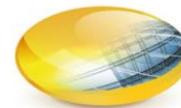


# Kühlung und Lüftung in Zeiten des Klimawandels

Peter Holzer

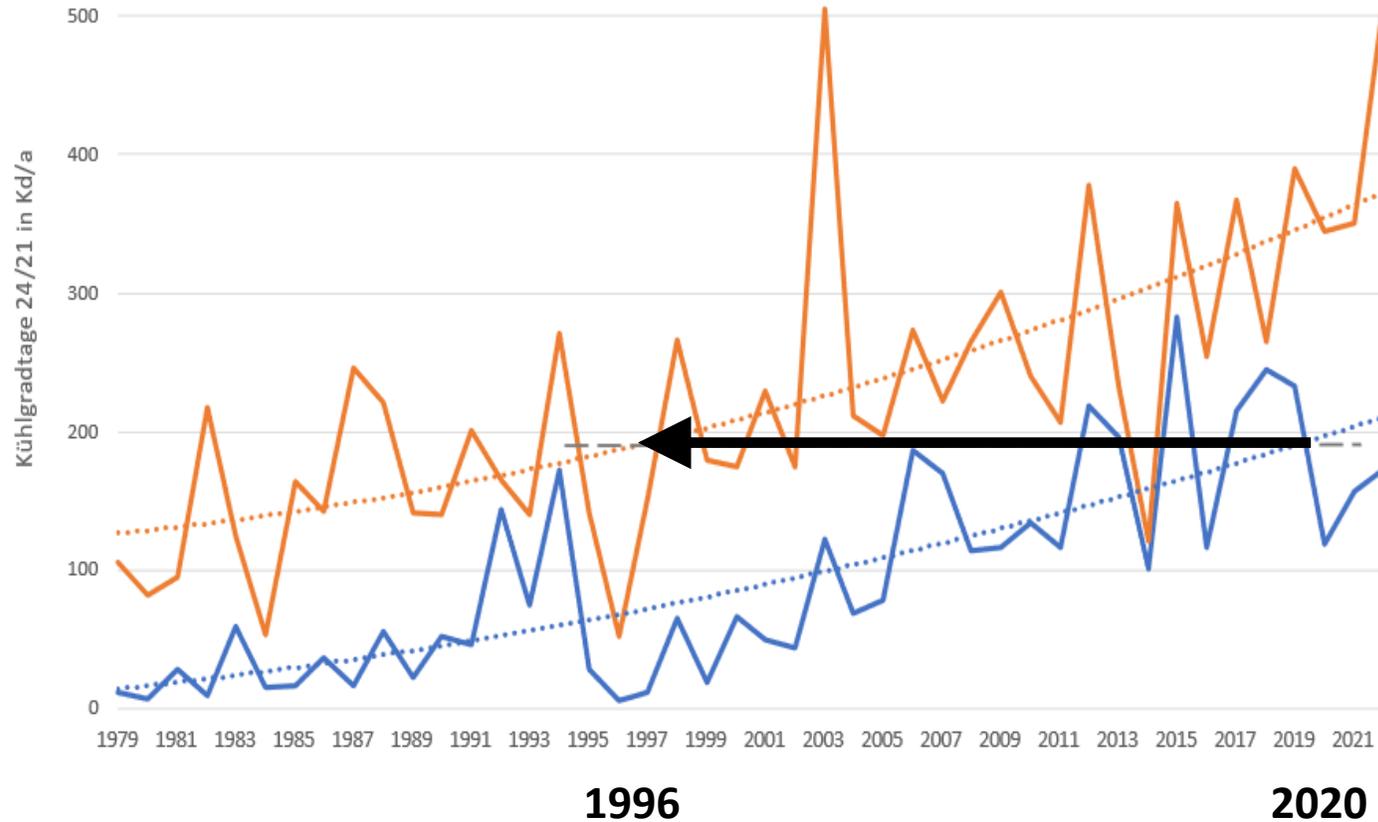
15. Innenraumtag, 28.11.2024



Institute of  
**Building Research  
& Innovation**

# Wien ist Rom geworden.

Kühlgradtage (24/21) seit 1979



Rom



Wien

Diagramm: Entwicklung der Kühlgradtage (24/21) von Wien (blau) und Rom (orange) seit 1979.  
Institute of Building Research & Innovation auf Basis von Daten von Eurostat  
Fotos aus dem Internet

Jänner wie Februar. (+2,5 Grad\*)

März wie April. (+5,0 Grad\*)

Juli wie noch nie. (+4,0 Grad\*)

\* Differenz der Monatsmitteltemperaturen  
der Monate Jänner, März und Juli aus 2024  
gegenüber jenen aus 1961 - 1990

