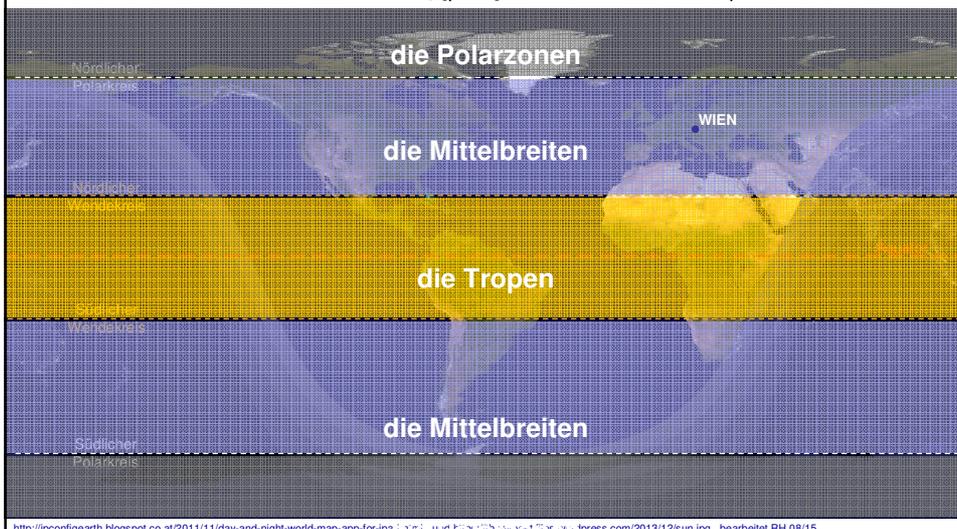
<http://ipconfigearth.blogspot.co.at/2011/11/day-and-night-world-map-app-for-ipad.html> und <https://thenypos.files.wordpress.com/2013/12/sun.jpg> bearbeitet RH 08/15

## Klimazonen

Klima: Griechisches Lehnwort  $\kappa\lambda\iota\mu\alpha$  [klíma] → Neigung der Sonne

Tropen: Griechisches Lehnwort  $\tau\rho\upsilon\pi\omicron\iota$  "Ἡλίου [tropáí hēlíou] →  
Sonnenwendegebiete

Pol: Griechisches Lehnwort  $\pi\acute{o\lambda\omicron\varsigma$  [pólos] → Achsenpunkt



<http://ipconfigearth.blogspot.co.at/2011/11/day-and-night-world-map-app-for-ipad.html> und <https://thenypos.files.wordpress.com/2013/12/sun.jpg> bearbeitet RH 08/15

