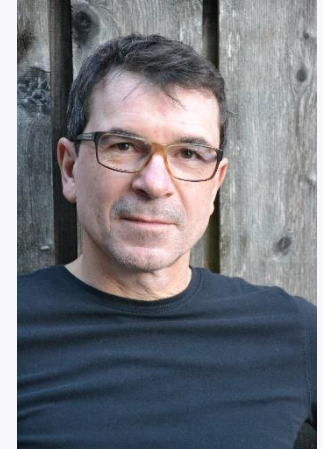




Klima-Top GmbH
Benninger Str. 70
87700 Memmingen



Erwin Aurbacher

*Staatl. gepr. Bautechniker (Hoch-/Tiefbau)
Energieberater Wohngebäude (hwk)
Energieberater Baudenkmale (bayika)
BNK Auditor (BiRN)*

RAUMK
New World of Energy

singular
klima to go

KLIMATOP
DIE KLIMADECKE

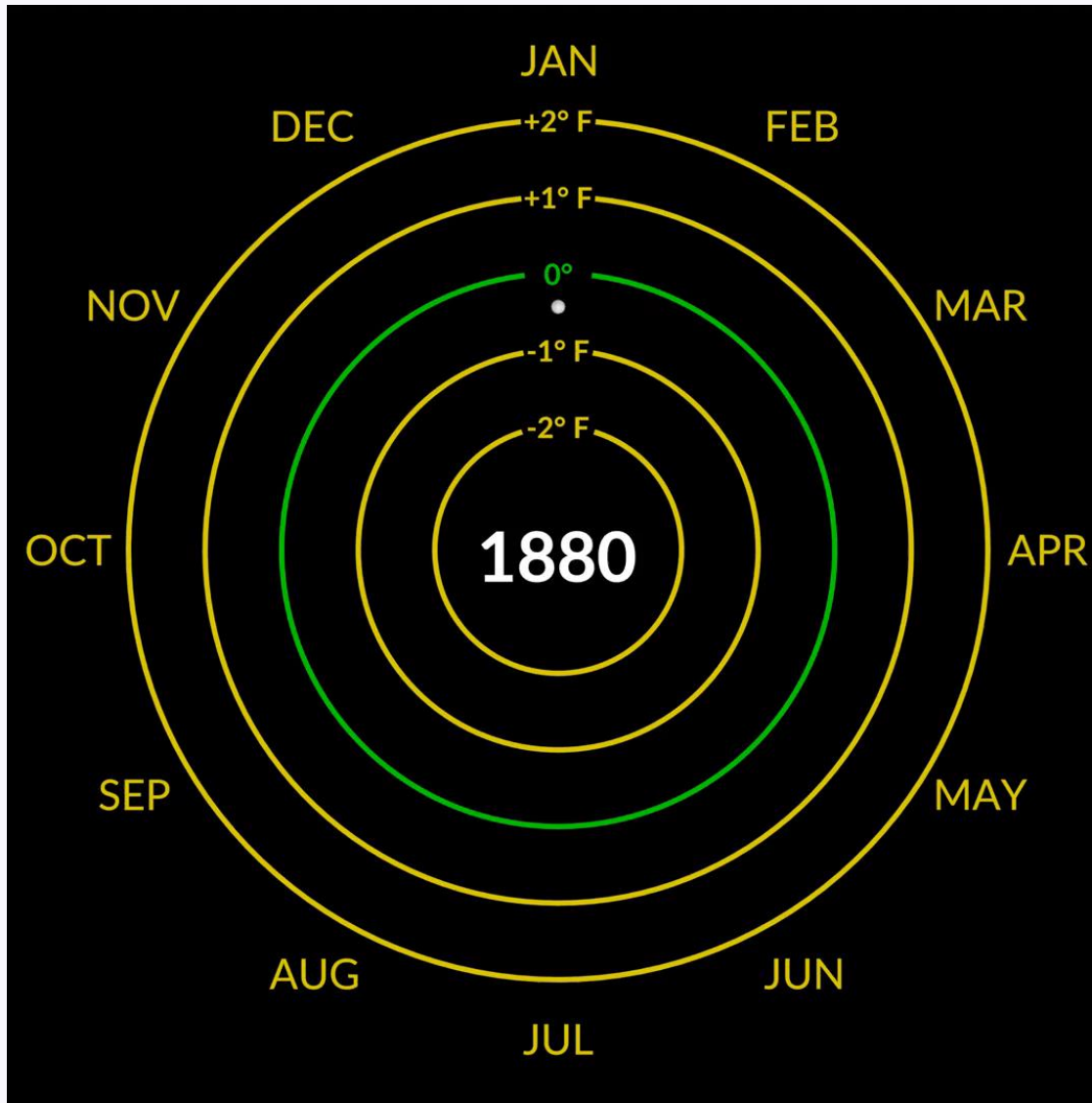
Ganzjährige
Raumtemperierung

In Betracht der Nachhaltigkeit sowie des
Temperatur- und Behaglichkeitsempfinden



Webinar Teil 1
Physikalische Grundlagen
03.04.2023

Temperatur-Abweichung im Zeitverlauf der letzten rund 120 Jahre



Die [NASA](#) hat Daten des Goddard Institute for Space Studies (GISS) zur Temperatur-Abweichung im Zeitverlauf der letzten rund 120 Jahre auf interessante Art und Weise in einer Klima-Spirale visualisiert. Ja, die aufmerksamen Leute haben derartige Darstellungen der (zu) rasant zunehmenden Temperatur bereits zuhauf gesehen, aber einige scheinen diesen Klimawandel noch immer zu ignorieren oder ihm im Zuge alternativer Krisen der aktuellen Zeit vergessen zu haben... Daher hilft daran zu erinnern und sich die Entwicklung nochmal vor Augen zu führen.

Nachhaltigkeit hat viele Gesichter

4. Februar 2017 von [Chris Haderer](#) Kategorien: [Umweltschutz](#)



© contrastwerkstatt - Fotolia.com

Nachhaltigkeit – ein schlichtes Wort, hinter dem sich viele Bedeutungen verstecken. Die genaue Definition meint soziale Gerechtigkeit genauso wie den schonenden Umgang mit Rohstoffen.

Den Begriff „Nachhaltigkeit“ kann man von mehreren Seiten sehen. Die dunkle Seite zuerst: Durch gnadenlosen Raubbau von Rohstoffen und Umweltverschmutzung haben wir die Biosphäre der Erde nachhaltig geschädigt. Das ist weder ein Geheimnis noch eine sensationelle Neuigkeit. Eine im Meer treibende Insel aus Plastikmüll, mit Giftstoffen überladene Abfallberge und die zunehmende Verschmutzung der Atmosphäre sind deutlicher Beleg für die industrielle Wegwerfkultur der letzten Jahrzehnte. Dinge werden nicht mehr repariert, sondern entsorgt – und Letzteres oft genug auf falsche Art und Weise.



BELIEBT AUS: UMWELTSCHUTZ

8 häufige Heizfehler, die Geld kosten und Energie verschwenden >

Klimaschutz: 15 Tipps gegen den Klimawandel, die jeder kann >

11 Produkte mit Mikroplastik – und gute Alternativen >

11 beliebte Produkte mit Palmöl und gute Alternativen >

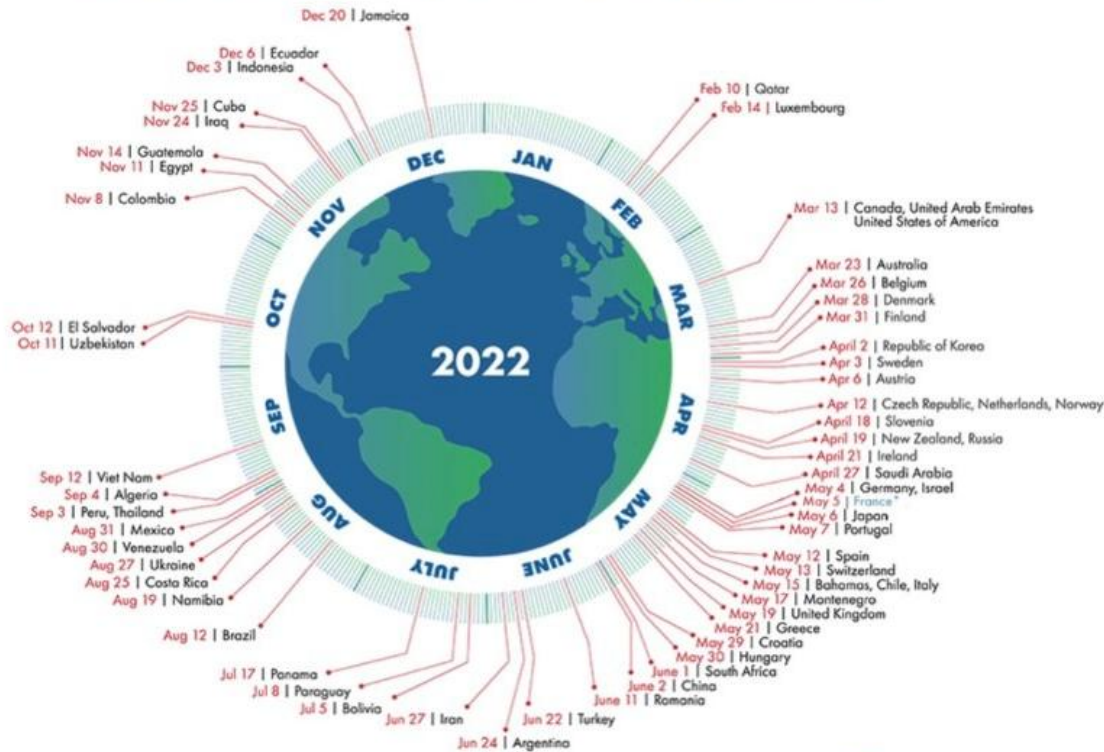
- Anzeige -



Erdüberlastungstag: Ressourcen für 2022 verbraucht

Country Overshoot Days 2022

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



For a full list of countries, visit overshootday.org/country-overshoot-days.
 * France Overshoot Day updated April 20, 2022 based on nowcasted data. See overshootday.org/france.
 Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2022 Edition
data.footprintnetwork.org



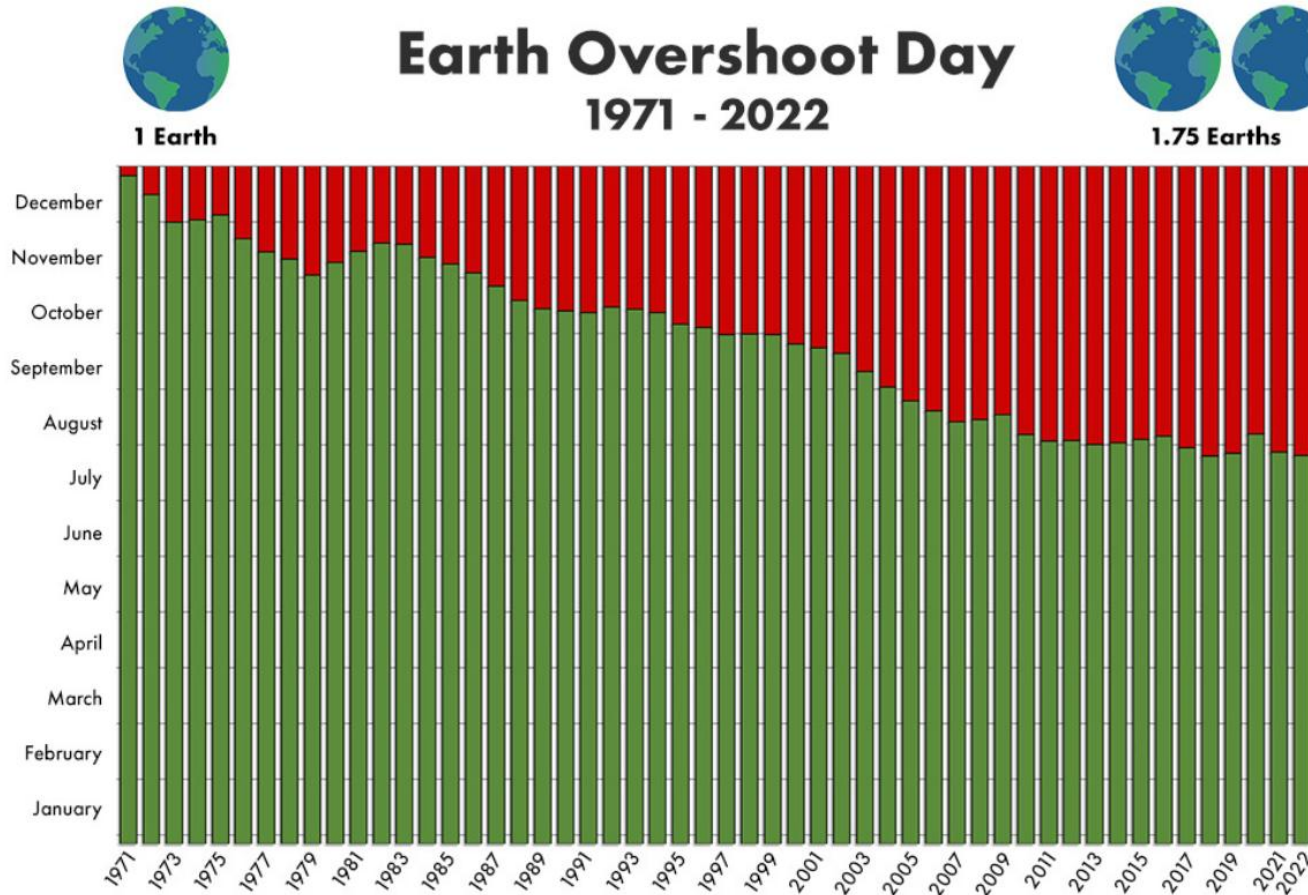
Wir Menschen leben nicht nachhaltig. Der Earth Overshoot Day am **28. Juli** markiert das Datum, an dem die Menschheit alle biologischen Ressourcen verbraucht hat, die die Erde im Laufe eines Jahres regeneriert, so Berechnungen des Global Footprint Network. Es muss mehr für Klima- und Ressourcenschutz getan werden. Hierzu können neben der Politik auch Verbraucher*innen beitragen.

