



DGNB  
SUSTAINABILITY  
CHALLENGE  
2020  
INNOVATION  
GEWINNER



Climate-KIC



interpanel®

EQUA Fachtag  
Gebäudesimulation

# Multifunktionale Kühldeckensegel ohne Taupunktbegrenzung



Dipl.-Ing. (FH) Alexander Buff M.Sc.  
Gründer & Geschäftsführer  
interpanel GmbH

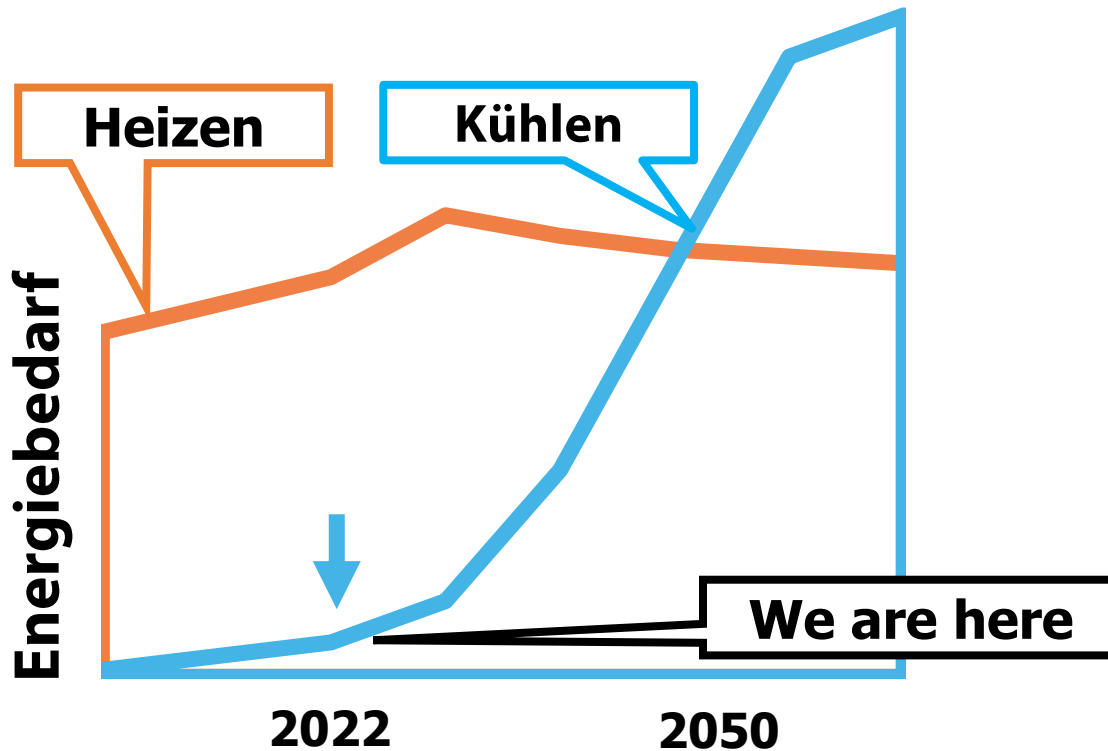


# Agenda

- 1. Warum?**
- 2. Technologie - Kühldecken ohne Taupunktbegrenzung**
  - a) Taupunktkontrolle
  - b) Funktionsweise
  - c) Taupunkt – Einfluss auf die Kühlleistung
- 3. Planung**
  - a) Taupunktumgehung und Vorteile
- 4. Praxiserfahrungen & Fazit**



# Kühlung Global



IEA: <https://www.iea.org/news/air-conditioning-use-emerges-as-one-of-the-key-drivers-of-global-electricity-demand-growth>  
Economist Intelligence Unit: <http://www.eiu.com/graphics/marketing/pdf/TheCoolingImperative2019.pdf>  
The Cooling Imperative Forecasting the size and source of future cooling demand.