## Klimazonen

Aktuell werden auf der Erde fünf Hauptklimazonen unterschieden

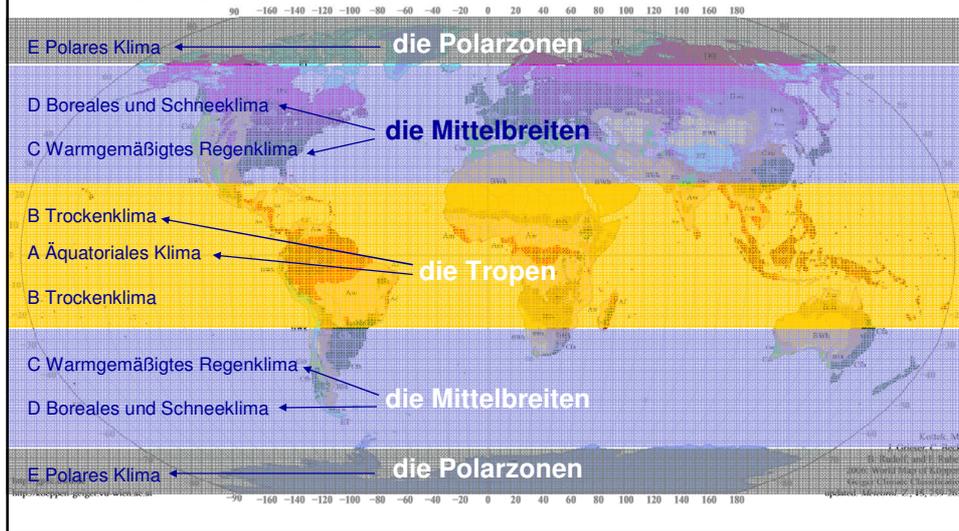
A Äquatoriales Klima

B Trockenklima

C Warmgemäßigtes Regenklima

D Boreales und Schneeklima

E Polares Klima

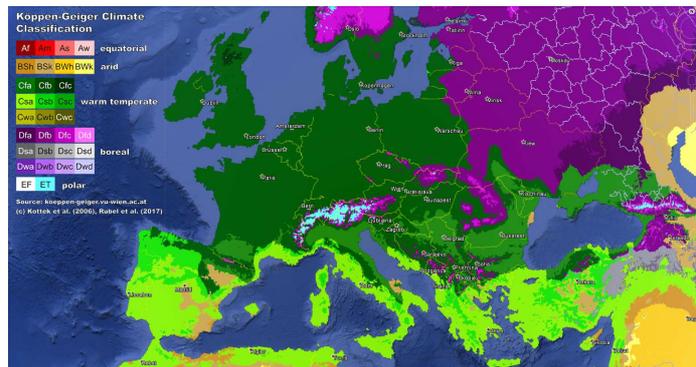


## Klimaklassifikation

Klimazonen A bis E

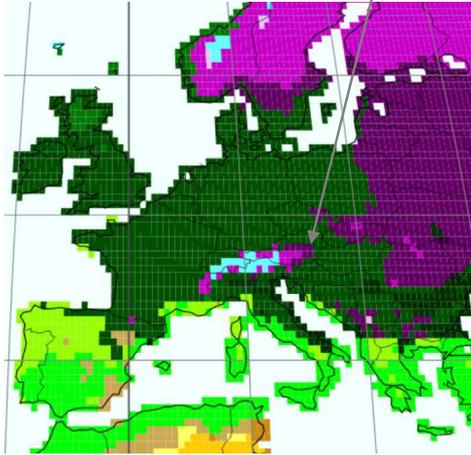
Klimatypen f, w, s, m nach Mengenverhältnis der Niederschläge

Klimauntertypen h, k, a, b, c, d zur Differenzierung Sommerwärme / Winterkälte



Aktualisierte Köppen-Geiger Klimakarte von Europa, auf Basis der Klimadaten 1986-2010, Kottek et al. (2006), Rubel and Kottek (2010) and Rubel et al. (2017), World Maps of Köppen-Geiger climate classification, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2017, <http://koepfen-geiger.vu-wien.ac.at/>

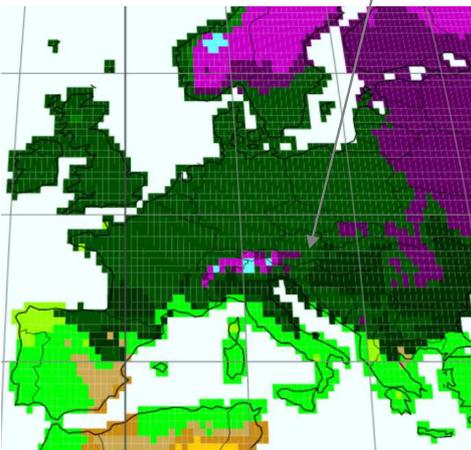
## Klimaklassifikation von Wien Erste Hälfte des 20. Jhdt.: **Dfb**



**Dfb**  
**Winterfeucht-kaltes Klima  
mit warmem Sommer**  
D kältester Monat unter  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
wärmster Monat über  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$   
f immerfeucht  
b warmer Sommer,  
wärmster Monat  $< 22\text{ }^{\circ}\text{C}$

Datenbasis 1901-1925, World Maps of Köppen-Geiger climate classification,  
Veterinärmedizinische Universität Wien, 2017, <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>

## Klimaklassifikation von Wien Erste Hälfte des 21. Jhdt.: **Cfb**



**Cfb**  
**Feuchttemperiertes Klima  
mit warmem Sommer**  
D kältester Monat  
zwischen  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$   
f immerfeucht  
b warmer Sommer,  
wärmster Monat  $< 22\text{ }^{\circ}\text{C}$

Datenbasis extrapoliert 2026-2050, Klimaszenario A2, World Maps of Köppen-Geiger climate  
classification, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2017, <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>