Bereits im **Mai 2022** hat Deutschland den ihm zustehenden Vorrat an natürlichen Ressourcen verbraucht.

Quelle: [Global Footprint Network](https://www.umweltbundesamt.de/themen/erdbildung/erdbildung-erdbildung)

Quelle: [Erdüberlastungstag: Ressourcen für 2022 verbraucht | Umweltbundesamt](https://www.umweltbundesamt.de/themen/erdbildung/erdbildung-erdbildung)

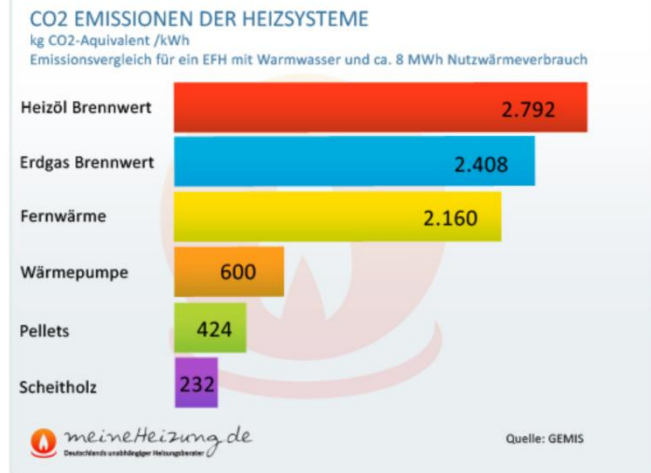
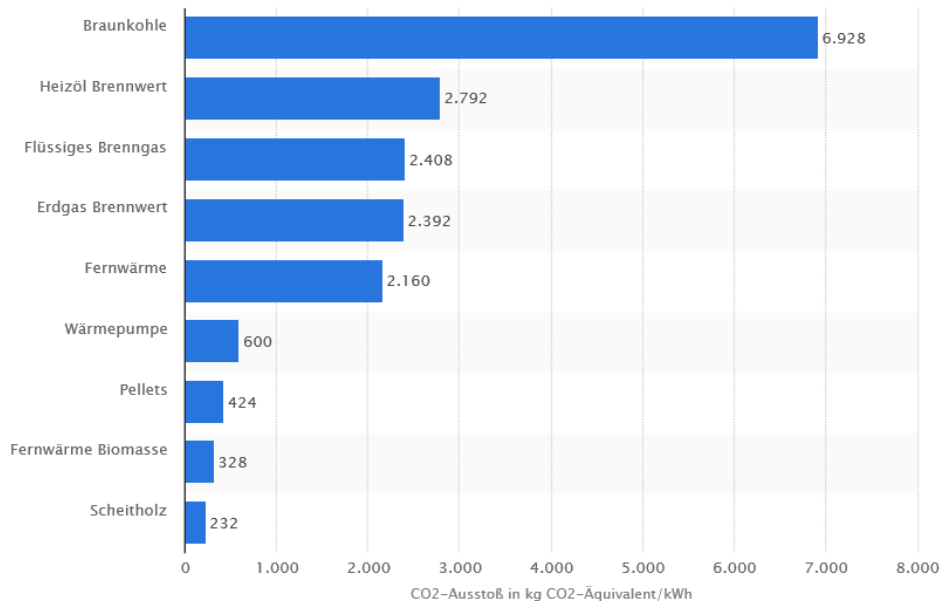
Erdüberlastungstag: Ressourcen für 2022 verbraucht



Daten der vergangenen Erth Overshoot Days.
Quelle: Global Footprint Network

Quelle: [Erdüberlastungstag: Ressourcen für 2022 verbraucht | Umweltbundesamt](#)

CO₂-Ausstoß nach Heizsystem in Deutschland (in Kilogramm CO₂-Äquivalent pro Kilowattstunde)



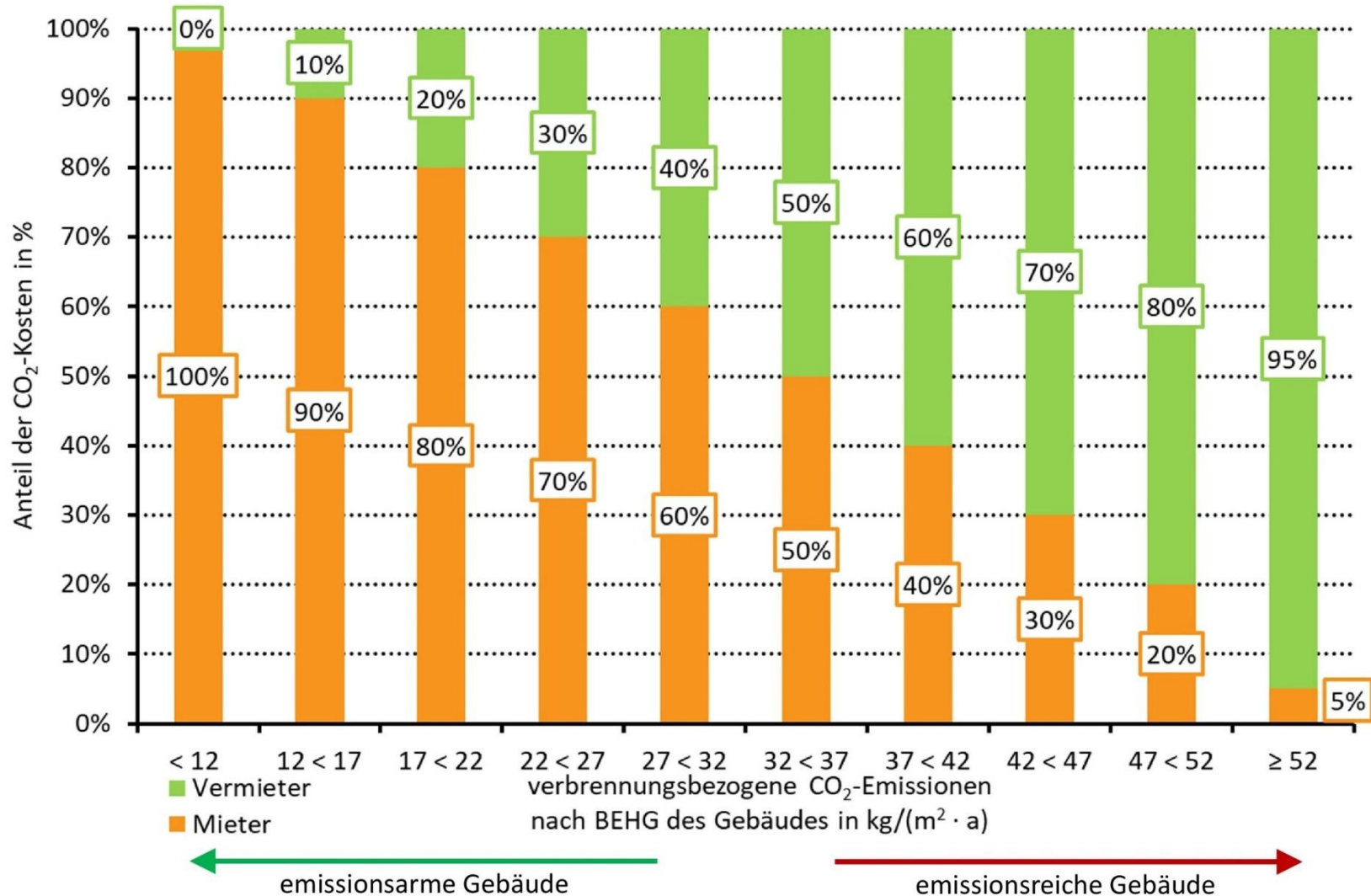
CO₂ Emissionen Ölheizung im Vergleich

Aus dieser Übersicht der CO₂ Emissionen kann man den Nachteil der Ölheizung gegenüber den Biomasseheizungen (Pelletheizung und Ölheizung). Dieser Aspekt muss bei einer Investitionsentscheidung jedoch gegen die anderen **Vor- und Nachteile einer Ölheizung** abgewogen werden.

	Ausstoß [g] CO2/kWh					
	pro kWh [g]	1 Liter Öl 1m³ Gas = ca. [kWh]	pro liter bzw. m³ CO2 [g]	pro liter bzw. m³ CO2 [kg]	pro liter bzw. m³ CO2 [t]	1000 ltr. Öl bzw. m³ Gas CO2 [t]
Öl	318	10	3180	3,18	0,00318	3,18
ErdGas	247	10	2470	2,47	0,00247	2,47
FlüssigGas	230	10	2300	2,3	0,0023	2,3
NaturGas	202	10	2020	2,02	0,00202	2,02

	CO2 Bepreisung/Kosten					
	CO2 Preis/t 2023	IST 2023	CO2 Preis/t 2024	IST 2024	CO2 Preis/t 2025	IST 2025
Öl	35,00 €	111,30 €	45,00 €	143,10 €	55,00 €	174,90 €
ErdGas	35,00 €	86,45 €	45,00 €	111,15 €	55,00 €	135,85 €
FlüssigGas	35,00 €	80,50 €	45,00 €	103,50 €	55,00 €	126,50 €
NaturGas	35,00 €	70,70 €	45,00 €	90,90 €	55,00 €	111,10 €

	Noch in Schweben					
	CO2 Preis/t 2026	IST 2026	CO2 Preis/t 2050	IST 2050		
Öl	65,00 €	206,70 €	275,00 €	874,50 €		
ErdGas	65,00 €	160,55 €	275,00 €	679,25 €		
FlüssigGas	65,00 €	149,50 €	275,00 €	632,50 €		
NaturGas	65,00 €	131,30 €	275,00 €	555,50 €		



Wir haben es uns zum Ziel gesetzt, kostengünstige Heiz- und Kühlsysteme für Neubauten und vor allem für Sanierungen, zu entwickeln. Dabei sollen Gesichtspunkte wie Behaglichkeit, Energiebedarf und Ressourcenschonung (Nachhaltigkeit) berücksichtigt werden.

Wir legen mit der KLIMASAN Heiz- und Kühldecke, gerade auch im Bereich der energetischen Gebäudesanierung, den Grundstein.

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien ist das KLIMASAN-System die Basis für ein ökologisches und wirtschaftliches Gesamtkonzept.