Copyright interpanel GmbH

**Nr. 1**  
Priorität gegen  
globale Erwärmung  
(Project Drawdown HFC)

**10 %**  
des globalen  
Stromverbrauches

**4.8 Mrd.**  
neue Klimageräte  
von 2019-2030

**3300 %**  
Marktwachstum  
von 2000-2100

# Klima 2050 | Berlin

## **Bis 2050 hat Berlin das Klima von Toulouse (Südfrankreich)**

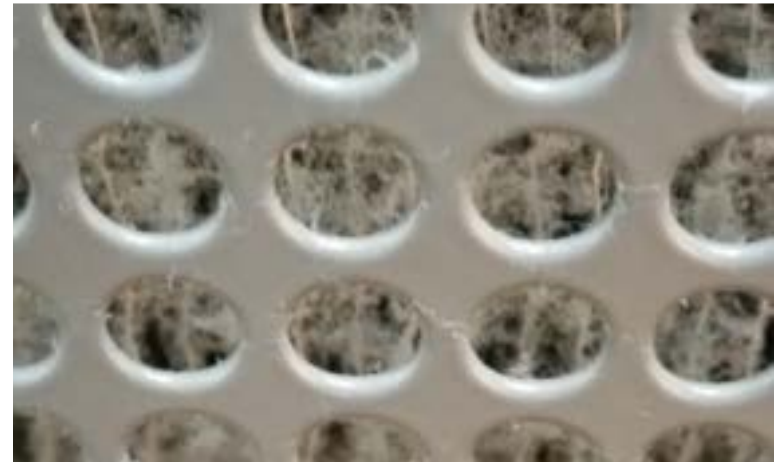
- Gewerbeflächen ohne Kühlung werden zunehmend schwieriger
- Auslegung in der Praxis oft fraglich – trotz VDI 2078
- „Da nehmen wir 50/80/100 W/m<sup>2</sup>?“
- Einsatz stiller Kühlung in der Sanierung vorteilhaft

# Klimasysteme

# Luftklimatisierung

**60 %**  
sind in klimatisierten  
Gebäuden unzufrieden\*

- Wartung & Wartungskosten
- Effizienz
- Geräusche
- Zugluft und trockene Luft
- psychologische Faktoren
- Raumnutzung schwierig
- Sehr **viel Kältemittel** bei VRF/VRV



# Flächenkühlung

**0 %**

Kühlleistung bei  
Taupunktabschaltung

Taupunktproblematik

bedingt >> **85 %** belegte Fläche

- Hohe Komplexität
- Hohe Kosten
- **Keine Kombination mit natürlicher Lüftung** möglich



# **interpanel – Die neue Generation Klimadecke**

Licht | Akustik | Heizen | taupunktunabhängig Kühlen  
in einem Deckensegel

# Die neue Generation Klimadecke

Vier Raumklimalösungen.  
Ein System.



Das Kühlsegel ohne  
Taupunktabschaltung.



Als vorgefertigte  
Komplettlösung.



# Die neue Generation Klimadecke

**Akustische  
Absorption**

**IR-Heizung**

**IR-Kühlung**

**HCL-LED  
Arbeits-  
platzlicht**

**Sensoren  
BUS (opt.)**

Kroop – ECO Hub  
DGNB Gold/Platin  
Hamburg, 2022

# interpanel

## Hersteller & Systemanbieter

- Fokus auf Büro-Gewerbebau im Neubau und Bestand
- National und international ausgezeichnet

## Kundenkriterien

- Arbeitsplatzattraktivität
- Klimakomfort & Flexibilität
- Energie/Nachhaltigkeit
- Zukunftssicherheit
- Life cycle costs & Nachhaltigkeit



<https://www.interpanel.com/referenzen/>



Copyright interpanel GmbH





# Taupunkt & Kühldecken

# Auftreten der Taupunkt-Kondensation

„Die Taupunkttemperatur **muss** höher als die Oberflächentemperatur

1. der **Kühldecke** +
2. der **Rohrleitung** sein

Auch die Medienzuführung muss diffusionsdicht gedämmt sein!

**Minimale Vorlauftemperatur =**

**Taupunkttemperatur der Luft + 2 Kelvin Sicherheitsabstand**

# Taupunktkontrolle

## 1. Passive Kontrolle

- Abschaltung mit Fensterkontakt
- +Taupunktfühler

## 2. Aktive Luftentfeuchtung/Lüftungsanlage

## 3. Limitierung der Vorlauftemperatur

- Gleitend
  - **2K** Abstand zur Taupunkttemperatur
- Abschaltend

## 4. TaupunktUNabhängiges Flächenkühlsystem



# Taupunkttemperatur

## Einfluss auf die Kühlleistung

**Höhere Vorlauftemperatur  
und gut?**



# Taupunkt**a**bhängige Kühldecke

Prüftemperatur der Kühldecke nach Norm Kühlleistung Prüfbericht bei 26 °C und dT 10 K	26 °C 70 W/m <sup>2*</sup>
<b>Wunsch-Raumtemperatur</b>	25 °C
Minimale Vorlauftemperatur Sommer: <b>26 °C 65 % rel. Feuchte</b> – TP bei 19 °C Resultierende Rücklauftemperatur	20,5 °C 24,5 °C
Mitteltemperatur Vorlauf 20,5 °C / Rücklauf 24,5 °C	$20,5 + 24,5 / 2$ = <b>22,5 °C</b>
Nutzbare Temperaturdifferenz	$25 °C - 22,5 °C$ = <b>2,5 K</b>
<b>Real nutzbare Leistung bei <u>optimaler</u> Regelung!</b>  *Systemunterlage S.43	<b>17,5</b> <b>W/m<sup>2</sup></b>