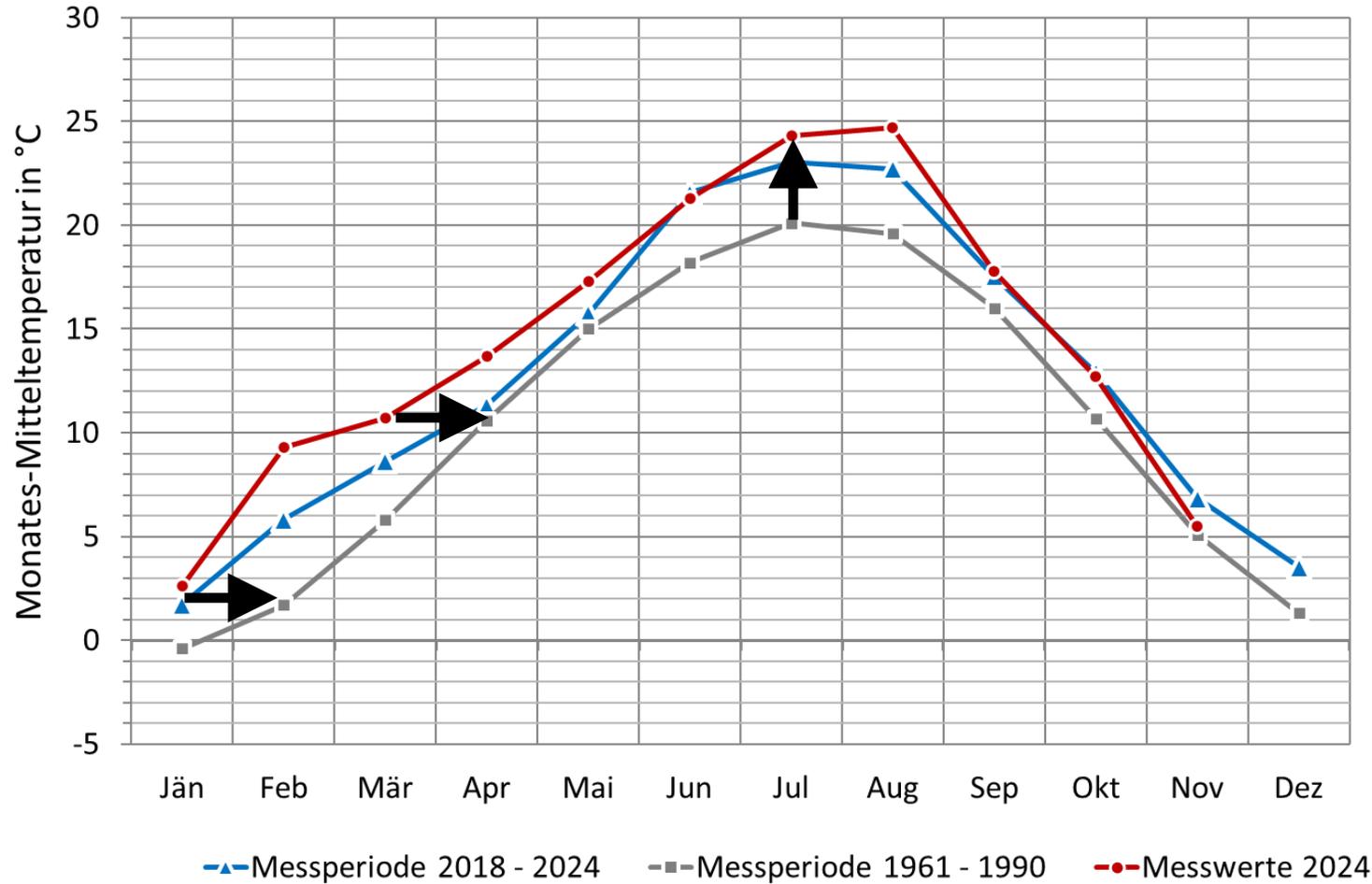


Abbildung : Historische Entwicklung der Monatsmitteltemperatur in Wien Hohe Warte. Quelle: Klimamonitoring der Geosphere Austria