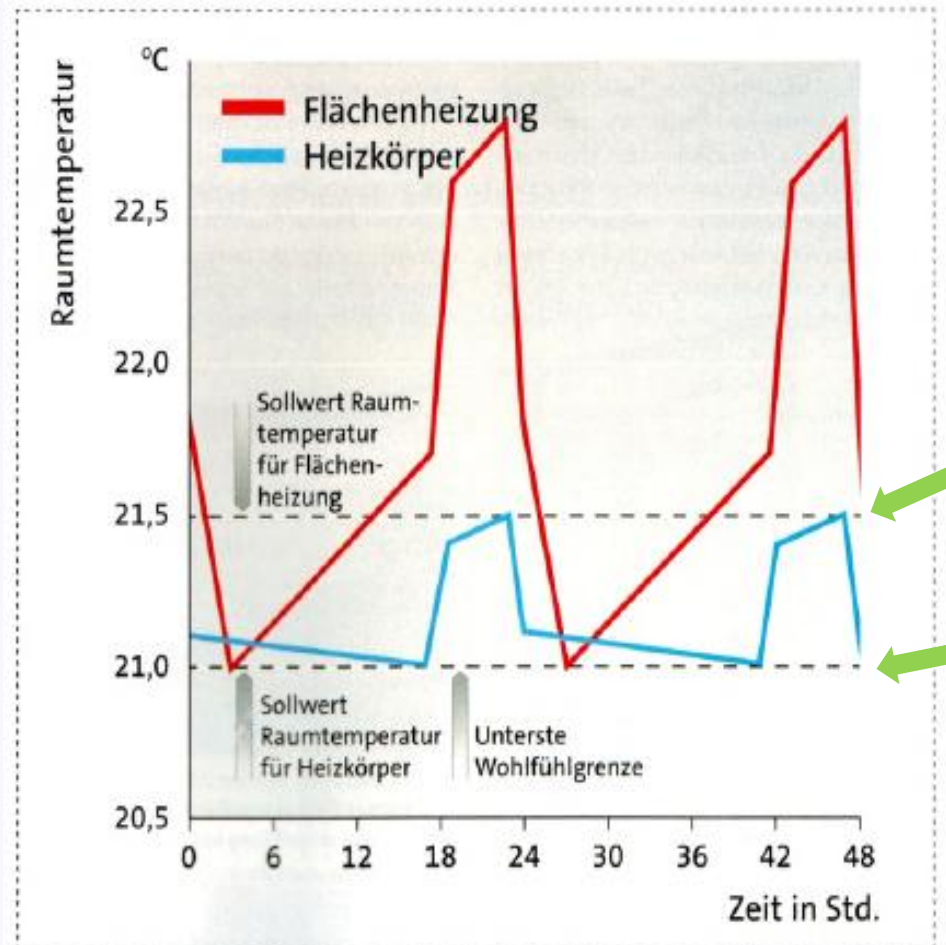
Sind Konvektionsheizungen
gesünder / energieeffizienter / nachhaltiger
als Strahlungsheizungen?

Sind Heizkörper effizienter als Flächenheizungen?



Hingegen der allgemeinen Flächenfußbodenheizung, weicht der Heizkörper nur gering von seinem Soll-Wert ab und unterschreitet diesen auch nicht.

Dabei ist er deutlich Reaktionsschneller als die Flächenfußbodenheizung.



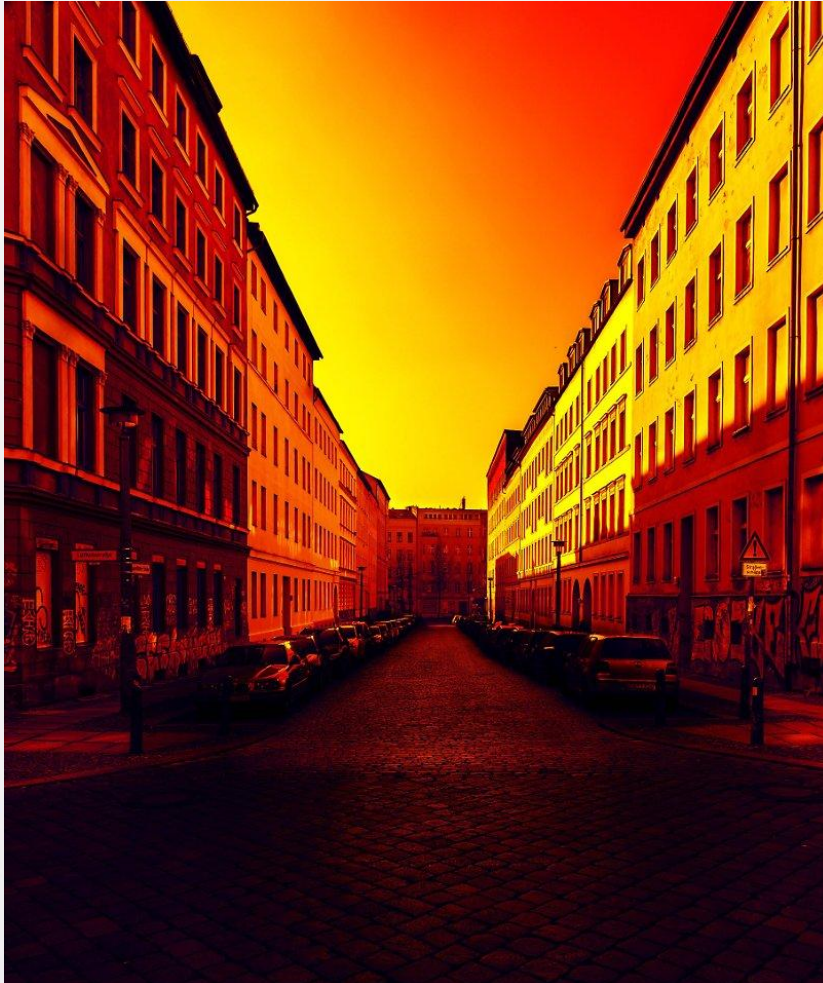
Reaktion der Raumtemperatur auf die thermische Masse der Wärmeübergabesysteme im Winter, wo Wärmegewinne zwei Drittel der Heizlast nicht überschreiten. Bei höheren Außentemperaturen ist der Effekt stärker.

Ausgedient !?

Auf der suche nach der idealen Heizung scheint der klassische Radiator schon lange zum alten Eisen zu gehören. Doch können Flächenheizung immer alles besser?



Energieeffizientes und Wohngesundes -ganzjähriges- Temperieren von Gebäuden



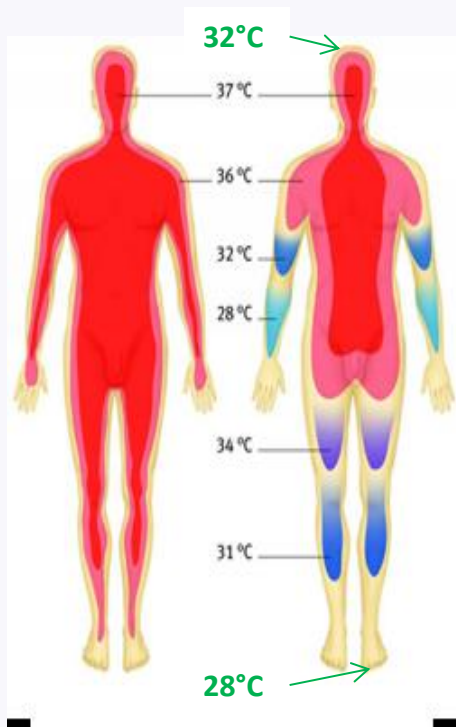
Der Vermieter muss für einen den Regeln der Technik entsprechenden sommerlichen Wärmeschutz sorgen.

Foto: imago/CHROMORANGE)

Die perfekte (Flächen)Heizung für Wohn- und Bürobau

Gesundes Heizen und Kühlen

Die Wärmeabgabe über Strahlung, Verdunstung und Leitung



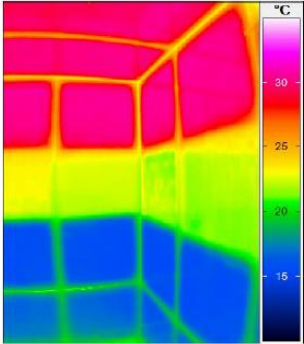
Ein gesunder erwachsener Mensch gibt durchschnittlich 100 Watt Heizleistung ab.

Circa 10 Watt davon über Verdunstung, Atemluft und direkte Transmission (Bsp. Fußsohlen).

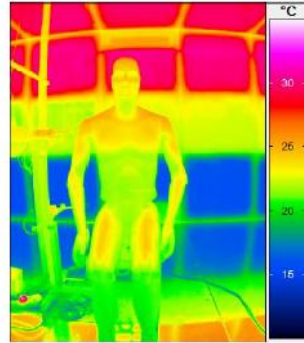
Die restlichen 90 Watt werden von ca. 2 m² Haut abgestrahlt.

Nur in der richtigen Umgebung

Heizdecke
 $\Delta\theta=16\text{ K}$



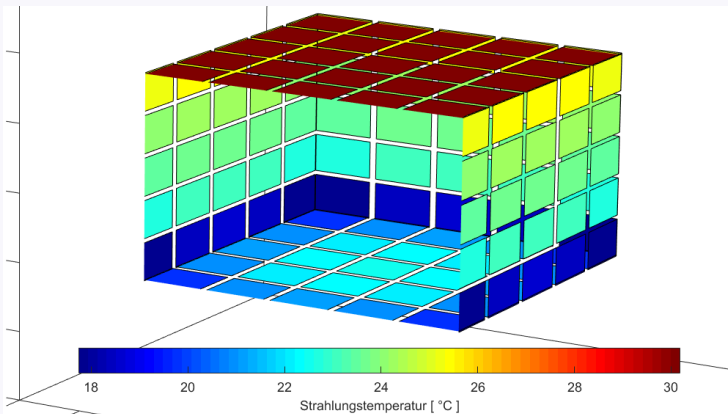
Heizdecke
 $\Delta\theta=16\text{ K}$



„Funktion nur bei geringem Heizwärmebedarf“ ?

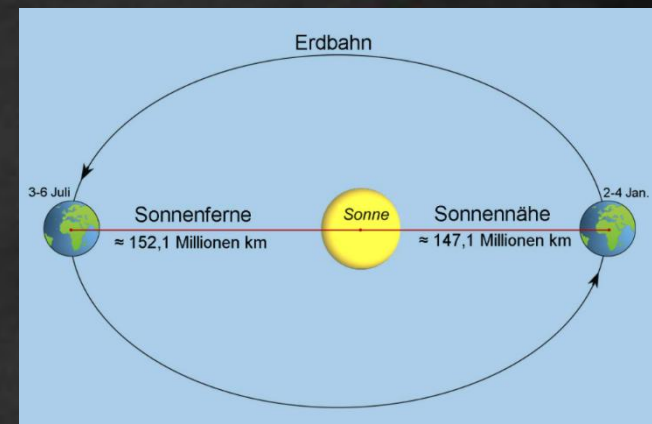
Simulation der Messung in der Klimakammer mit simBEE:

- Einstellen der Bauteileigenschaften und Randbedingungen, bis dass der auf den Bildern dargestellte Temperaturverlauf in etwa erreicht wird
- Berechnung des Heizwärmebedarfs



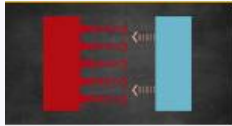
Wärmeübertragung ohne Luft

über eine Distanz von 149,6 Mio. km (im mittel)



Wie der Körper seine Temperatur reguliert





– Jede Oberfläche strahlt Wärme ab

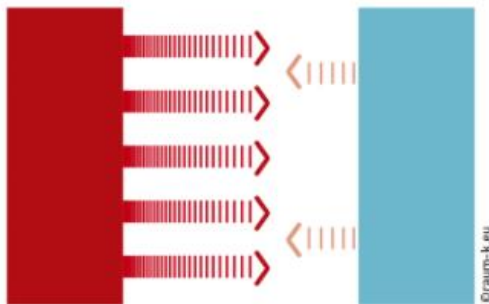
Ohne die Wärmestralen der Sonne wäre unsere Erde eine Eiswüste.