# Taupunktunabhängige Kühldecke

Prüftemperatur der Kühldecke nach Norm Kühlleistung Prüfbericht bei 26 °C und dT 15 K	26 °C 99,5 W/m <sup>2*</sup>
<b>Wunsch-Raumtemperatur</b>	25 °C
Minimale Vorlauftemperatur Sommer: <b>26 °C 65 % rel. Feuchte</b> – TP bei 19 °C Resultierende Rücklauftemperatur	8 °C 12 °C
Mitteltemperatur Vorlauf 8 °C / Rücklauf 12 °C	$8+12/2$ = <b>10 °C</b>
Nutzbare Temperaturdifferenz	$25\text{ °C} - 10\text{ °C}$ = <b>15,0 K</b>
<b>Nutzbare Kühlleistung interpanel ohne Abschaltung</b>	<b>99,5</b> <b>W/m<sup>2</sup></b>

\*Systemunterlage S.43

# Taupunktunabhängige Klimadecke

Physikalisches Prinzip und Funktion

# Taupunktumgehung

1. Vor der gekühlten Fläche befindet sich eine für Wärmestrahlung transparente & diffusionsdichte Membran
2. Durch diese gelangt die feuchte Umgebungsluft nicht an die gekühlte Fläche
3. Der Wärmetransport bleibt aufrechterhalten – die Oberfläche selbst bleibt warm

## Forschung & Patente

- A critical review of passive condensation prevention for radiant cooling
- Radiant air-conditioning with infrared transparent polyethylene aerogel
- Condensation-free radiant cooling with double-skin infrared-transparent membranes
- Heat transfer modeling and analysis of air-layer integrated radiant cooling unit
- Thermal performance improvement for the ceiling radiant cooling panel with an inbuilt air gap by the convection shield
- <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2019.1566112>
- [https://www.researchgate.net/publication/340265798\\_Cooling\\_without\\_Air\\_Conditioning\\_Membrane-Assisted\\_Radiant\\_Cooling\\_for\\_Expanding\\_Thermal\\_Comfort\\_Zones\\_Globally](https://www.researchgate.net/publication/340265798_Cooling_without_Air_Conditioning_Membrane-Assisted_Radiant_Cooling_for_Expanding_Thermal_Comfort_Zones_Globally)
- [https://www.researchgate.net/publication/334474702\\_Condensation-free\\_radiant\\_cooling\\_using\\_infrared-transparent\\_enclosures\\_of\\_chilled\\_panels](https://www.researchgate.net/publication/334474702_Condensation-free_radiant_cooling_using_infrared-transparent_enclosures_of_chilled_panels)



Die interpanel GmbH ist exklusiver Lizenznehmer der Fraunhofer Gesellschaft.

# Vorteil „Taupunktunabhängig“



1. Nur **20 – 30 %** Deckenfläche
2. Kühlen ab 20 °C Raumtemperatur
3. Natürliche Lüftung möglich/gut
4. Ein hydraulisches Kühlsystem
5. Nachtauskühlung
6. Wartungsfrei
7. Konvektionsfrei > 120W/m<sup>2</sup>
8. Notwendige Kühlleistung um bis zu **50 %** reduziert
9. Einfache Betriebsführung
10. Zukunftssicher

# Abbildung in IDA-ICE

## Kühlfall

1. Temperatur festlegen
2. 6-14 °C üblich
3. HK-Element

Temperatur KÜHLSCHLANGEN bei Zonenkühlung  °C

## Heizfall

1. Temperatur 35-45 °C

HK-Element: objekt in IDA-ICE-Aurelis\_TP Regelung.1er Büro Eckzimmer,Decke

Allgemein Geometrie Gliederung

Vereinfachte Eingabe für Heiz/Kühlelement

Herstellerdaten verwenden

Vereinfachtes Modell:

Leistung bei Auslegung 

Kühlung	Heizung
<input type="text" value="203"/>	<input type="text" value="184.2"/>

 W

Auslegungsbedingungen

dT (Wasser-Luft) bei Auslegungsleistung 

<input type="text" value="16"/>	<input type="text" value="17.5"/>

 Deg-C

dT(Wasser) bei Auslegungsleistung 

<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>

 Deg-C

Regler

Wärmeübergangskoeffizient zur Fläche hinter Element  W/m<sup>2</sup>·Deg-C

Langw. Emissionsgrad

Sensor

Bei der Anwendung von Herstellerdaten wird die Leistung aus den Herstellerdaten berechnet und hier dargestellt.