## Klimaklassifikation von Wien Zweite Hälfte des 21. Jhdt.: Cfa

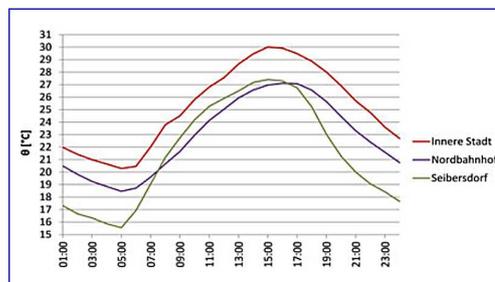


**Cfa**  
**Feuchttemperiertes Klima mit heißem Sommer**  
 D kältester Monat zwischen +18 °C und -3 °C  
 f immerfeucht  
 b heißer Sommer, wärmster Monat > 22 °C

Datenbasis extrapoliert 2076-2100, Klimaszenario A2, World Maps of Köppen-Geiger climate classification, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2017, <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>

## Analyse von Temperaturszenarien für Wien, wörtlich zitiert aus Formayer et al., 2007 \*

1. Wien zeigt einen deutlichen Wärmeinseleffekt. Dieser wirkt sich in erster Linie in den Nachttemperaturen aus (rund 60 Frosttage in der Innenstadt und mehr als 80 Tage am Stadtrand), aber auch die Hitzebelastung ist in der Innenstadt größer (etwa 4 Hitzetage (40 %) mehr in der Innenstadt).



Grafik: Aussentemperaturverlauf an einem strahlungsreichen Sommertag 2012. Aus: Urban Heat Islands Strategieplan Wien 2015, MA 22 - Umweltschutz

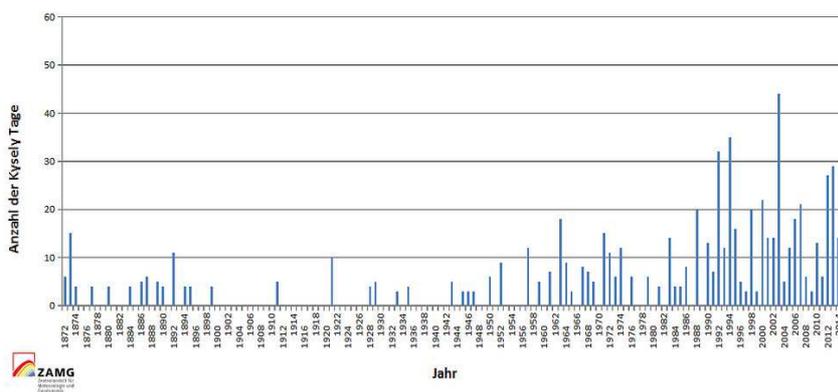
\* Formayer et al., Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien für Wien und ausgewählte Analysen bezüglich Adaptionsstrategien, Bericht 1. Teil, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Dez 2007

## Analyse von Temperaturszenarien für Wien, wörtlich zitiert aus Formayer et al., 2007 \*

2. Der Temperaturanstieg seit Mitte der 1970er Jahre zeigt bereits jetzt deutliche Folgen. Die Hitzetage haben um etwa 40 % zugenommen, die Vegetationsperiode ist im Mittel um 5 Tage länger geworden und der Heizbedarf ist um etwa 4 % gesunken.
3. Die Hitzebelastung wird im 21. Jahrhundert stark zunehmen. Um 2085 muss man im Mittel mit 23 bis 60 Hitzetagen rechnen (2003 waren es 40). In einzelnen Jahren können sogar mehr als 100 derartige Tage vorkommen. Dies führt zu Hitzewellen, die mehrere Wochen lang anhalten.

\* Formayer et al., Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien für Wien und ausgewählte Analysen bezüglich Adaptionsstrategien, Bericht 1. Teil, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Dez 2007

## Anzahl der Hitzewellentage 1872 bis 2015 an der Messtelle Wien Hohe Warte \*, \*\*



\* Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

\*\* Hitzewelle, wenn an mindestens drei Tagen hintereinander eine Maximumtemperatur von 30 °C überschritten wird. Hitzewellenende, wenn es entweder ein Maximum unter 25 °C gibt, oder wenn das Mittel der Maxima unter 30 °C sinkt.