„Aber warum erfrieren wir dann nicht nach Sonnenuntergang?“

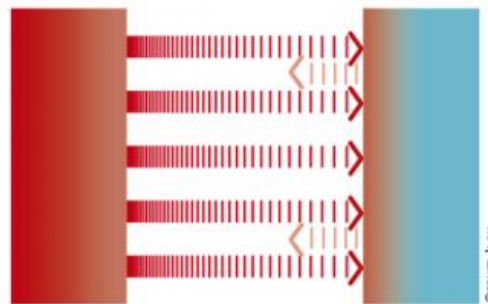
Weil die von der Sonne aufgeheizten Oberflächen die Wärme speichern und rund um die Uhr an ihre Umgebung abstrahlen: Heiße Flächen strahlen viel Wärme ab und kalte Flächen wenig. Dabei verhalten sich die Wärmestralen der Objekte übrigens genau wie die Sonnenstrahlen: Sie durchdringen die Luft – ohne diese zu erwärmen – und übertragen ihre Energie direkt auf andere Oberflächen. Durch diesen gegenseitigen Strahlungsaustausch gleichen sich die Temperaturen aller Oberflächen aneinander an. Auf jede Entfernung. Und genau das nutzen wir zum Heizen und Kühlen. Ganz nach dem Vorbild der Sonne – nur viel sanfter mit geringen Temperaturdifferenzen.

Stefan-Boltzmann-Gesetz (Josef Stefan und Ludwig Boltzmann)

Abstrahlung durch einen „Schwarzen Körper“ **5,67 W/m²K**



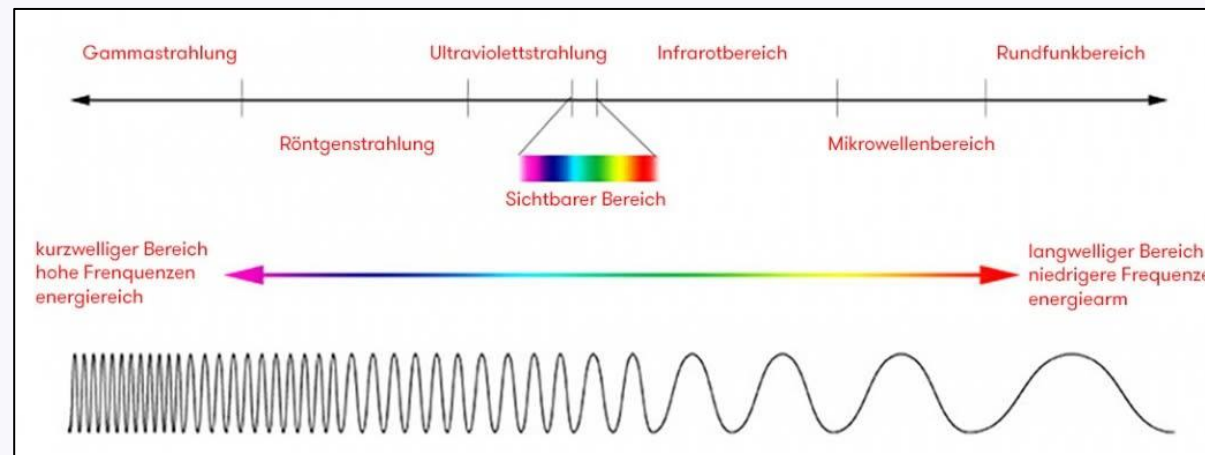
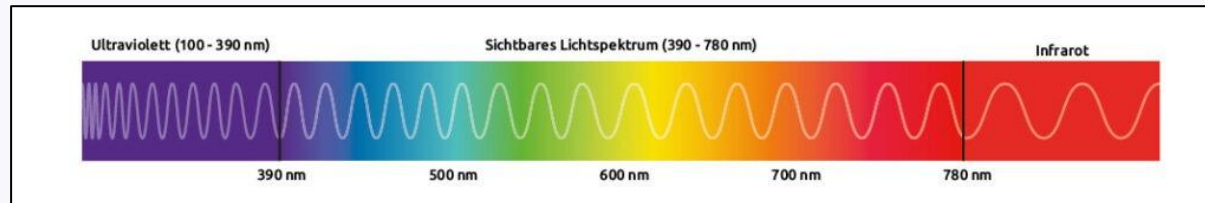
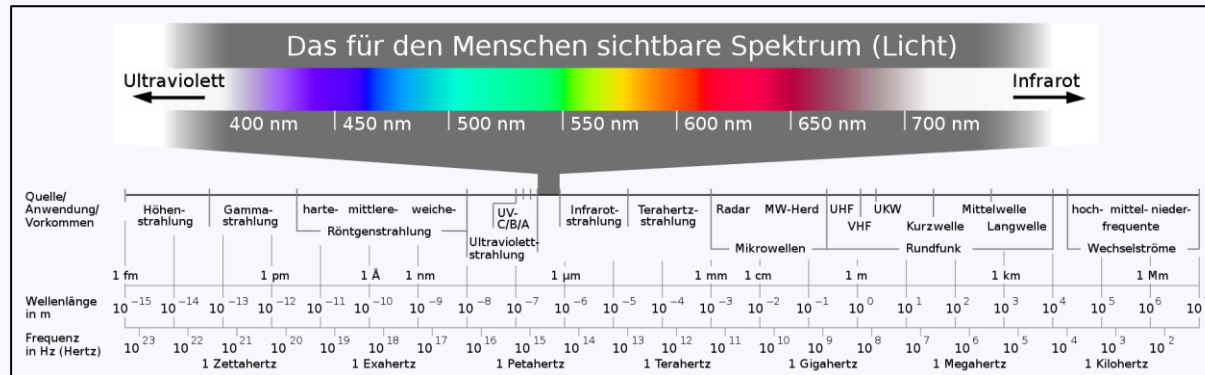
Warme Oberflächen strahlen viel Wärme ab – kalte Oberflächen strahlen wenig Wärme ab.



Eine warme Oberfläche überträgt also mehr Wärmestrahlung an eine kalte Oberfläche, als sie im Gegenzug von dieser empfängt.

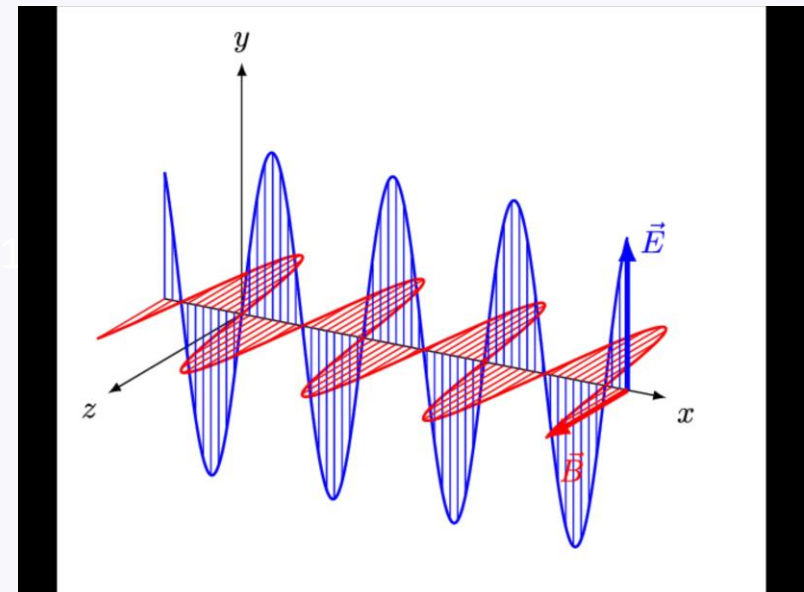


Die warme Oberfläche kühlt ab und die kalte Oberfläche erwärmt sich. Die Temperaturen gleichen sich aneinander an – auf jede Entfernung und ohne dabei die Luft zu temperieren.



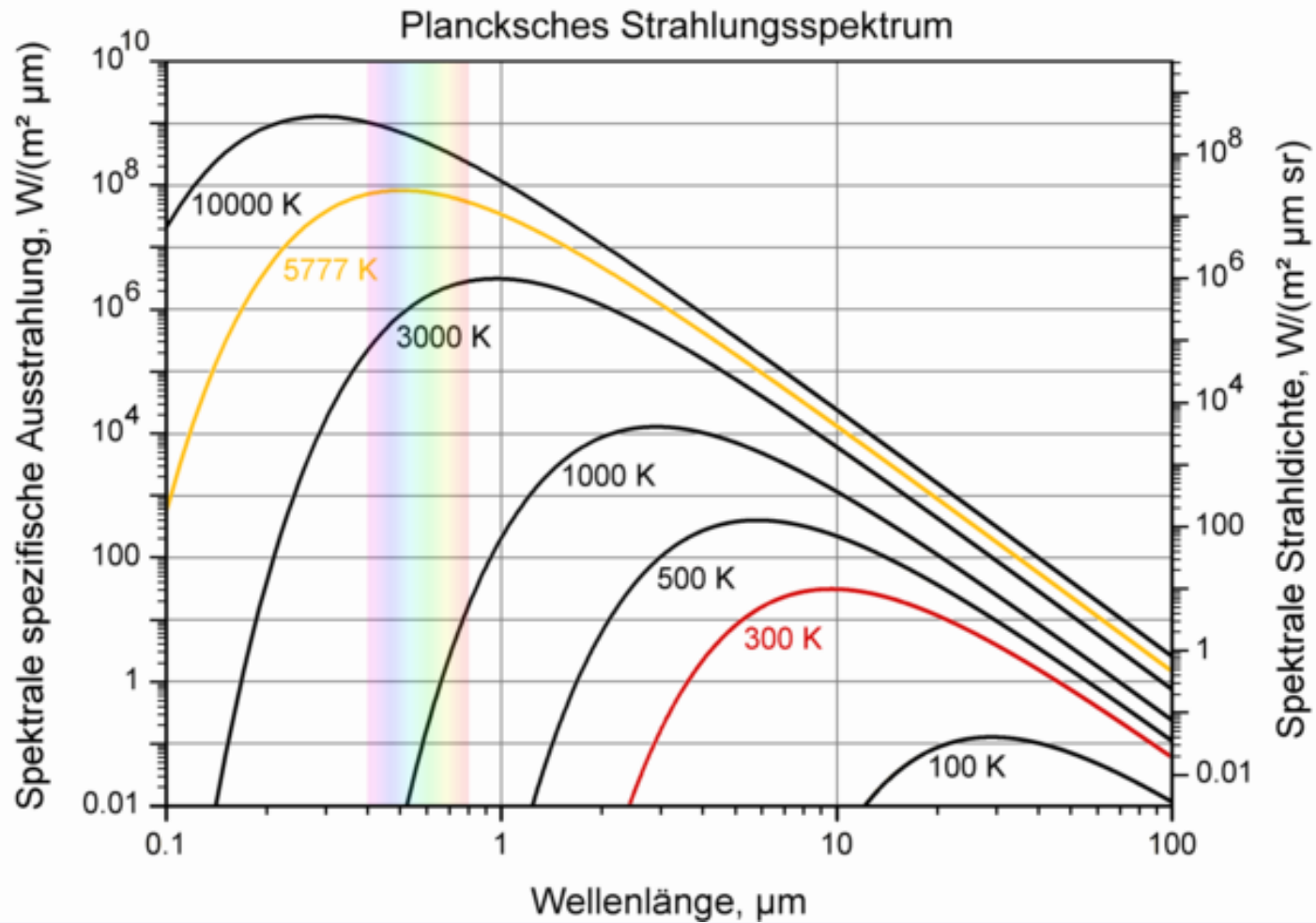
Symbol	Name	Wert
mm	Millimeter	Tausendstel Meter
μm	Mikrometer	Millionstel Meter
nm	Nanometer	Milliardstel Meter
pm	Pikometer	Billionstel Meter

Anders als zum Beispiel Schallwellen benötigen elektromagnetische Wellen kein Medium, um sich auszubreiten. Sie können sich daher auch über weiteste Entfernungen im Weltraum ausbreiten. Sie bewegen sich im Vakuum unabhängig von ihrer Frequenz mit Lichtgeschwindigkeit fort.



die elektrische Feldstärke $\vec{E}$ (in blau) und die magnetische Flussdichte $\vec{B}$ (in rot)

Die Ausbreitung erfolgt mit Lichtgeschwindigkeit ($c = \text{ca. } 300.000 \text{ km/s !}$).