Um die Herstellerdaten zu bearbeiten zum Registerblatt "Gliederung" wechseln.

Für Geräte mit ungedämmter Rückseite und einem Luftspalt zu der dahinterliegenden Fläche, wird hier ein negativer Wert angegeben (aus dem der

# Projekt

ABW Architekten – Düsseldorf

# Projekt ABW-Architekten

Nachverdichtung mit hochwertigen Büros auf eine bestehende Gewerbeimmobilie

<b>Lage</b>	Zentrum Düsseldorf
<b>Fläche</b>	Einzelbüros mit ca. 30 m <sup>2</sup>
<b>Struktur</b>	Holz-Hybrid, GK und Glaswände
<b>Besetzung</b>	3 Personen
<b>Lüftung</b>	ausschließliche Fensterlüftung
<b>Wärmelast</b>	3 Computerarbeitsplätze + Zubehör

# ABW Architekten Düsseldorf

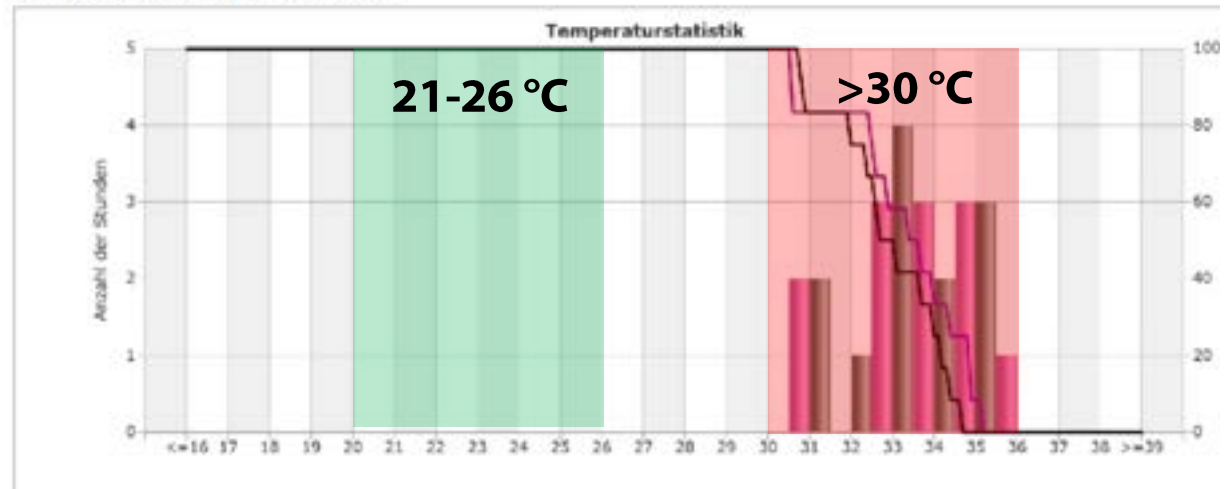




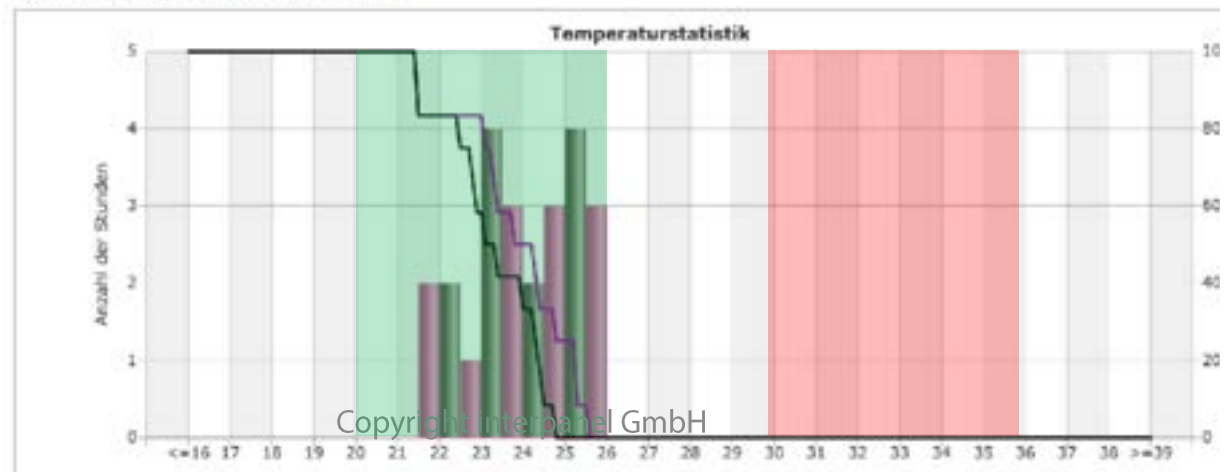
# Ohne/mit Kühlung im Vergleich

Raum: 00.001.001 Meeting

Temperaturstatistik im Monat Juli



Temperaturstatistik im Monat Juli

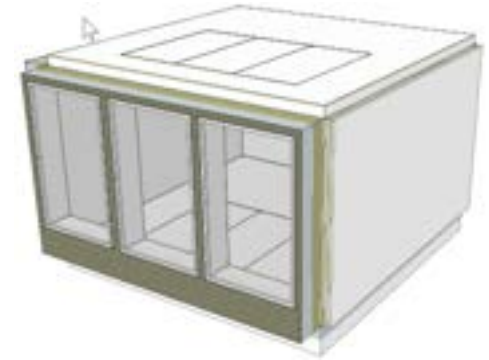