## Analyse von Temperaturszenarien für Wien, wörtlich zitiert aus Formayer et al., 2007 \*

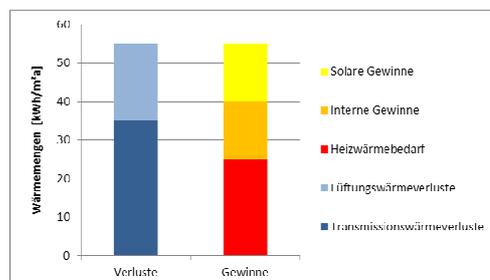
- Extrem heiße Tage mit Tagesmaxima über 35 °C nehmen überproportional zu. Muss man derzeit etwa alle 5 Jahre mit einem derartigen Ereignis rechnen, so sind diese um 2085 bereits so häufig wie derzeit Hitzetage. Dies kann zu extremer Belastung der Infrastruktur (Straßenbeläge, Schienen) aber natürlich auch der Menschen führen.
- Massive Auswirkungen auf die Vegetation sind zu erwarten. Die Vegetationsperiode wird im Mittel um 1.5 Monate länger werden, in Extremszenarien sogar 2 Monate. In Einzeljahren findet überhaupt keine Unterbrechung der Vegetationsperiode mehr statt.

\* Formayer et al., Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien für Wien und ausgewählte Analysen bezüglich Adaptionstrategien, Bericht 1. Teil, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Dez 2007

## Analyse von Temperaturszenarien für Wien, wörtlich zitiert aus Formayer et al., 2007 \*

- Die Erwärmung führt bis 2085 zu einer Reduktion den Heizbedarfs von etwa 20 bis 30 Prozent, gleichzeitig verdreifacht sich jedoch der Kühlbedarf.

*Anmerkung : Nachdem eine Reduktion der HGT im Ausmaß von 20-30 Prozent erwartet wird, sinkt der Heizenergiebedarf bei gut gedämmten, thermisch ausreichend trägen Gebäude noch deutlich stärker.*



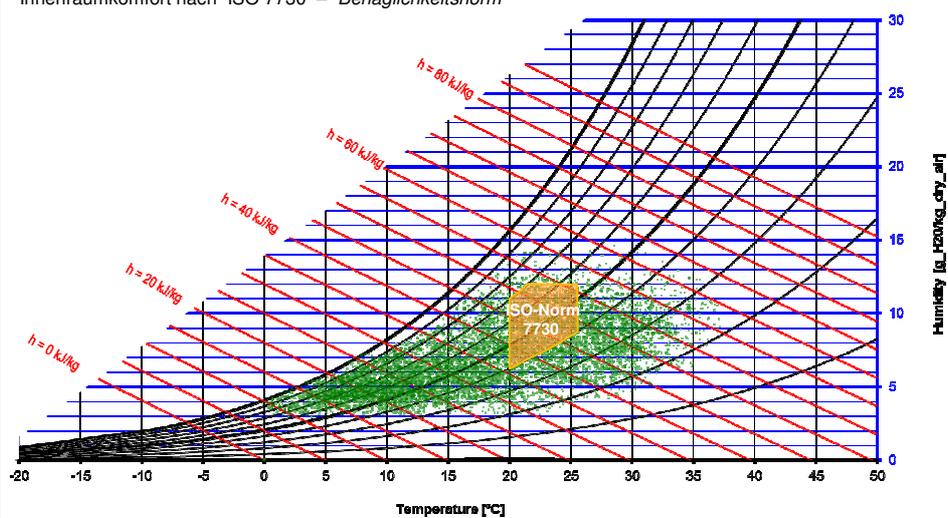
\* Formayer et al., Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien für Wien und ausgewählte Analysen bezüglich Adaptionstrategien, Bericht 1. Teil, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Dez 2007

Bleibt Heizen notwendig?  
Bleibt Wärmeschutz sinnvoll?