Oberflächen-temperaturen

Das Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund belegte ganz klar, dass bei Konvektionsheizungen (Radiator) die Raumbooberflächen 5° C kälter, bei Strahlungsheizungen (Decke) hingegen 2° Celsius wärmer ist als die Raumlufttemperatur.

Internat. Z. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol., Bd. 16, S. 335—355 (1957)

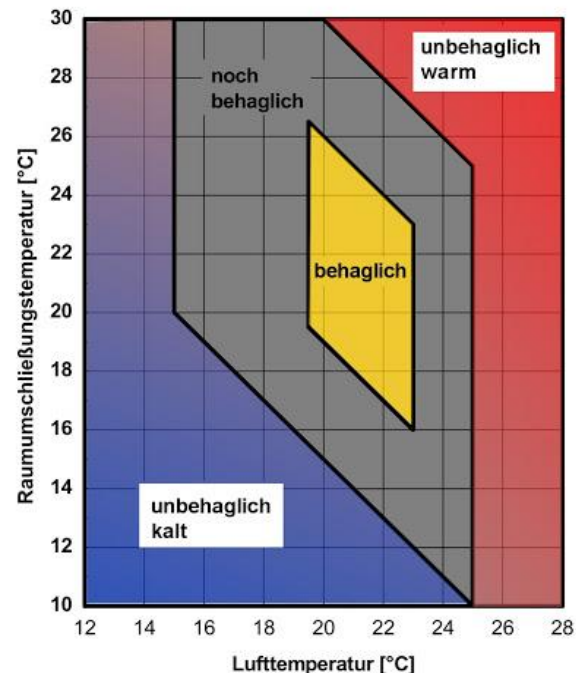
Aus dem Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund
(Direktor: Prof. Dr. med. G. LEHMANN),
Physiologische Abteilung (Leiter: Prof. Dr. med. E. A. MÜLLER)

Untersuchungen der Behaglichkeit des Raumklimas bei Deckenheizung

Von
H.-G. WENZEL und E. A. MÜLLER

Mit 10 Textabbildungen

(Eingegangen am 4. Oktober 1956)



Zusammenfassung

Es wird über Versuche in einem Raum mit warmwasserbeheizter Betondecke berichtet, aus denen sich folgende klimatechnische und klimaphysiologische Besonderheiten der Deckenheizung gegenüber der Radiatorenheizung ableiten lassen:

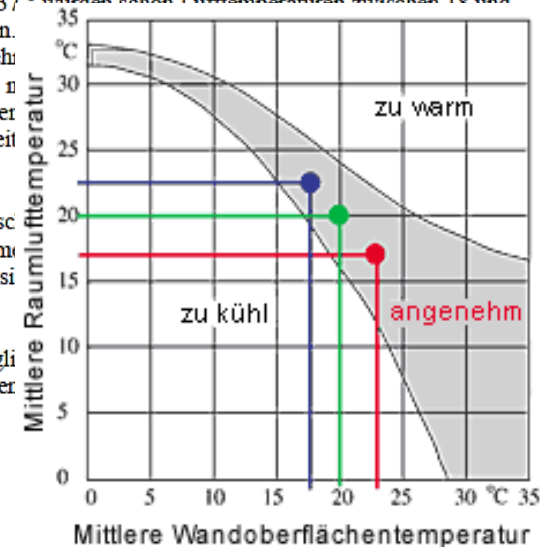
Bei angenehmer Temperierung des Versuchsraumes bestand bei beiden Heizungsarten im wesentlichen ein vertikales Lufttemperaturgefälle, das bei Radiatorenheizung von der Decke bis zum Boden ziemlich gleich ist, während es bei Deckenbeheizung mit der Höhe über dem Boden steiler wird.

Bei Radiatorenbeheizung waren die Wände, der Boden und die ihnen anliegenden Luftschichten bis zu 5° kälter, bei Deckenbeheizung dagegen bis zu 2° wärmer als die Luft in Raummitte.

Unter näher beschriebenen Versuchsbedingungen wurde das Klima im Raum von der überwiegenden Zahl einer größeren Gruppe von Vp. dann als angenehm bezeichnet, wenn die Lufttemperatur bei nicht geheizter Decke etwa zwischen 19 und 23 °C lag. Bei einer mittleren Strahlungstemperatur der Decke von 37° wurden schon Lufttemperaturen zwischen 18 und 22° als „angenehm warm“ empfunden. zunehmenden Anzahl der Vp. in zunehm. Kopf. Die Empfindungen, die die Vp. in deckenbeheizten Raum hatten, änderten Behaglichkeitsgrenzen in Abhängigkeit Diagramm gebracht.

Die Deckenheizung ist im physiologischen nicht möglich ist, ein Zuviel der Wärme. Mehr an Deckenstrahlung zu kompensieren der Decke her.

Die Beziehungen zwischen der Behaglichkeit der beheizten Rohre, der Heizwasserter Diagramm dargestellt.

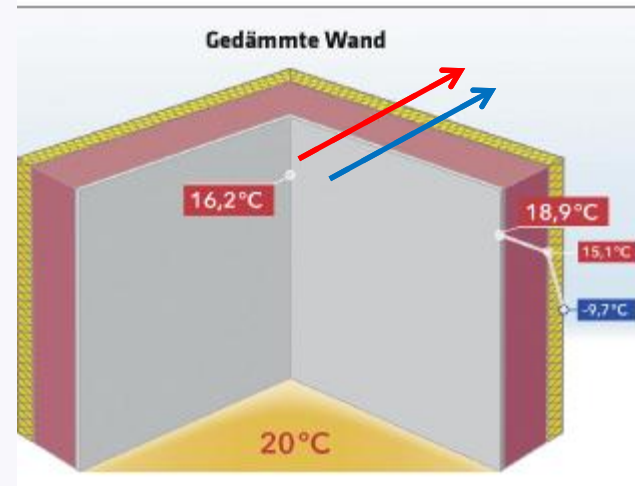
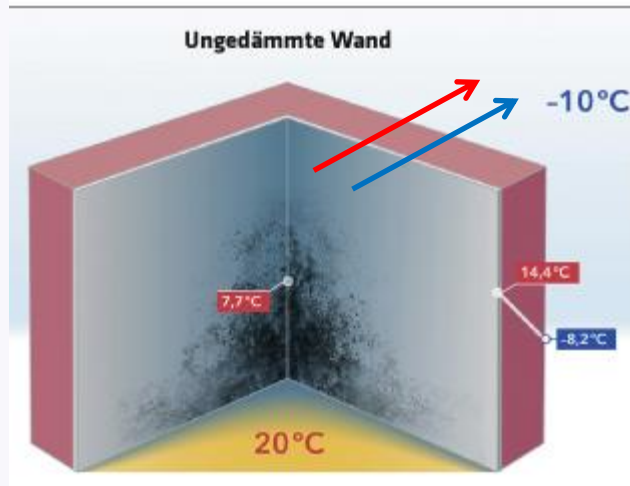


Feuchtigkeit und ihre Folgen

Der Feuchtetransport findet immer in die gleiche Richtung wie der Wärmefluss statt. Die Luftfeuchtigkeit kondensiert an den konstruktiven Wärmebrücken.

Dies ist auch bei einer energetisch ertüchtigten Außenwand der Fall.

Lediglich in einem verringertem Maße!



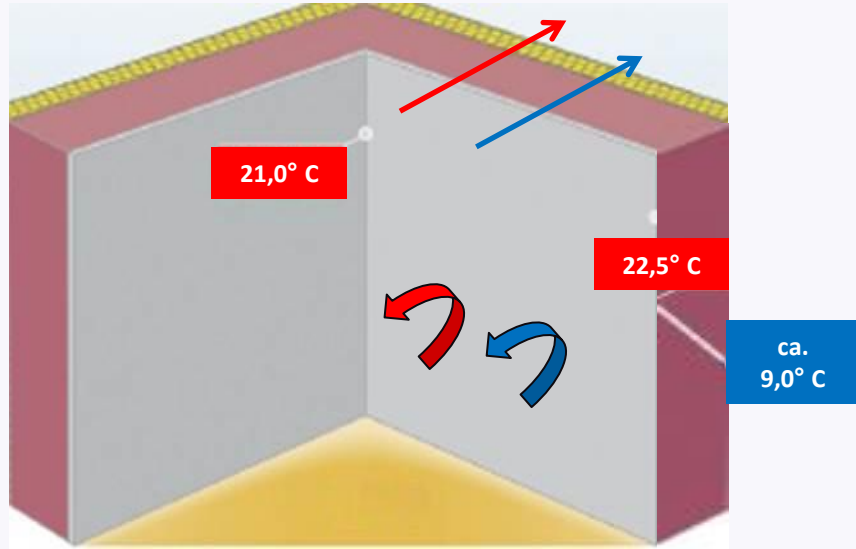
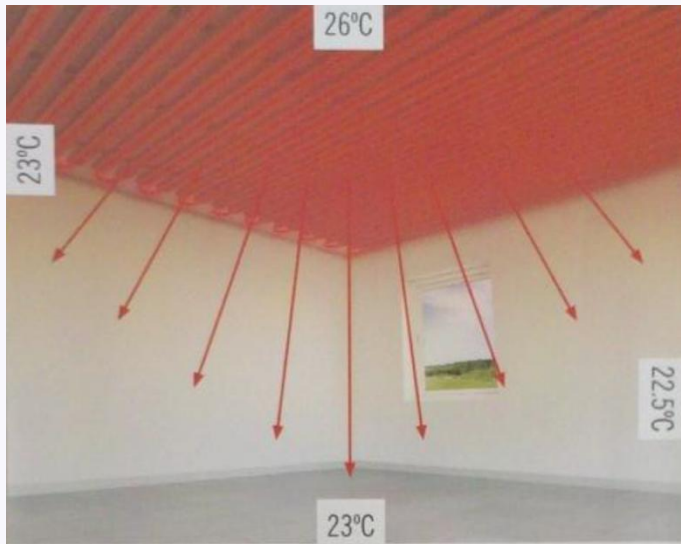
Grund: Energie strebt immer einen Potentialausgleich an und bewegt sich von warm nach kalt. Da die Oberflächentemperatur der Außenwand bei Konvektionsheizungen niedriger als die Raumlufthtemperatur ist, bleibt dieses physikalische Prinzip unverändert bestehen und Feuchtigkeit wird in das Mauerwerk eingelagert.

Fazit: Um so länger eine Heizperiode dauert, desto mehr Feuchte wird in ein Bauteil gedrückt. Dies hat zur Folge dass die relative Feuchtigkeit zunimmt und sich die Dämmeigenschaft des Baukörpers verschlechtert.

(Mauerwerk $\pm$ 4% feuchte bedeutet $\pm$ 50% Dämmwert; J.S. Cammerer 1928)



Baustofffeuchtigkeit bei Strahlungsheizungen

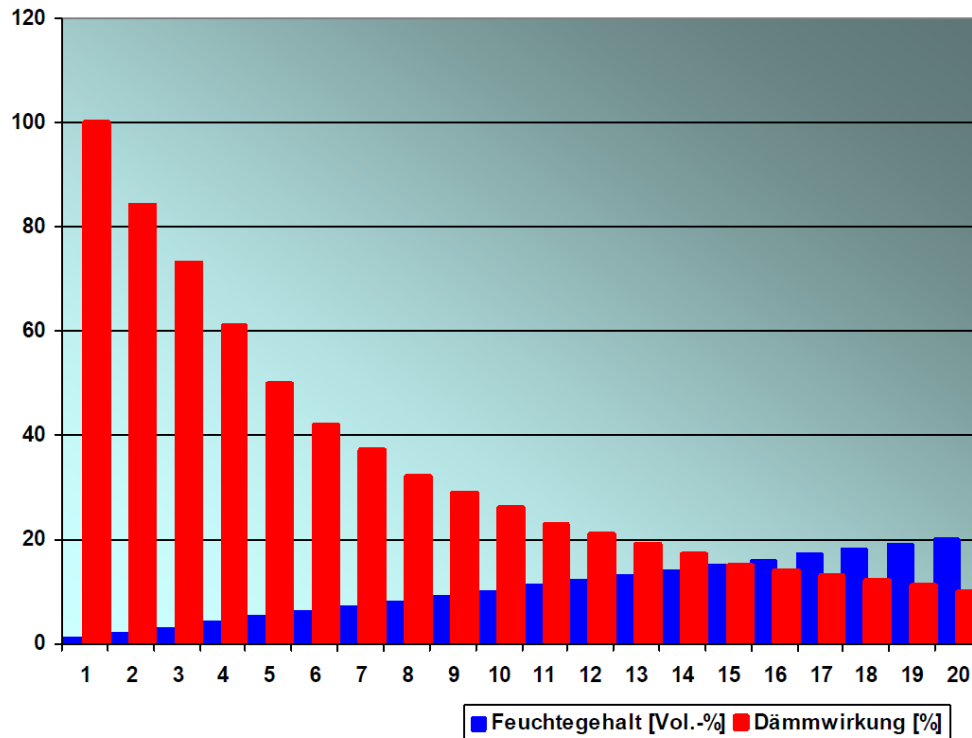


Drang der Energie ist nach wie vor immer noch von warm nach kalt (Potentialausgleich). Die Oberflächentemperatur der Außenwand liegt nun höher als die Raumlufttemperatur. Das physikalische Prinzip bleibt auch nun unverändert bestehen. Allerdings ist der Drang der Raumluft nicht mehr hin zur Außenluft vorhanden.