# Klimawandel findet statt. Kühlen von Gebäuden wird auch in Wien unausweichlich

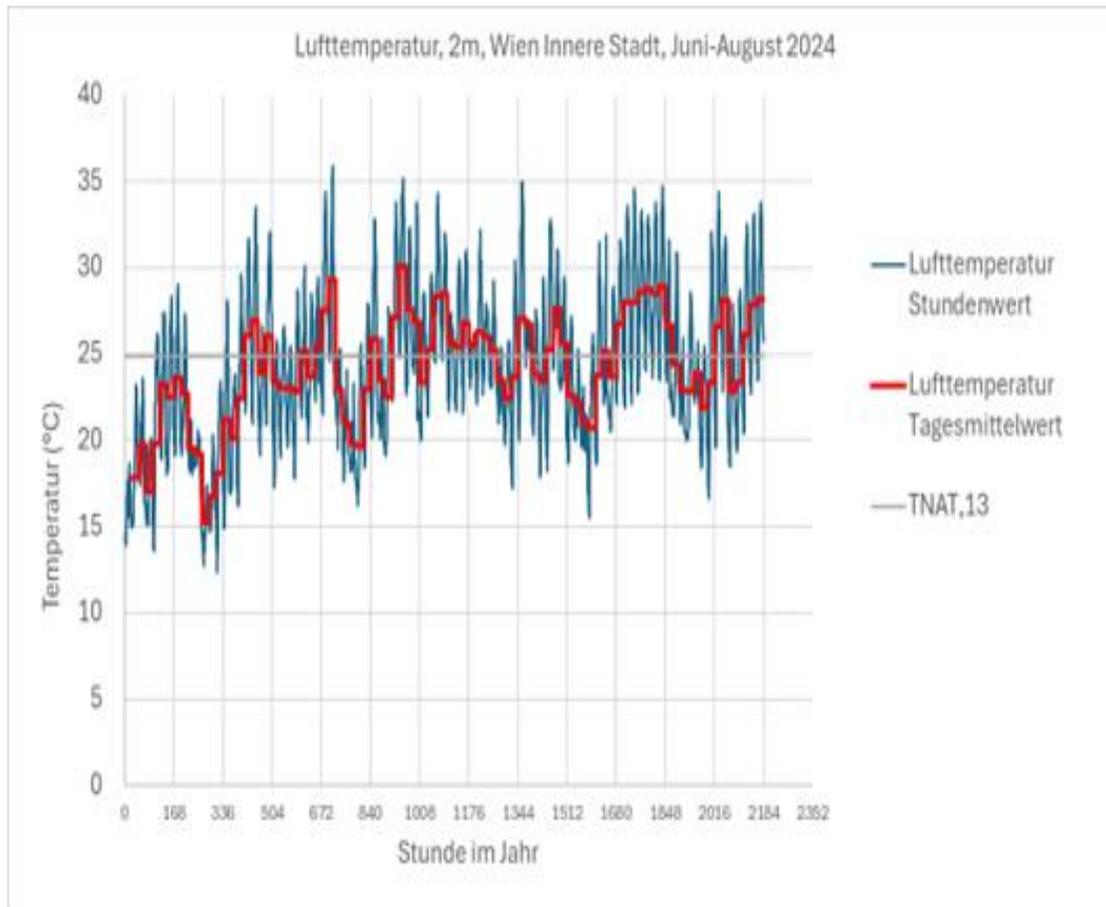


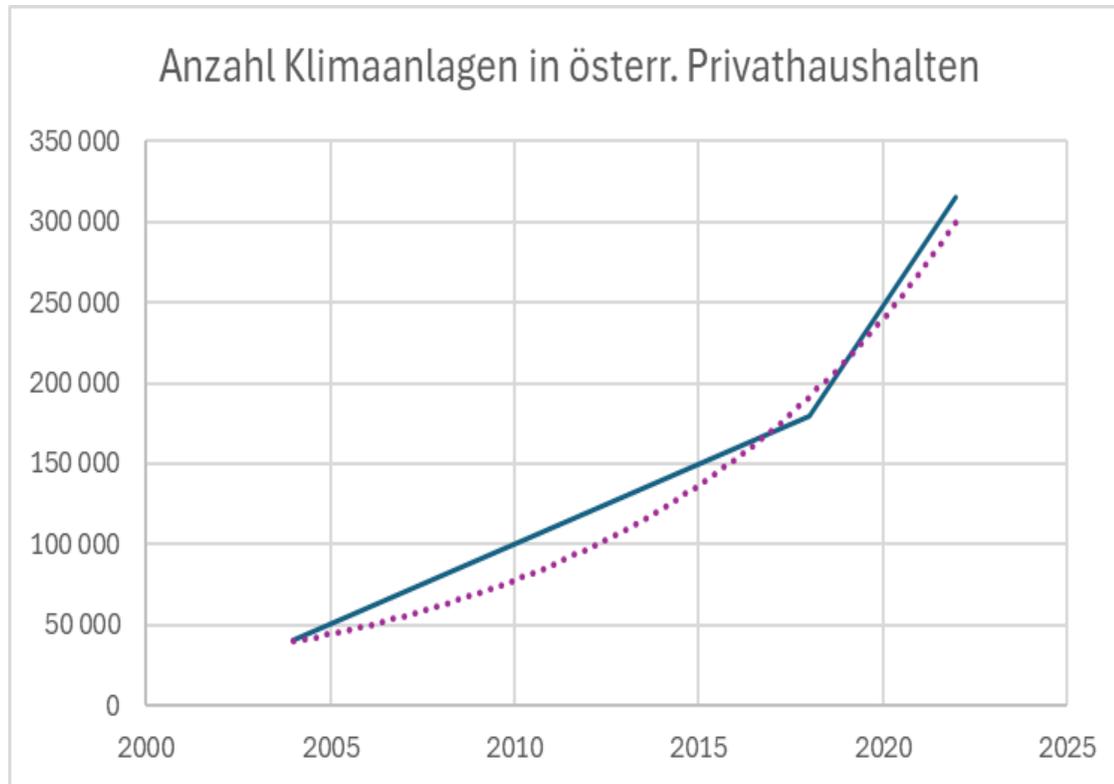
Abbildung : Messwerte Lufttemperatur Juni-August 2024, Geosphere Austria

Im Jahr 2024 hat die Tagesmitteltemperatur (rote Linie) zwischen Juni und August in Wien Innere Stadt an 41 Tagen den Wert von  $24,9^{\circ}\text{C}$  (graue Linie) überschritten. Im Jahr 2013 und 2002 an jeweils 25 Tagen.

Die Tagesmitteltemperatur mit 13 Tagen Überschreitungshäufigkeit betrug bereits  $27,7^{\circ}\text{C}$ .

Hier enden die Möglichkeiten ausschließlich passiver Maßnahmen, wie Sonnenschutz, Nachtlüftung und Speichermassen.

# Kühlen findet statt. Klimageräte werden installiert.



Die Zahl der in österreichischen Privathaushalten verbauten Klimaanlage betrug

- 40.000 Stück im Jahr 2004.  
Das entspricht einer Sättigung von ca. 1%
- 180.000 Stück im Jahr 2018.  
Das entspricht einer Sättigung von ca. 5%
- 315.000 Stück im Jahr 2022.  
Das entspricht einer Sättigung von ca. 8%

Das entspricht einer mittleren jährl. Wachstumsrate von 11% zwischen 2004 und 2018 sowie von 15% zwischen 2018 und 2022.

# Zwischenresümee

## 1. Kühlen ist unvermeidbar.

Angesichts der Klimaentwicklung können passive Maßnahmen allein in städtischen Siedlungsgebieten keinen ausreichenden Schutz mehr vor der Überwärmung von Innenräumen bieten.

## 2. Kühlen muss daher gelenkt und begleitet werden.

Daher muss die Anwendung von technischer Raumkühlung, ähnlich wie die der Raumheizung, in ökologisch, sozial und wirtschaftlich vertretbare Bahnen gelenkt werden.

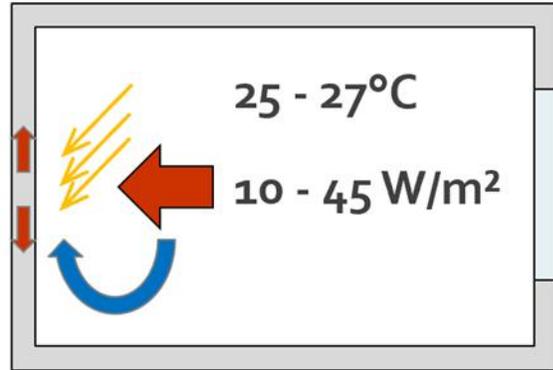
## 3. Weiterhin: Vermeidung zuerst.

Weiterhin, ob mit oder ohne Kühlung, müssen wirksamen passive Maßnahmen zur Minderung der Überwärmung und zur Minderung des Kühlbedarfs ergriffen werden.

# Potenziale und Grenzen passiver Maßnahmen



23 - 25°C  
70 Wh/m<sup>2</sup>



28 - 32°C

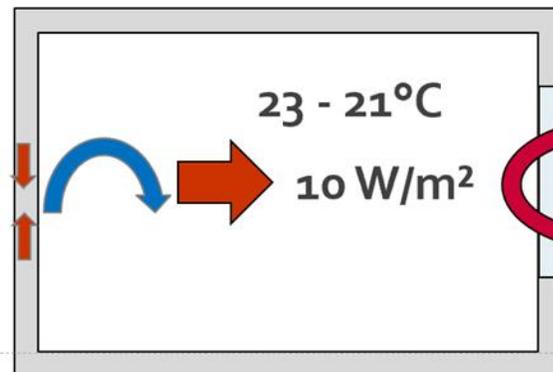
Speichermassen und Nachtlüftung funktionieren nur bei Nachtabkühlung.