Copyright Interpanel GmbH

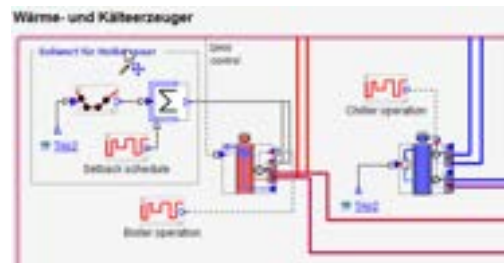
Summenhäufigkeit in %

# Gebäudesimulation

## 1. Modell



## 2. Daten



**Regelungssoftware**

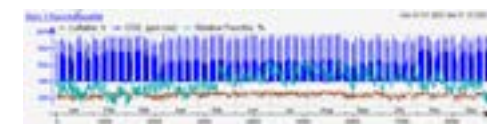
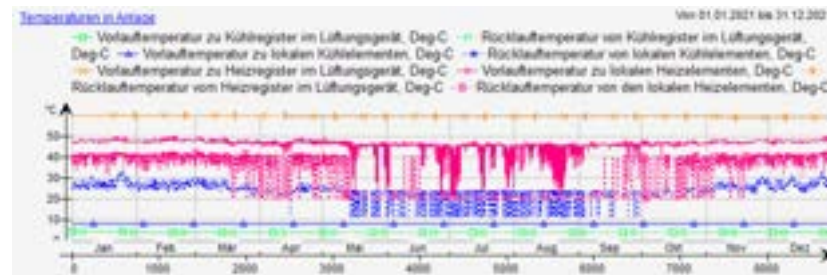
Temperatur	Min 20	Max 25	
Zuluftvolumenstrom		1.5	L/s m <sup>2</sup>
Außluftvolumenstrom	0.3	1.5	L/s m <sup>2</sup>
Luftfeuchtigkeit	70	80	%
Kühlmittelgehalt	700	2100	µg/m <sup>3</sup>
Beleuchtungsstärke	500	10000	Lux
Druckdiff. Gebäuhülle	20	10	Pa

Min. Max. Kühn. Lüftung

Philband = 2.0°C

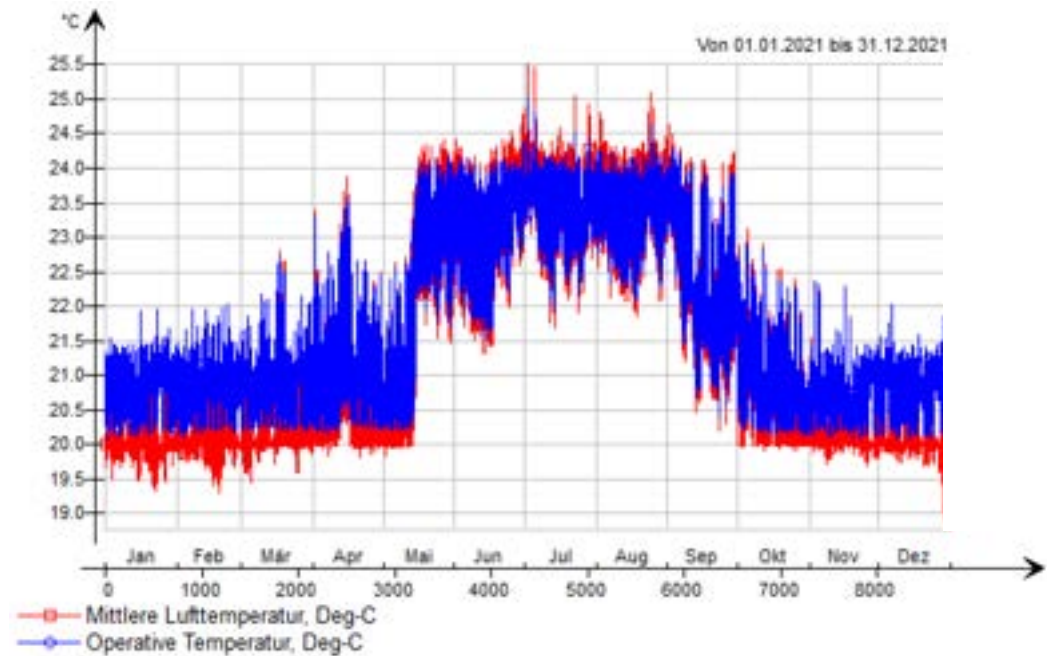
Die Art der Regelung ist von der Komponente abhängig (z.B. Normabweiser wird ein P-Regler für Radialventil und ein PI-Regler für Kühlkreisläufe verwendet).  
\* Bei Kühlen über 10% und lokale Kühlkreisläufe ist (V) die erste Kühleinheit, zusätzliche Kühlkreisläufe werden mit einem Versatz von 2°C zum Regelungsstufen (Grenztemperatur) geschaltet.