Abhängig von der Länge einer Heizperiode und der Anzahl der Heizperioden, wird Feuchte aus einem Bauteil gezogen. Dies hat zur Folge, dass das Volumenprozent Feuchtigkeit abnimmt und die Dämmeigenschaft des Baukörpers sich deutlich verbessert.

Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen in Abhängigkeit ihrer Feuchte

Zusammenhang zwischen Feuchtegehalt und Dämmwirkung beim Ziegel nach J.S. Cammerer

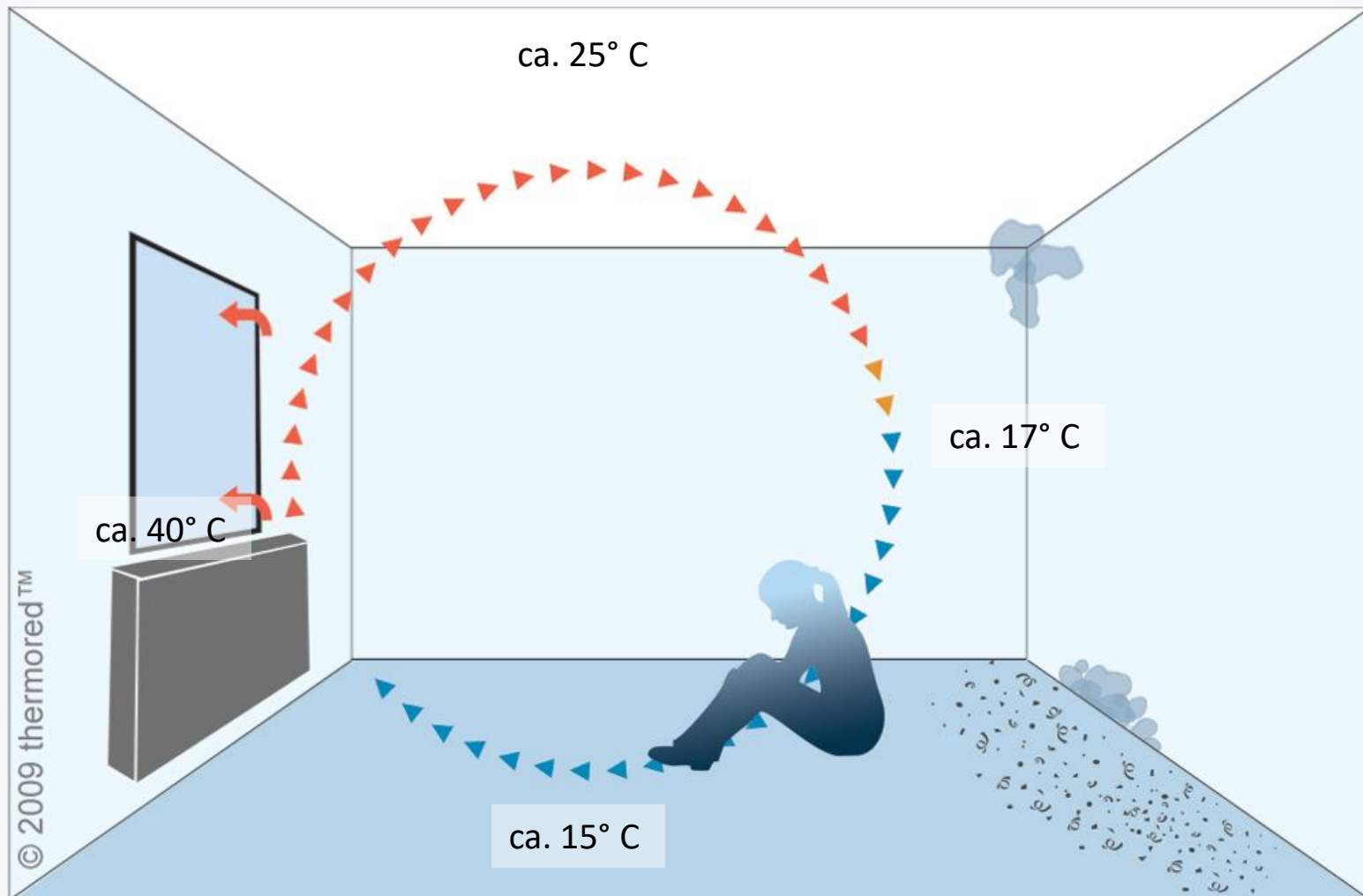


J.S. Cammerer (1892-1983)

Begründer der K-Wert Theorie
(1920er Jahre)

Konvektion – ein stiller Killer

Hingegen den starken, schnellen Luftverwirbelungen der Fußbodenheizung, bildet der Radiator eine relativ langsame Luftwalze aus. Diese verteilt die Warmluft im Raum, sorgt aber neben Staubaufwirbelung auch für hoher vertikale und horizontale Temperaturunterschiede. Dadurch entsteht ein ungleichmäßiges Raumklima und ein erhöhtes Schimmelrisiko an Wärmebrücken durch Kondenswasserbildung im Mauerwerk.

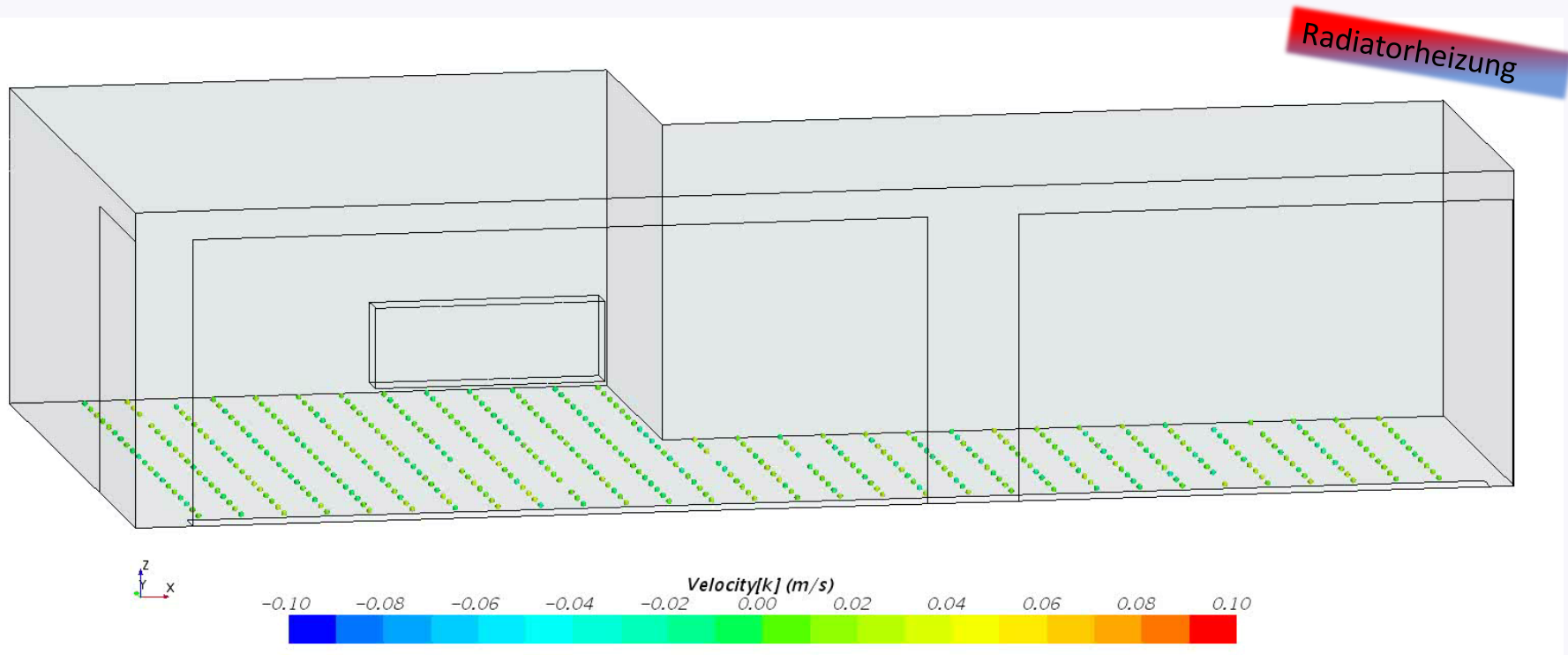


Konvektion – ein stiller Killer

Bei der Radiatorheizung erkennt man ganz deutlich die typische lokale Kaminwirkung. Hier bewegt sich sehr warme Luft mit über **0,1 m/s** gegen die Decke.

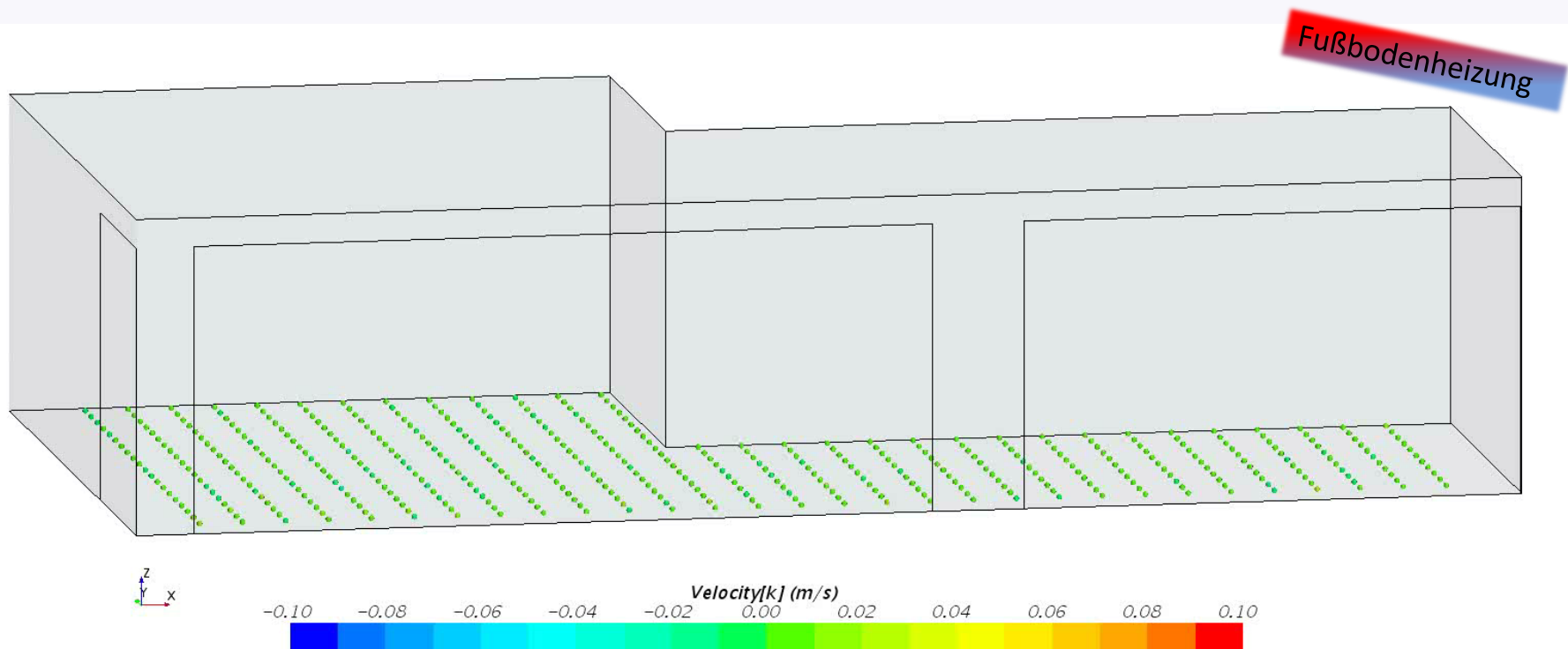
Im Gegenzug entsteht natürlich eine Sogwirkung an der Bodenoberfläche. Zudem fällt die abgekühlte Luft, vor allem an den Fensterflächen wieder mit hoher Geschwindigkeit (**0,1 m/s**) zu Boden.