Begründete Faustregel:

Die Innenraumtemperatur steigt tagsüber – auch bei gutem Sonnenschutz – auf ca. 6 Grad über die Nachttemperatur



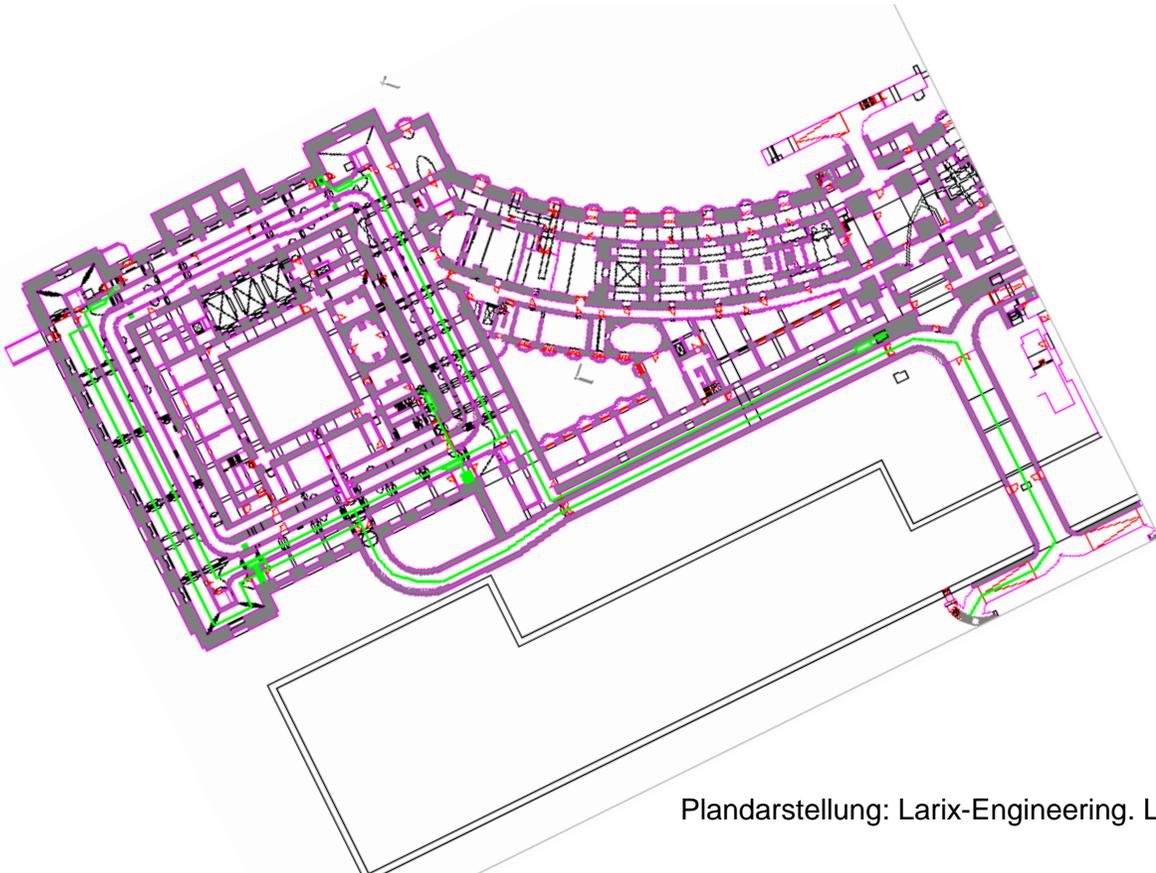
25 - 23°C  
70 Wh/m<sup>2</sup>



21 - 19°C  
10 W/m<sup>2</sup>  
bei 10-fachem Luftwechsel

# Potenziale und Grenzen passiver Maßnahmen Der Luftbrunnen im Corps de Logis

Außenluftzufuhr aus dem Burggarten und Luftzuleitung über einen gemauerten den unterirdischen Gang



# Potenziale und Grenzen passiver Maßnahmen

## Der Luftbrunnen im Corps de Logis

Außenluftzufuhr aus dem Burggarten und Luftzuleitung über einen gemauerten unterirdischen Gang



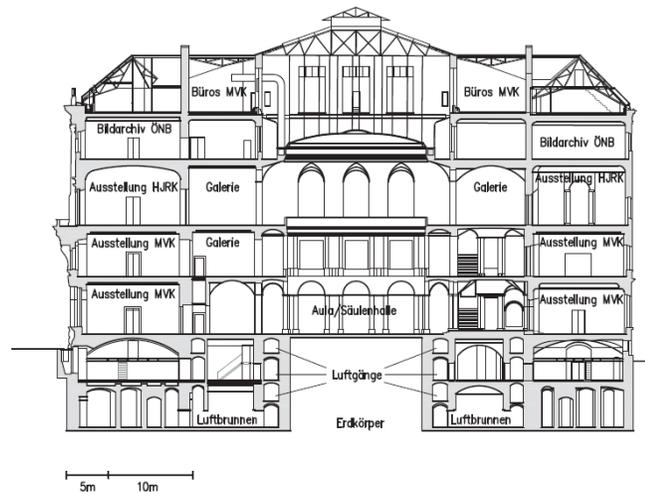
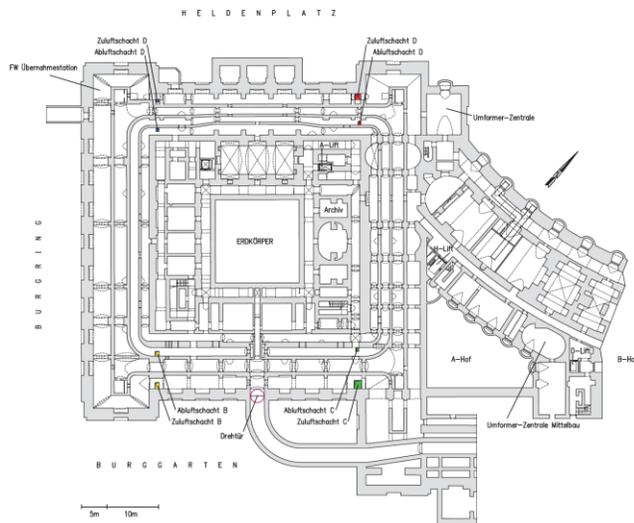
# Potenziale und Grenzen passiver Maßnahmen Der Luftbrunnen im Corps de Logis

Horizontale Zuluftverteilung im zweiten Kellergeschoß

Vertikale Zuluftverteilung in vier Zuluftschächten

Kaskadische Durchströmung der Räume

Vertikale Abluftsammlung in vier Abluftschächten. Fortluft über Dach.