### Klimawandel

hx-Diagramm **Klima Wien** nach dem Meteorolog. Datensatz **2030**

Innenraumkomfort nach ISO 7730 – Behaglichkeitsnorm



### Bleibt Heizen notwendig?

### Bleibt Wärmeschutz sinnvoll?

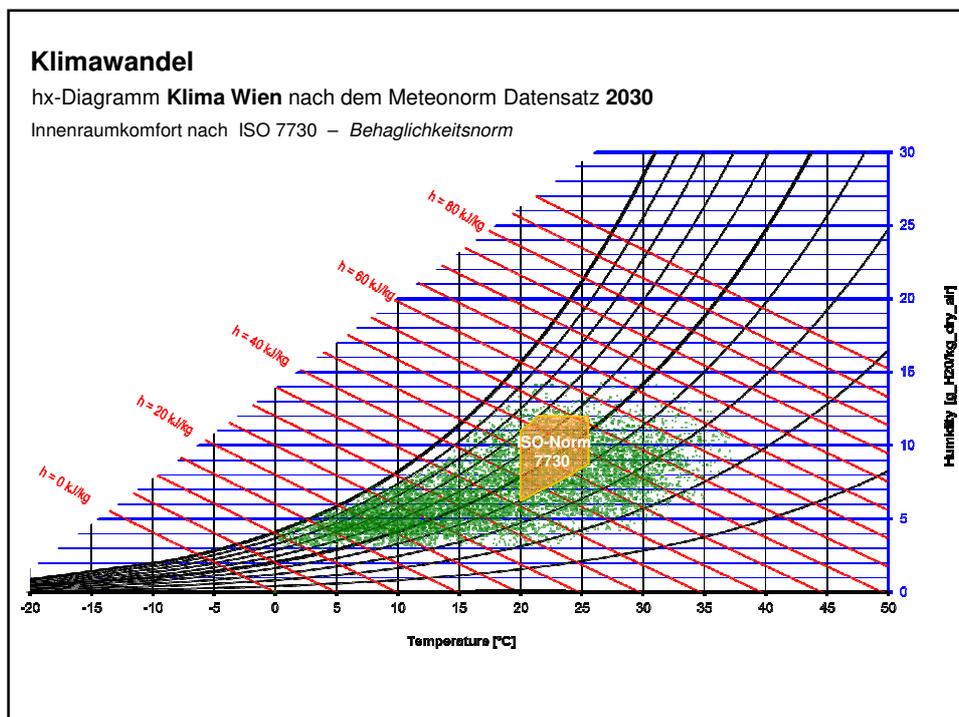
- Die Wärmeverluste werden sich klimabedingt weiter reduzieren und werden bei gut gedämmten Gebäuden fast ausschließlich durch innere und solare Lasten gedeckt werden.
- Gebäude mit gutem Wärmeschutz und ausreichender thermischer Trägheit werden hervorragende Voraussetzungen bieten, mit volatilen erneuerbaren Energieträgern versorgt zu werden.
- Die Warmwasserbereitung wird der größte Wärmeverbraucher werden.

### Bleibt Heizen notwendig?

### Bleibt Wärmeschutz sinnvoll?

- Das Wärmeschutzniveau ist aufrecht zu halten.
- Die Raumheizung kann auf Niedertemperaturniveau und muss mit ausschließlich erneuerbaren Energieträgern bewerkstelligt werden.
- Die Ausnutzung der Energieflexibilität der Gebäude bietet sich zur Ausnutzung von erneuerbaren Energieüberschüssen an.
- Flächenheiz- und Kühlsysteme werden Schlüsseltechnologien sein.

Wird Kühlung notwendig?  
Hat passive Kühlung ausgedient?



**Wird Kühlung notwendig?  
Hat passive Kühlung ausgedient?**

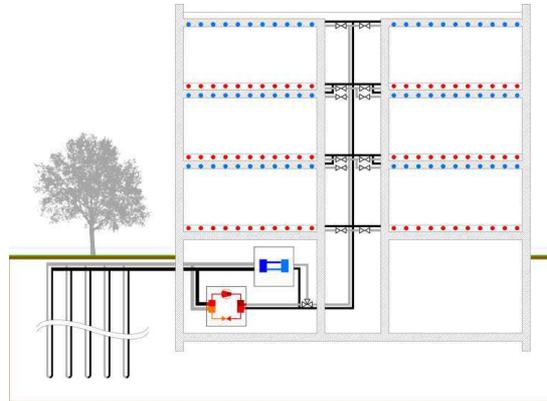
- Nachdem wir innerhalb der Nutzungsdauer von Gebäuden mit Klimata wie bisher in Florenz, Bordeaux, Belgrad oder Bukarest rechnen müssen, sind auch Antworten auf den Kühlbedarf zu entwickeln.
- Passive Kühlung, wie Nachtlüftung, bleibt wichtig für die bisherigen Übergangszeiten, ist aber in normalen Konstellationen im Hochsommer nicht mehr ausreichend.
- Entfeuchtung scheint im Wohnbau bzw. bei Oberflächentemperaturen der Kühlflächen  $>20\text{ °C}$  nicht notwendig zu werden.