Die Folgen sind ein erhöhtes Schimmelrisiko um die kalten Fenster, ein unbehagliches Raumklima durch ungleichmäßige Wärmeverteilung, lokaler Zugluft und Staubverwirbelungen.



Konvektion – ein stiller Killer

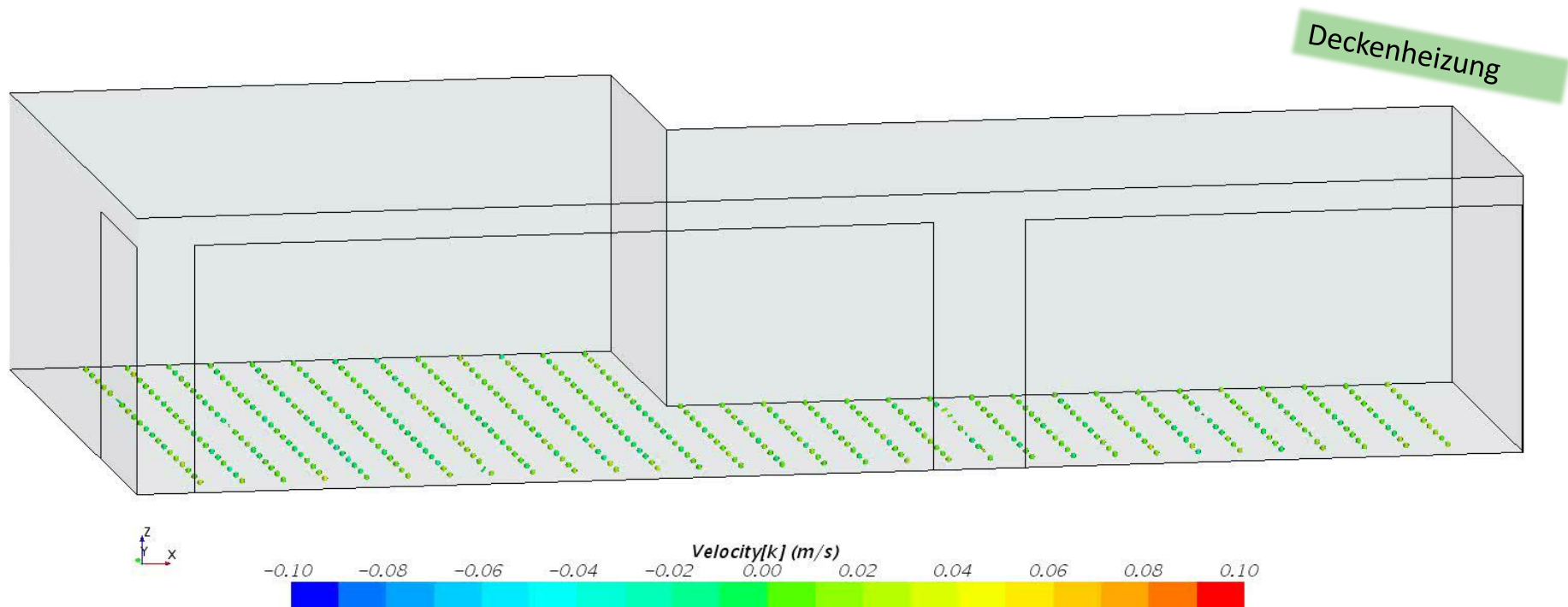
Im Heizbetrieb der Fußbodenheizung erkennt man deutlich die flächige Energieverteilung im Raum durch Warmluft. Auch hier drückt die Kaltluft an den Fensterfronten zum Raumgrund (**0,1 m/s**) und dadurch die warme Luft an Innen-wänden zur Decke (**0,1 m/s**). Insgesamt ist eine stärker ausgeprägte Luftverwirbelung mit sehr hohen Luftgeschwindigkeiten über die gesamte Heizperiode zu erkennen. Die Folgen sind ein erhöhtes Schimmelrisiko um die kalten Fenster, ein Zugluftrisiko und extreme Staubverwirbelungen.



Konvektion – ein stiller Killer

Im Gegensatz zu den etablierten Konvektionsheizungen, entsteht bei der Strahlungsheizung lediglich im Moment der Aufheizphase eine langsame Luftbewegung mit ca. 0,04 m/s (Gelb). Bereits nach 10 Minuten, wenn die Raumbooberflächen gleichmäßig erwärmt sind, ist kaum noch eine Luftbewegung (0,0 m/s) aus zu machen. Auffällig ist auch das ausbleiben des Kaltluftabfalls an den Glasfronten, da diese ebenfalls von der Infrarotstrahlung erwärmt werden.

Die Folge ist das Staub und Schadstoffe statt in der Luft wirbelnd, am Boden liegen bleiben. Die Ausbleibende Konvektion erlaubt auch eine gleichmäßigere Raumbeheizung ohne große horizontale oder vertikale Temperaturunterschiede.



15:31:09

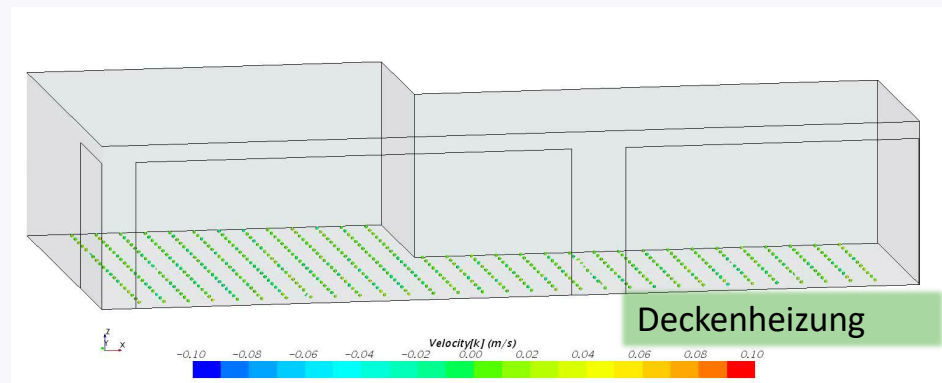
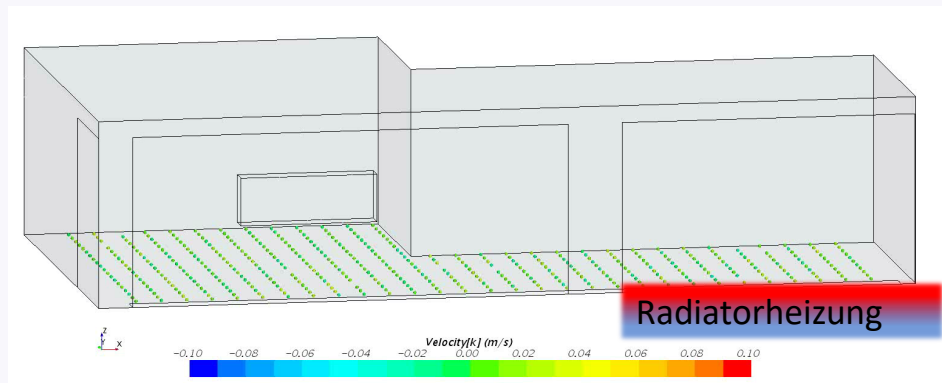
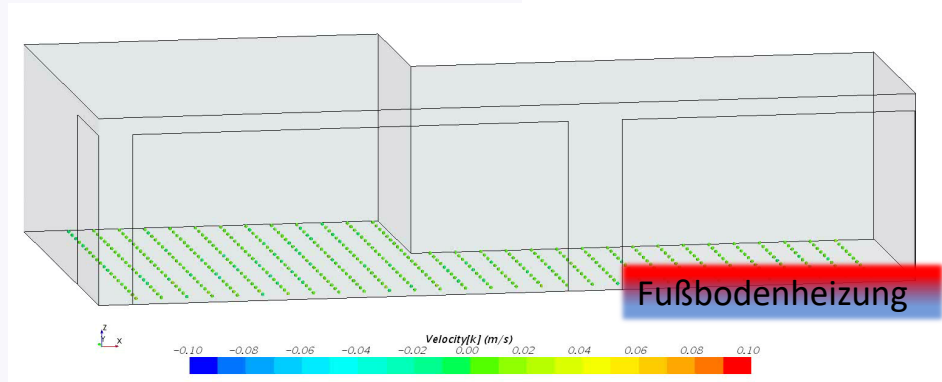
Quelle: <https://www.igr-raumklimasysteme.de/>

Konvektion vs. Behaglichkeit

Nach Behaglichkeitsnorm EN ISO 7730 wird eine Luftströmung ab einer Geschwindigkeit von 0,08 m/s als unbehaglich empfunden.

In den Animationen entspricht das den **türkisen** bis **dunkelblauen** bzw. **orange** bis **roten** Strömungen.

22.12.2015 8:30 Uhr 5* Hotel in Innsbruck



Stefan-Boltzmann-Gesetz (Josef Stefan und Ludwig Boltzmann)

Abstrahlung durch einen „Schwarzen Körper“ **5,67 W/m²K**

Abgabeleistung W/m²K von Flächenheizung/-kühlung (Niedertemperatur-Systeme):

Flächenheizung:

% Anteil Strahlung:

Fußboden:	10,8	52,5
Wand:	8,0	70,9
Decke:	6,5	87,5

Flächenkühlung:

% Anteil Strahlung:

Fußboden:	6,5	87,5
Wand:	8,0	70,9
Decke:	10,8	52,5

Wir atmen: Circa 16 Atemzüge pro Minute à ~ 500 ml
Also 10.000 – 15.000 Liter pro Tag

Hausstaub – diese unappetitliche Mischung aus:



Strahlungsheizungen und Energieeinsparverordnung (EnEV)

Unverständlicherweise wird bei den Wärmeübertragungssystemen die Strahlungsheizung als effiziente Maßnahme zur Energieeinsparung in der nicht zu Ende gedachten und zu laschen Energieeinsparverordnung noch nicht einmal direkt erwähnt.

Dafür wird um so mehr informiert über sehr dicke Wärmedämmung, Solaranlagen, mehr oder weniger teure Wärmeerzeugungssysteme, Niedrigenergiehäuser mit künstlicher Belüftung etc.

Für fast alle energiesparende Lösungen (selbst z. B. für effiziente Umwälzpumpen etc.) gibt es außerdem auch Fördermittel, bis jetzt aber nicht für Strahlungsheizsysteme.

Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt die Wärmestrahlung als elektromagnetische Welle, damit ist es ein Teil der Quantenphysik.

Mit den Methoden der Thermodynamik (Wärmelehre) kann Strahlung somit (nach Prof. C. Meier) nicht behandelt werden. Das wird aber gemacht, mit der Folge einer Überbewertung der Konvektionsheizung und Unterbewertung der Strahlungsheizung.

Selbst DIN-Normen können, sogar mit Unterstützung der Wissenschaft, mitunter nur ein Regelungsinstrument zur Durchsetzung wirtschaftlicher Interessen sein.

Mehr zur > [Traqödie der Strahlung](#), von Prof. Dr.-Ing. Claus Meier, Architekt SRL, BayAK Nürnberg.

(Quelle: <http://clausmeier.tripod.com/missbr.htm>)

Heizen und Kühlen mit wasserführenden Deckenstrahlplatten

Heizen

Deckenstrahlheizungen benötigen die Raumluft nicht als Wärmeträger (tatsächliche Lufttemperatur < gefühlte). Im Falle von Lüftungswärmeverlusten geht weniger Wärme verloren.