## 3. Ergebnis

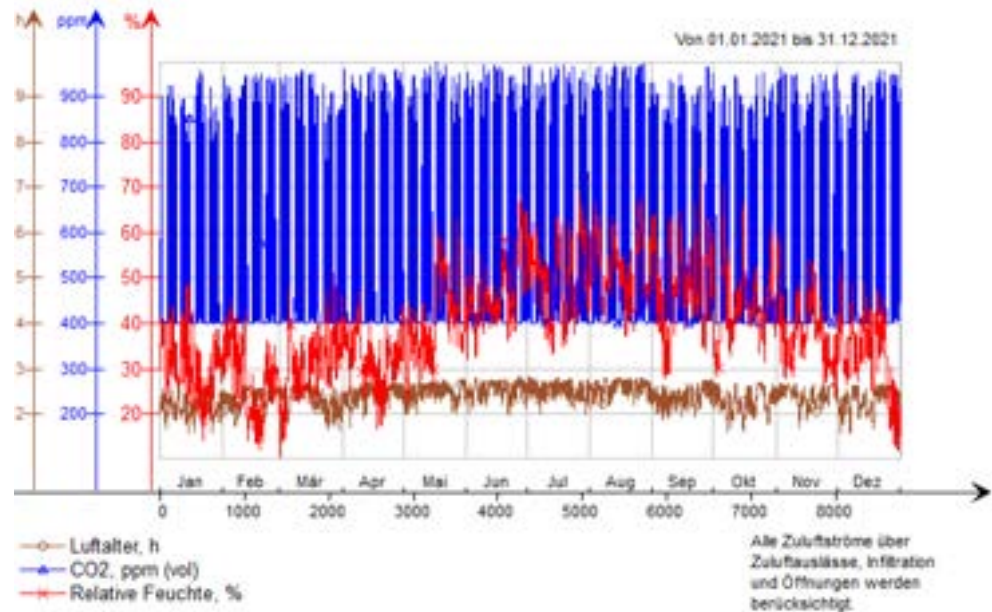


# Ergebnis

## Temperaturen



## Raumluftqualität





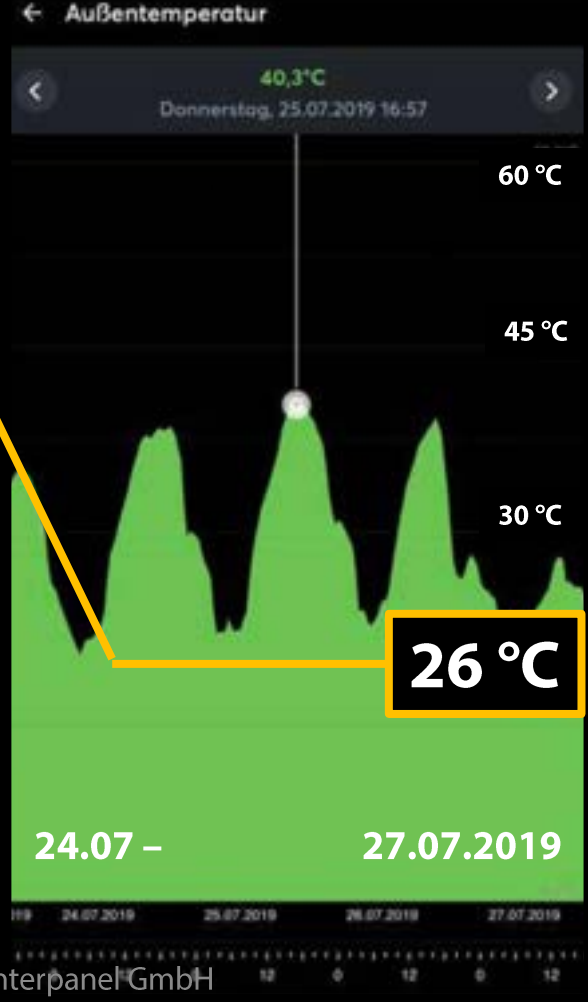
ерпа

# Messwerte 2019

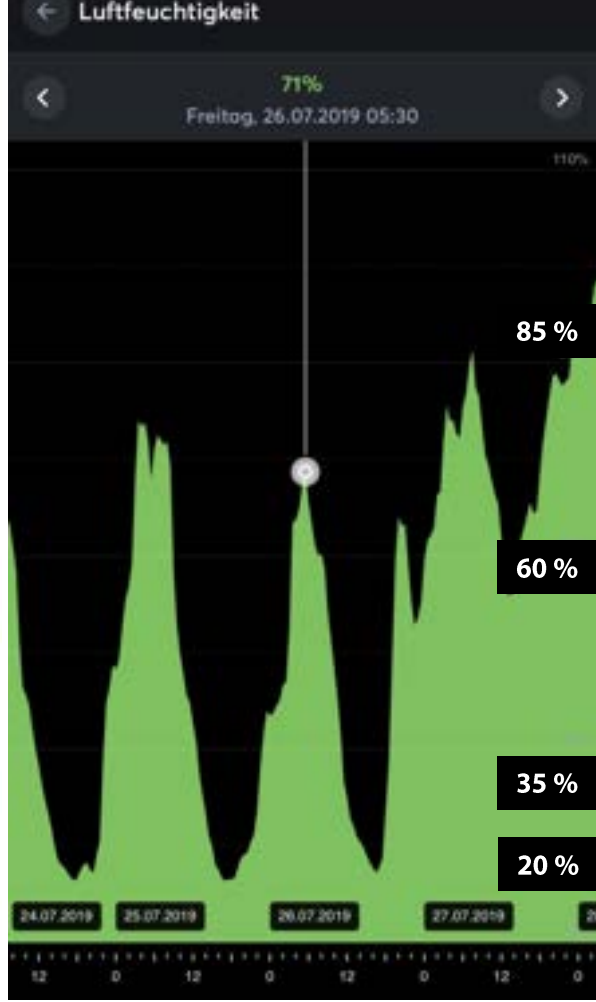
## Innen-Büro



## Außen-Temperatur

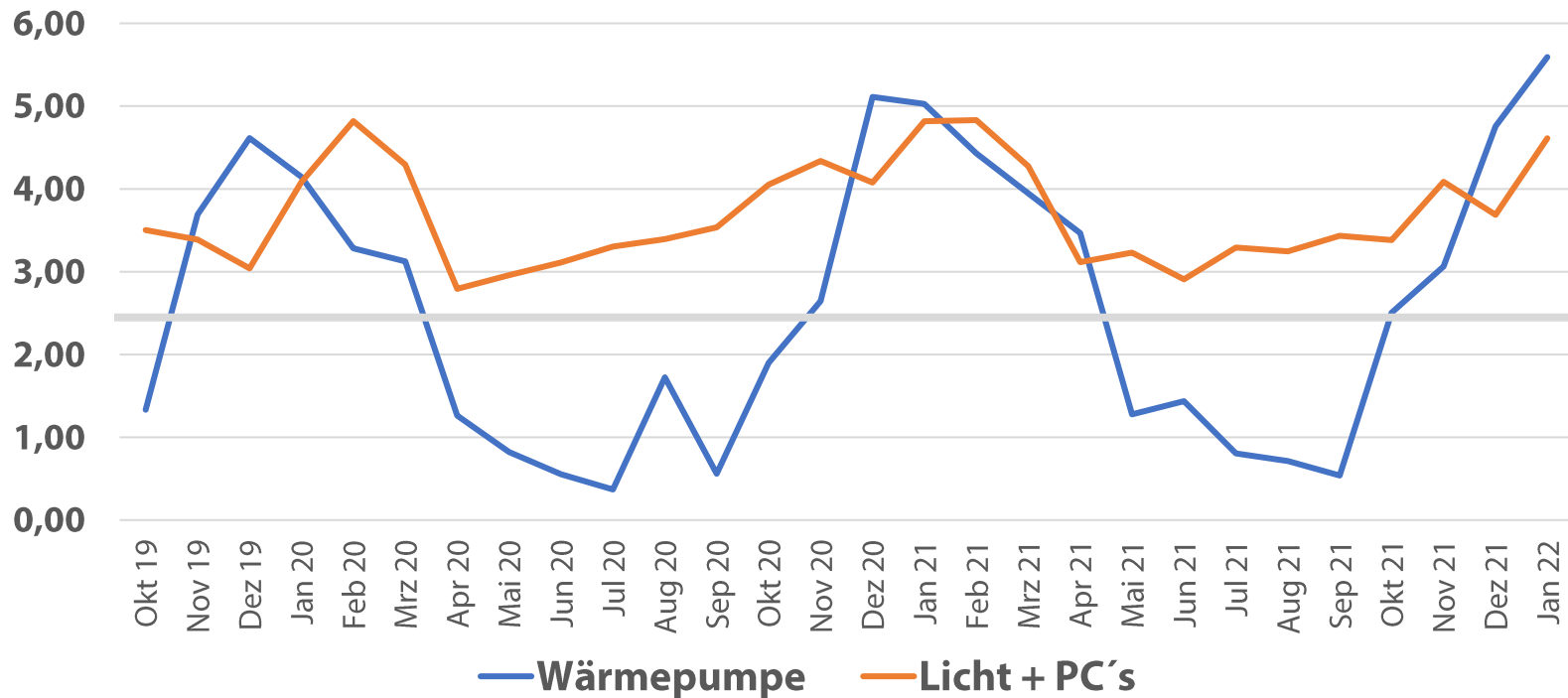


## Außen-Luftfeuchte



# Monitoring Energiebedarf

Energiebedarf pro m<sup>2</sup> und Monat für  
22-25,5 °C Temperaturband bei nat. Lüftung



**Mittel über 28 Monate: 2,6 kWh/m<sup>2</sup>\*Monat**  
**Winter > 23 °C | Sommer < 25,5 °C**

# Fazit

## 1. Taupunktunabhängige - Heiz-,Kühlsegel

1. im (bezogenen) Bestand sehr einfach zu realisieren
2. BEG-gefördert!
3. mit Klimakälte problemlos kombinierbar