**Wird Kühlung notwendig?  
Hat passive Kühlung ausgedient?**

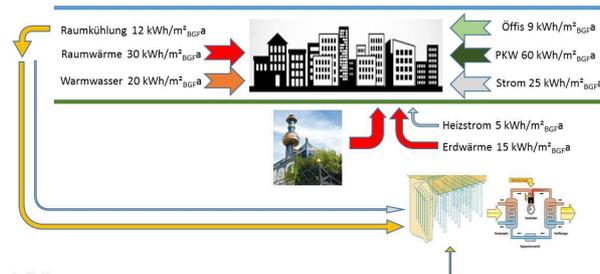
- Kühlung muss klimaneutral und daher mit einem höchstmöglichen Anteil von freecooling gelingen.
- Die Abwärme aus dem Kühlen soll für die Regeneration von Heizwärme-Quellen genutzt werden.
- Sonnenschutz wird noch wichtiger. Windstabile und bei Bedarf vollständig verdunkelnde Lösungen sind zu entwickeln.
- Befensterung ist nach visuellen und photophysiologicalen Qualitäten zu optimieren. Glasarchitektur als Gestaltungsgeste ist deplatziert.

## KLIMA LOOP ®

- Deckenelemente mit integrierter FBH und oberflächennaher BTA
- Heizwärmeversorgung und Kälteabfuhr im NT-Zweileitersystem mit change-over bei 35/32 und 21/22° C
- Wärmeabfuhr über Trennwärmetauscher in das Erdsondenfeld
- Wärmebereitstellung Raumheizung aus Erdsondenfeld und Sole-Wasser-WP, ergänzt durch Fernwärme
- Wärmebereitstellung Warmwasser durch Fernwärme



- Es wird damit eine nennenswerte Reduktion des Fernwärmebezugs erreicht
- Es wird außerdem eine Reduktion der Spitzenlast der Fernwärme erreicht
- Und es wird eine nahezu energie- und emissionsneutrale Kühlung der Wohnungen erreicht, deren Entzugswärme im Winter zum Heizen genutzt wird



## Sind die Anforderungen an den Innenraumkomfort neu zu diskutieren?

- Temperaturobergrenzen von Innenräumen sollen im Bezug zur Außentemperatur und mit Überschreitungshäufigkeiten formuliert werden.
- Die Forderung der AStV, § 28, nach „möglichst“ max.25°C Lufttemperatur bei Vorhandensein einer Klima- oder Lüftungsanlage ist zu revidieren.
- Möglichkeiten persönlicher, individueller adaptiver Maßnahmen sind als Planungsqualität einzufordern.

## Herausforderungen in der Planungspraxis

- Normgerechte oder tradierte Nachweisführungen müssen aktiv hinterfragt und sehr genau interpretiert werden.
  - z.B. ÖNORM B 8110-3 Vermeidung sommerlicher Überwärmung
  - z.B. VDI 2078 Deutsche Kühllastregeln
- Planungen müssen ergänzend mit prospektiven Klimadatensätzen durchgeführt werden.
  - Mit der Herausforderung, auch lokale Klimaeinflüsse abzubilden, wie lokale Windsituation oder außenräumliche Klimaverbesserungsmaßnahmen

## Herausforderungen in der Planungspraxis

- Bewährt haben sich „Stresstets“, also die thermische Untersuchung der Gebäudeperformance unter exemplarisch veränderten Bedingungen.
- Bewährt hat sich die Auswertung der thermischen Gebäudeperformance nach statistischen Ergebnissen
  - z.B. Ermittlung der Über- oder Unterschreitungshäufigkeiten von Temperaturen anstelle der Dimensionierung auf Garantiewerte

## Last not least: Die städtischen Außenräume sind klimarelevant zu gestalten

- Pflanzen und Wasser in die Stadt.
- Versiegelungsgrad vermindern.
- Cool Materials einsetzen.
- Lärm und Staubbelastung aus dem Individualverkehr weiter minimieren.

### Wo ist hier der Fluss?



Cheonggyecheon Restoration Project. Seoul, Süd Korea, 2005 eröffnet

Verringerung des Heat Island Effect durch Begrünung und Fließgewässer



### Das Stadtklima gestalten - Bepflanzung



Rua Gonçalves de Carvalho, Porto Alegre, Brasilie



Rue René-Coty, Paris, Frankreich

# **Bauklimatik im Klimawandel**

***Die Veränderung verstehen.  
Konsequent handeln.  
auf allen Ebenen.***

Dipl.-Ing. Dr. Peter Holzer



Institute of  
**Building Research  
& Innovation**



**INGENIEURBÜRO P. JUNG**  
Konzepte für innovative Gebäude