# Potenziale und Grenzen passiver Maßnahmen

## Der österreichische Pavillon auf der Expo 2020 in Dubai



Weiß reflektierende Oberflächen  
Beschattung durch Gebäude und  
Bäume  
„Kühlende“ Luftbewegung durch  
Kaminwirkung, Düsenwirkungen und  
Ventilatoren

Nachtlüftung und Speichermassen  
„Dry-Mist“ Ventilatoren und  
Evapotranspiration von Bäume



# Gebaute Realität



Abbildung: Wohnhaus 1170 Wien, Neuerrichtung 2023, eigenes Foto

# Vermeidung zuerst

1. Sonnenschutz
2. Fensterlüftung in mehr als einer Fassadenorientierung
3. Klimafitte Außenräume: Bäume, Wasser, Wind, helle Oberflächen
4. Evtl. auch mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung



# Sonnenschutz, $g_{\text{tot,Fassade}} < 5\%$





Sonnenschutz,  
 $g_{\text{tot, Fassade}} < 5\%$

Abbildung: Stock im Eisen Platz neben  
Stephansdom (1779). Farbiger Kupferstich von  
Carl Schütz. alamy

# Lüften aus zwei Fassadenebenen



- Querlüftung über Stiegenhaus und Gang
- Querlüftung über Innenhöfe
- Verstärkte Lüftung über aufgefächerte Fassade

Abbildung: Wohngebäude Kellermannngasse 1080, Arch. Harry Glück, eigenes Foto

# Klimafitte Außenräume: Bäume, Wasser, Wind, helle Oberflächen



Abbildung: Mariahilferstraße, Cheonggyecheon Restoration Project. Seoul, Süd Korea, Venedig und Siena, eigene Fotos

# Wenn Kühlung, dann sozial und ökologisch

1. Verbot von besonders unerwünschten Auswüchsen
2. Förderung und Weiterentwicklung von besonders wünschenswerten Lösungen
3. Rechtssicherer Rahmen für alles dazwischen.



# Anregung 1: Eingrenzung der Zulässigkeit von Außenluft gestützten Rückkühlern



Abbildung: Wohnhaus 1170 Wien, Neuerrichtung 2023, eigenes Foto

Die Abgabe von heißer Luft aus Außenteilen von Klimaanlage soll eingegrenzt werden:

Sie soll nicht dort erfolgen, wo sie die Aufenthaltsqualität in öffentlichen und auch in privaten Außenbereichen beeinträchtigt.

- Also nicht im Gehsteigbereich.
- Also nicht auf Balkonen in der Nähe zu anderen Balkonen.
- Möglicherweise sogar grundsätzlich nicht an Fassaden, jedenfalls nicht in einer Nähe zu Fenstern.

# Anregung 1: Eingrenzung der Zulässigkeit von Außenluft gestützten Rückkühlern



Abbildung: BILLA Corso am Neuen Markt. Das Ausblasgitter der Kälteanlagen befindet sich auf Gehsteigniveau in der Seilergasse. Aus dem Internet

Die Abgabe von heißer Luft aus Außenteilen von Klimaanlage soll eingegrenzt werden:

Sie soll nicht dort erfolgen, wo sie die Aufenthaltsqualität in öffentlichen und auch in privaten Außenbereichen beeinträchtigt.

- Also nicht im Gehsteigbereich.
- Also nicht auf Balkonen in der Nähe zu anderen Balkonen.
- Möglicherweise sogar grundsätzlich nicht an Fassaden, jedenfalls nicht in einer Nähe zu Fenstern.

# Anregung 1: Eingrenzung der Zulässigkeit von Außenluft gestützten Rückkühlern

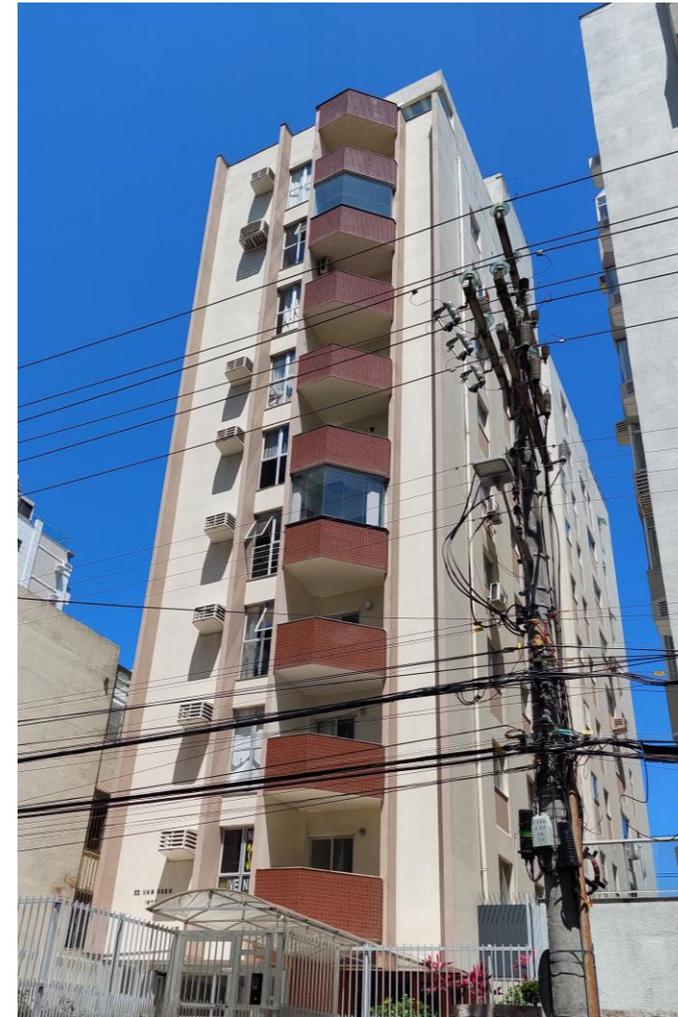


Abbildung: Florianópolis, Brasilien, eigene Fotos

## Anregung 2: Verbot von Rückkühlung in das Trinkwasser



Wassergekühlte Klimaanlage mit hoher Leistung und niedrigem Energieverbrauch **OHNE ÄSTHETISCHE AUSWIRKUNG.** Lässt sich leicht in einem Schrank, unter der Spüle oder in jedem anderen kleinen Raum installieren. Full DC-Inverter-Technologie, die eine optimale Leistung sowohl im Klima- als auch im Heizbetrieb gewährleistet. Erhältlich in Dual-, Trial- und Quadrisplit-Versionen und kombinierbar mit allen Innengeräten.