## 2. Effizient Heizen/Kühlen – auch mit Fensterlüftung

1. Raumklimakomfort wird eingehalten
2. Stille Heizung und Kühlung ohne Nutzerbeeinflussung
3. Anlagentechnisch einfach zu realisieren

## 3. Wirtschaftlich

1. „Keine“ Wartungskosten
2. Steuerung Licht integriert, Raumthermostate individuell
3. Serielle Sanierung durch Vorfertigung möglich
4. 4 Raumklimalösungen - ein System

# Leistungen – interpanel | B2B

## Projektierung

1. Planprüfung
2. Vorbemessung
3. Energetisch-  
raumklimatische  
Gebäudesimulation
4. Photometrische Berechnung
5. Techn. Detailabstimmung

## Koordination

1. Werkplanung
2. Detailsimulation
3. Bauzeitabstimmung
4. Empfehlung zu  
Komponenten &  
Regelkonzept
5. Detaillierung  
Arbeitsplatz-Lichtkonzept

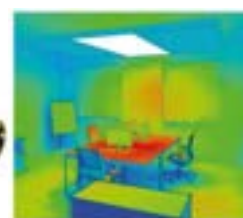
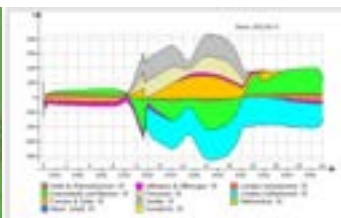
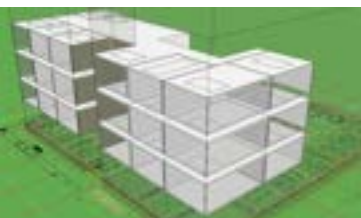
## Realisation

1. Lieferung  
interpanel-  
Systemdeckensegel
2. Installateursschulungen
3. Optional - Fachmontage
4. Inbetriebnahme
5. Abnahme

Projektierung

Koordination

Realisation & Abnahme

















Copyright interpanel GmbH



Copyright interpanel GmbH











## Awards



DGNB  
SUSTAINABILITY  
CHALLENGE  
2020  
INNOVATION  
GEWINNER



EINFACH  
**GENIAL.**



Climate-KIC

 [www.interpanel.com](http://www.interpanel.com)

 [info@interpanel.com](mailto:info@interpanel.com)

 [interpanel\\_GmbH](https://twitter.com/interpanel_GmbH)

 [interpanel.de](https://www.instagram.com/interpanel.de)

 [interpanel GmbH](https://www.linkedin.com/company/interpanel-GmbH)