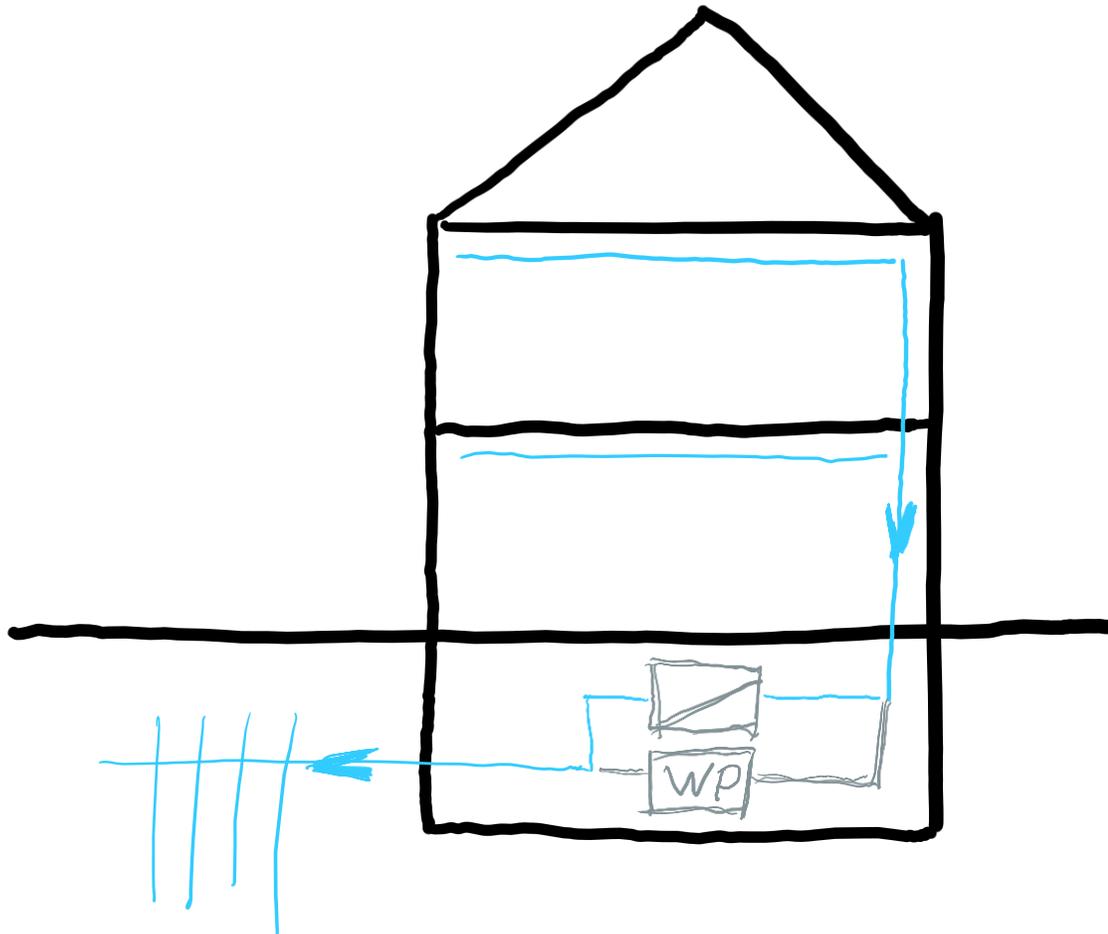
Es werden aktuell Klimaanlage angeboten, die das Trinkwasser zur Rückkühlung verwenden.

Das verursacht für 40 m<sup>2</sup> Nutzfläche, bei einer Kühlleistung von 1,4 kW einen Wasserbedarf von ca. 50 Liter pro Stunde.

Im Heizbetrieb ist der Wasserbedarf sogar noch höher.

Laut telefonischer Auskunft der MA31 ist das derzeit nicht verboten.

# Anregung 3: Förderung und strategische Entwicklung von Wärmeabfuhr in nutzstiftende Wärmesenken



## Freecooling in das Grundwasser oder in Erdsonden

Sehr geringer Stromverbrauch.

$SCOP_{\text{kühlen}} = 30$ .

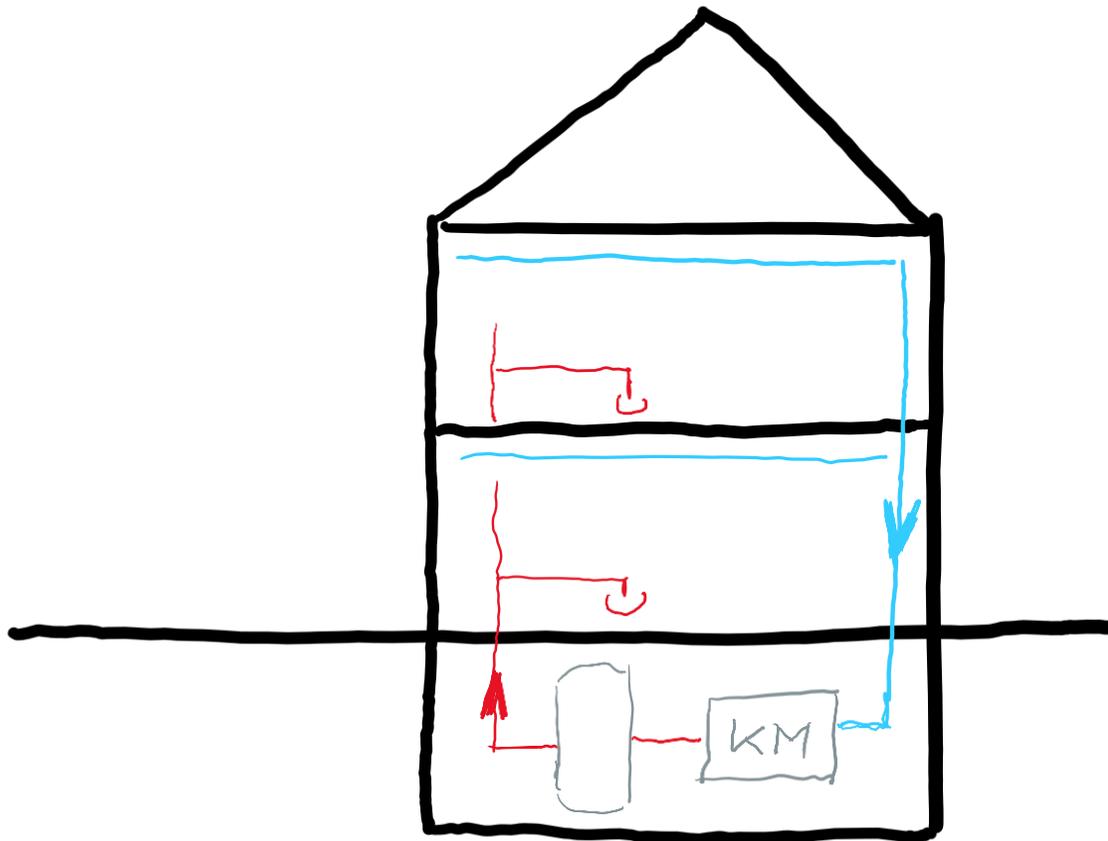
Keine Wärmeabgabe in die Außenluft.

Kein Lärm.

Positiver Zusatzeffekt der saisonalen Wärmespeicherung für eine effiziente Heizung im Winter.

Abbildung: P. Holzer. Stark vereinfachtes Funktionsschema von Deckenkühlung, Freecooling-Wärmetauscher und Erdsonden. Achtung! Es fehlen zusätzlich notwendige Komponenten und Sicherheitseinrichtungen.

## Anregung 3: Förderung und strategische Entwicklung von Wärmeabfuhr in nutzstiftende Wärmesenken



**Nutzung der Abwärme aus dem Kühlen zur Warmwasserbereitung**

Vertretbarer Stromverbrauch

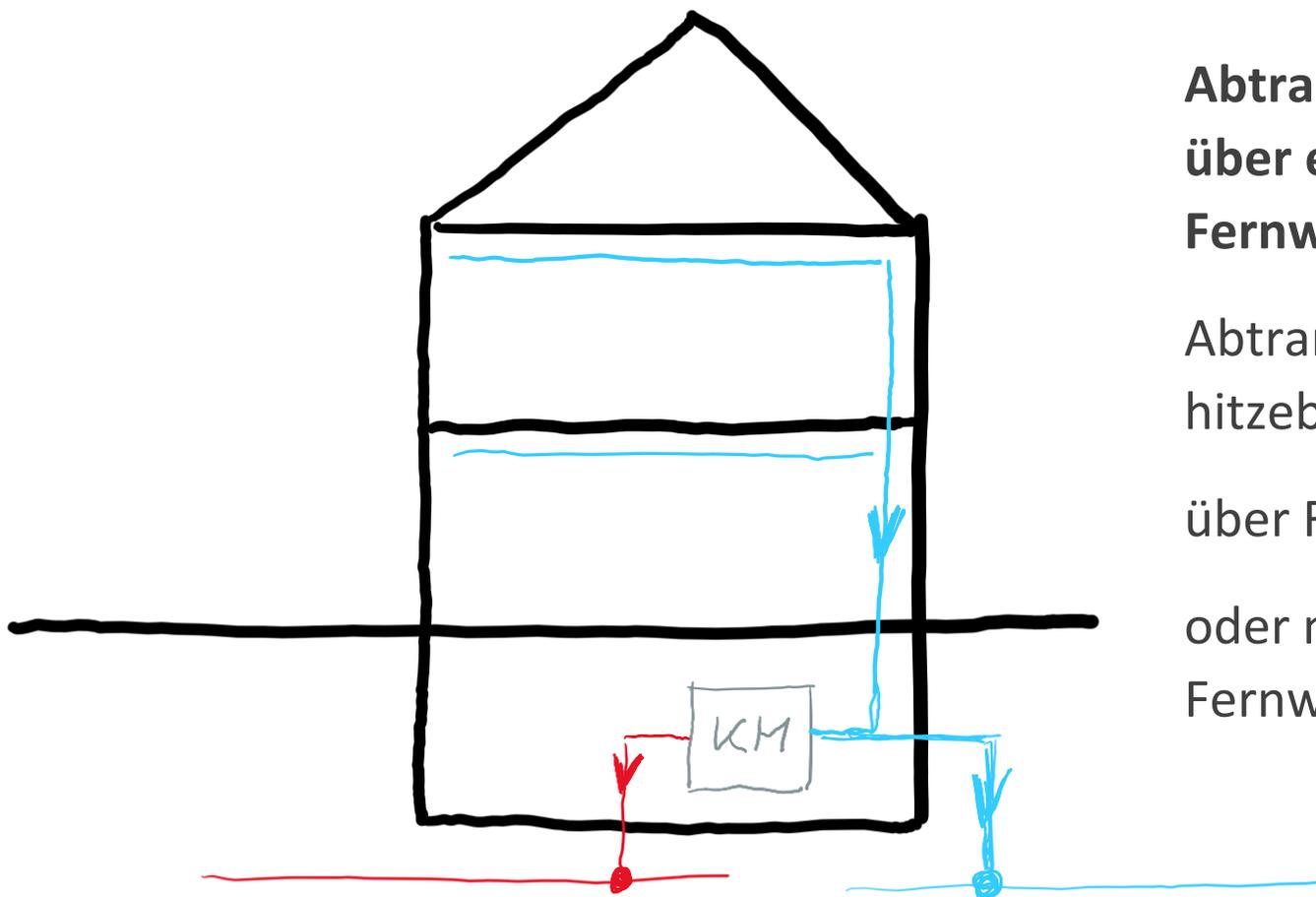
$$\text{SCOP}_{\text{Kühlen}} = 2,5.$$

Gleichzeitig wird die Energie für die Warmwasserbereitung kompensiert.

Keine Wärmeabgabe in die Außenluft.

Kein Lärm.

## Anregung 3: Förderung und strategische Entwicklung von Wärmeabfuhr in nutzstiftende Wärmesenken



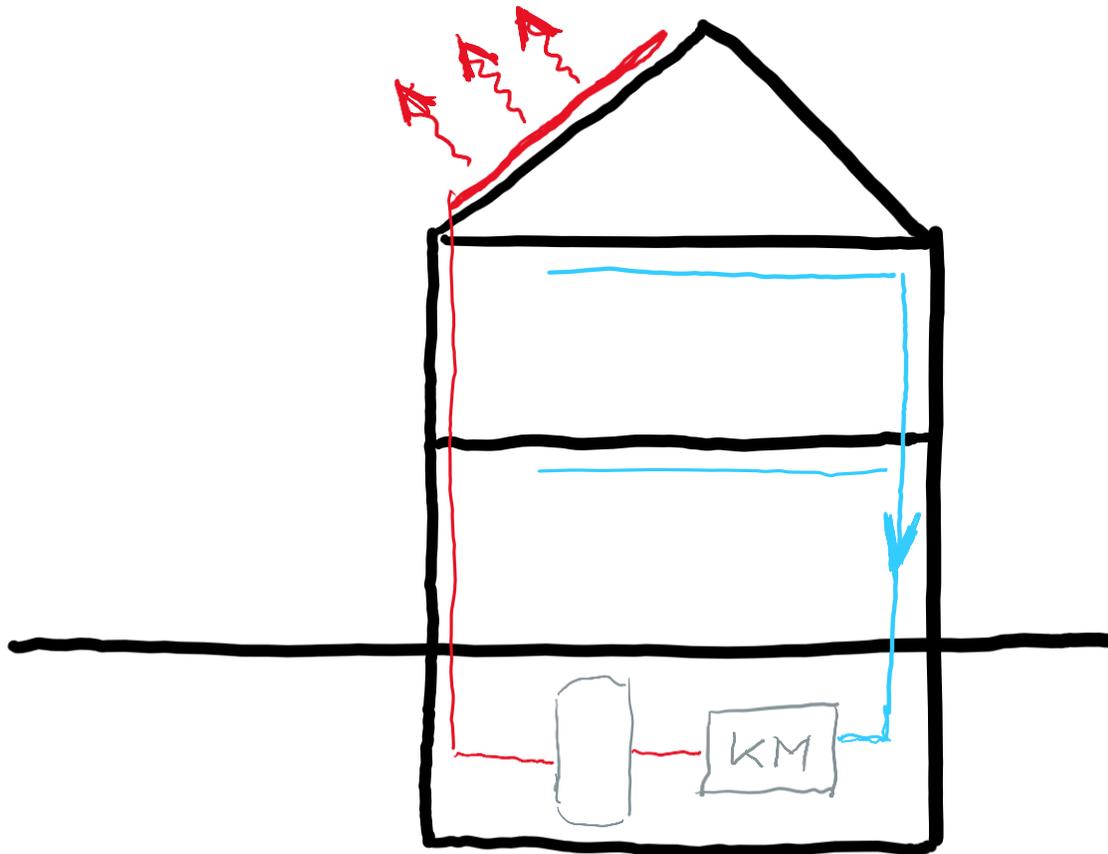
**Abtransport der Abwärme aus dem Kühlen über ein Fernkältenetz oder über das Fernwärmenetz**

Abtransport der Wärme aus dem hitzebelasteten urbanen Lebensbereich.

über Fernkälteleitungen oder Flusswasser

oder möglicherweise über das Fernwärmenetz.

# Anregung 3: Förderung und strategische Entwicklung von Wärmeabfuhr in nutzstiftende Wärmesenken



**Out of Box:**

**Deep Radiative Cooling.**

**Wärmeabstrahlung in das All.**

Ein Hoffnungsträger

mit vielen Hindernissen

Abbildung: P. Holzer. Stark vereinfachtes Funktionsschema von Deckenkühlung und Warmwasser-Wärmepumpe.  
Achtung! Es fehlen zusätzlich notwendige Komponenten und Sicherheitseinrichtungen.

# Handlungsbedarf in der AStV

## Raumklima in Arbeitsräumen

§ 28. (1) Es ist dafür zu sorgen, daß die Lufttemperatur in Arbeitsräumen beträgt:

1. zwischen 19 und 25 °C, wenn in dem Raum Arbeiten mit geringer körperlicher Belastung durchgeführt werden;
2. zwischen 18 und 24 °C, wenn in dem Raum Arbeiten mit normaler körperlicher Belastung durchgeführt werden;
3. mindestens 12 °C, wenn in dem Raum nur Arbeiten mit hoher körperlicher Belastung durchgeführt werden;

(2) Abweichend von Abs. 1 ist dafür zu sorgen, daß in der warmen Jahreszeit

1. bei Vorhandensein einer Klima- oder Lüftungsanlage die Lufttemperatur 25 °C möglichst nicht überschreitet oder
2. andernfalls sonstige Maßnahmen ausgeschöpft werden, um nach Möglichkeit eine Temperaturabsenkung zu erreichen.

(3) Es ist dafür zu sorgen, daß die Luftgeschwindigkeit an ortsgebundenen Arbeitsplätzen in Arbeitsräumen folgende Mittelwerte über eine Mittelungsdauer von 200 Sekunden nicht überschreitet:

- 0,10 m/s, wenn Arbeiten mit geringer körperlicher Belastung durchgeführt werden;
- 0,20 m/s, wenn Arbeiten mit normaler körperlicher Belastung durchgeführt werden;
- 0,35 m/s, wenn Arbeiten mit hoher körperlicher Belastung durchgeführt werden.

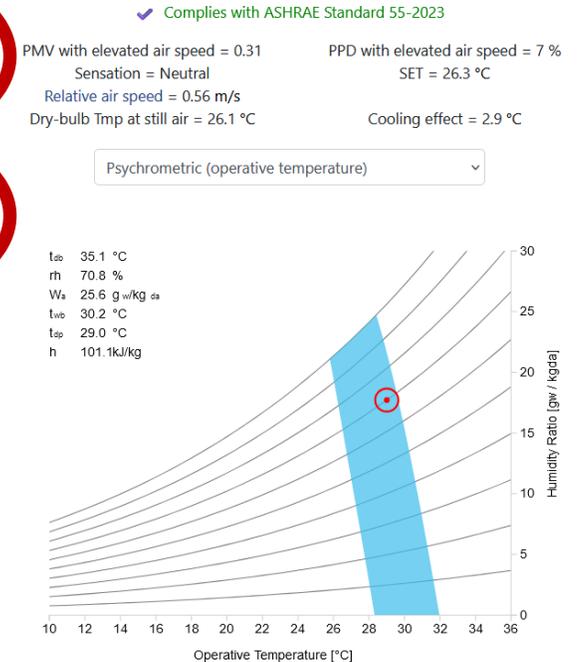
Operative temperature  
29 °C

Air speed  
0.5 m/s

Relative humidity  
70 %

Metabolic rate  
1.2 met

Clothing level  
0.36 clo



# IEA Projekt „Sustainable Cooling in Cities“

1. Grundlagen zu Zielwerten und Grenzwerten für Komfort und Gesundheit in Innen- und Außenräumen
2. Methoden zur Evaluierung von thermisch/hygrischen Innen- und Außenraumbedingungen
3. Technologien und Maßnahmen für nachhaltiges Kühlen including nature based + mechanical + grey + soft measures
4. Politische Umsetzung

2024 – 2028

[peter.holzer@building-research.at](mailto:peter.holzer@building-research.at)

# Danke

[peter.holzer@building-research.at](mailto:peter.holzer@building-research.at)

**LARIX**  
ENGINEERING

sustainable  
building  
solutions



Institute of  
**Building Research  
& Innovation**