Die Temperatur unter Decke/Dach steigt weniger stark gegenüber Heizkörpern (Transmissions-Wärmeverlust geringer).

Nach DIN 18599 darf die ermittelte **Heizlast** mit dem **Faktor 0,85 verkleinert** werden.

Im Heizbetrieb erfolgt die **Wärmeabgabe** der Decke hauptsächlich durch Strahlung.

Kühlen

Korrosionsfeste Deckenheizelemente aus Cu oder Al eignen sich sehr gut zur Kühlung.

Im Kühlbetrieb erfolgt die **Wärmeaufnahme** der Decke zu ca. **60% durch Strahlung**, die zur Abkühlung aller Umgebungsflächen und Einrichtungsgegenstände führt.

Bei Wohn-/Bürogebäuden bewegen sich die Vorlauftemperaturen, je nach energetischem Zustand der Gebäudehülle und des eingesetzten Decken-System, zwischen ca. 28° C bis 45° C. (*Wichtig es muss eine Vollflächige Belegung stattfinden.*)

Quelle: http://energieberatung.ibs-hlk.de/grundl_wasys_fl&strahlhzg.htm

DIN V 18599-5

6.1.2 Nutzungsgrade für bauliche Anlagen

Einflussgrößen		Teilnutzungsgrade		
		η_L	η_C	η_B
Raumtemperaturregelung	Wärmeträgermedium Wasser – ungeregelt		0,75	

Wärmeübergabeverlust $Q_{h,ce}$ /DIN V 18599-5:2018-09

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \left[\frac{\Delta\vartheta_{ce}}{\vartheta_{i,h} - \vartheta_e} \right]$$

$$\Delta\vartheta_{ce} = [\Delta\vartheta_{emb} + \Delta\vartheta_{str} + \Delta\vartheta_{ctr} + \Delta\vartheta_{rad} + \Delta\vartheta_{im} + \Delta\vartheta_{hydr} + \Delta\vartheta_{roomaut}]$$

Parameter:

Nutzwärmebedarf	=	2000 kWh
$\vartheta_{i,h}$	=	Einzelbüro
Außentemp.	=	Jan.
$\Delta\vartheta_{str}$	=	Deckenheizung
$\Delta\vartheta_{emb}$	=	Integrierte Heizfläche ohne Mindestdämmung
$\Delta\vartheta_{ctr}$	=	Raumtemperaturregelung
$\Delta\vartheta_{rad}$	=	Temperaturschwankung im Falle erhöhter Strahlung
$\Delta\vartheta_{im}$	=	Flächenheizung
	=	Zwei-Rohr-System
$\Delta\vartheta_{hydr}$	=	Abgleich statisch je Heizfläche
$\Delta\vartheta_{roomaut}$	=	eigenständig mit Start/Stop-Anpassung

$$\Delta\vartheta_{ce} = 2,75$$

$$\vartheta_{i,h} - \vartheta_e = 17,7$$

$$\left[\frac{\Delta\vartheta_{ce}}{\vartheta_{i,h} - \vartheta_e} \right] = 0,155$$

$$\eta = 16\%$$

$$Q_{h,ce} = 310,73$$



$$1 - \eta = 84\%$$

$$Q_{rest} = 1689,27$$

$Q_{h,ce}$ = der Verlust der Wärmeübergabe (im Monat), in kWh;

$$\eta_{B2} = 0,99$$

DIN EN 1264 erforderlich

0,99

Ergebnis:

$$\eta_{h,ce} = 1/(4-(\eta_L+\eta_C+\eta_B)) = 0,84745763$$

Wissenswertes

Berechnungsbeispiel von Energieverbrauch und Einsparpotential

Randbedingungen für Rechenbeispiel

- Hallenhöhe 20 m
- Raumtemperaturregelung beider Systeme mit PI-Regler
- Luftherhitzer frei ausblasend (ohne Kanal):
Luftverteilung mit normalen Induktionsverhältnis, seitlicher Luftauslass
- Deckenstrahlplatte (ZNB/Zehnder)
- monatlicher Nutzwärmebedarf z. B. $Q_{h,mth} = 12.000 \text{ kWh/mth}$

1. Energieverbrauch mit Deckenstrahlplatten

Gesamtnutzungsgrad:

$$\eta_{h,ce} = 1 / [4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B)]$$

$$\eta_{h,ce} = 1 / [4 - (0,89 + 0,97 + 1)]$$

$$\eta_{h,ce} = 1 / [4 - 2,86] = 1 / 1,14 = 0,877$$

->

zusätzlicher Aufwand der Wärmeübergabe:

$$Q_{h,ce,mth} = [(f_{Rad} \times f_{int} \times f_{hydr} / \eta_{h,ce}) - 1] \times Q_{h,mth}$$

$$Q_{h,ce,mth} = [(0,85 \times 1,0 \times 1,0 / 0,877) - 1] \times 12.000$$

$$Q_{h,ce,mth} = [(0,85 / 0,877) - 1] \times 12.000$$

$$Q_{h,ce,mth} = [(0,9692) - 1] \times 12.000$$

$$Q_{h,ce,mth} = [-0,0301] \times 12.000 = -361,2 \text{ kWh/mth}$$

-> monatlicher Gesamtaufwand $Q_{h,mth} + Q_{h,ce,mth}$

$$12.000 + (-361,2) = \mathbf{11.638,8 \text{ kWh/mth}} \rightarrow \mathbf{100\%}$$

2. Energieverbrauch mit Luftherhitzer

Gesamtnutzungsgrad:

$$\eta_{h,ce} = 1 / [4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B)]$$

$$\eta_{h,ce} = 1 / [4 - (0,63 + 0,97 + 1,0)]$$

$$\eta_{h,ce} = 1 / [4 - (2,6)] = 1 / 1,4 = 0,714$$

->

zusätzlicher Aufwand der Wärmeübergabe:

$$Q_{h,ce,mth} = [(f_{Rad} \times f_{int} \times f_{hydr} / \eta_{h,ce}) - 1] \times Q_{h,mth}$$

$$Q_{h,ce,mth} = [(1,0 \times 1,0 \times 1,0 / 0,714) - 1] \times 12.000$$

$$Q_{h,ce,mth} = [(1,0 / 0,714) - 1] \times 10.000 = [1,4 - 1] \times 12.000$$

$$Q_{h,ce,mth} = [0,4] \times 12.000 = \mathbf{4.800 \text{ kWh/mth}}$$

-> monatlicher Gesamtaufwand $Q_{h,mth} + Q_{h,ce,mth}$

$$12.000 + 4.800 = \mathbf{16.800 \text{ kWh/mth}}$$

-> $16.800 \times 100\% / 11.638,8 = \mathbf{144,3\%}$ gegenüber Deckenstrahlplatte

Ergebnis

Deckenstrahlplatten verbrauchen gegenüber einer Luftheizung in diesem Beispiel mehr als **40% weniger Energie**.

Die höheren Investkosten der Strahlplatten amortisieren sich somit relativ schnell über die geringeren Energiekosten.

In der Praxis wird man in d. R. für die Berechnung den Jahresverbrauch verwenden und nicht den monatlichen.

Quelle: Ratgeber Energieeinsparung; www.zehnder-online.de

Bei Wohn-/Bürogebäuden bewegen sich die Vorlauftemperaturen, je nach energetischem Zustand der Gebäudehülle und des eingesetzte Decken-System, zwischen ca. 28° C bis 45° C. (Wichtig es muss eine Vollflächige Belegung stattfinden.)

Quelle: http://energieberatung.ibs-hlk.de/grundl_wasys_fl&strahlhzg.htm

DEUTSCHE NORM

April 2004

DIN EN 14240

DIN

ICS 91.140.30

Ersatz für
DIN 4715-1:1994-07

**Lüftung von Gebäuden –
Kühldecken –
Prüfung und Bewertung;
Deutsche Fassung EN 14240:2004**

Ventilation for buildings –
Chilled ceilings –
Testing and rating;
German version EN 14240:2004

Ventilation de bâtiments –
Plafonds refroidis –
Essais et évaluation;
Version allemande EN 14240:2004

EN 14240:2004 (D)

Es wird empfohlen, fest eingebaute Temperaturfühler mindestens im Zentrum jeder Raumbofläche anzuordnen.

ANMERKUNG 2 Es wird angenommen, dass die Wärmedämmung innenseitig angeordnet ist; falls jedoch die Wärmedämmung außen angeordnet ist, sollte sich der Temperaturfühler an der Außenfläche der Dämmschicht befinden und örtlich mit der geforderten Dämmschicht abgedeckt sein, um genaue Messungen der Oberflächentemperatur sicherzustellen.

4.3 Gerätetechnische Ausrüstung

Das Erwärmen des Prüfraums erfolgt mit einer Anzahl elektrisch beheizter Kühllast-Simulatoren (siehe Bild 5), die auf dem Fußboden im Prüfraum angeordnet werden.

Die Leistung jedes Simulators darf 180 W nicht überschreiten und muss stufenlos einstellbar sein, z. B. über einen Regeltransformator oder Thyristor.

Die Anzahl der Simulatoren muss gerade sein und so ausgewählt werden, dass jeder Simulator eine mittlere Fußbodenoberfläche von 0,9 m² bis 1,35 m² abdeckt (d. h. die maximale Wärmelast beträgt 200 W/m²).

Das Gehäuse der Simulatoren besteht aus lackiertem Stahlblech. Der Emissionsgrad der inneren und äußeren Oberfläche sollte mindestens 0,9 betragen. Die elektrische Wirkleistung der Simulatoren ist mit einem Leistungsmessgerät der Genauigkeitsklasse 1,0 % oder besser zu messen.

Die Lufttemperaturen sind mit strahlungsgeschützten Fühlern mit einer Messunsicherheit von höchstens ± 0,1 K zu messen.

Die Oberflächentemperaturen sind mit Fühlern zu messen, die an den Oberflächen befestigt sind und eine Messunsicherheit von höchstens ± 0,1 K aufweisen.

Die Globus-Temperatur ist mit einem Fühler nach ISO 7726 mit einer Messunsicherheit von höchstens ± 0,1 K

4.4.1 Prüfaufbau

Der Prüfling ist nach den Anweisungen des Herstellers im Prüfraum einzubauen (siehe Bild 1). Ist der Prüfling kleiner als der Prüfraum, dann sind zwischen dem Prüfling und den Umfassungswänden des Prüfraums Füllplatten, die auf geeignete Weise luftdicht und entsprechend der Anforderungen von 4.2 wärmeisoliert sind, einzubauen. **Die Projektionsfläche des Prüflings muss mindestens 70 % der Oberfläche des Prüfraumes betragen und kann wie folgt angegeben werden:**

Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. - Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Preisgruppe 12
www.din.de
www.beuth.de



9497546

4.4.1 Prüfaufbau

Der Prüfling ist nach den Anweisungen des Herstellers im Prüfraum einzubauen (siehe Bild 1). Ist der Prüfling kleiner als der Prüfraum, dann sind zwischen dem Prüfling und den Umfassungswänden des Prüfraums Füllplatten, die auf geeignete Weise luftdicht und entsprechend der Anforderungen von 4.2 wärmeisoliert sind, einzubauen. **Die Projektionsfläche des Prüflings muss mindestens 70 % der Oberfläche des Prüfraumes betragen und kann wie folgt angegeben werden:**

Auszug aus Entwurf VDI 6034 -1-

Bild zeigt die entsprechenden Flächendefinitionen am Beispiel einer Parallelbandrasterdecke mit Randstreifen aus Gipskarton.

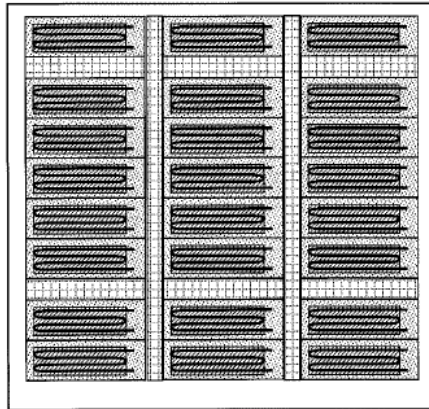
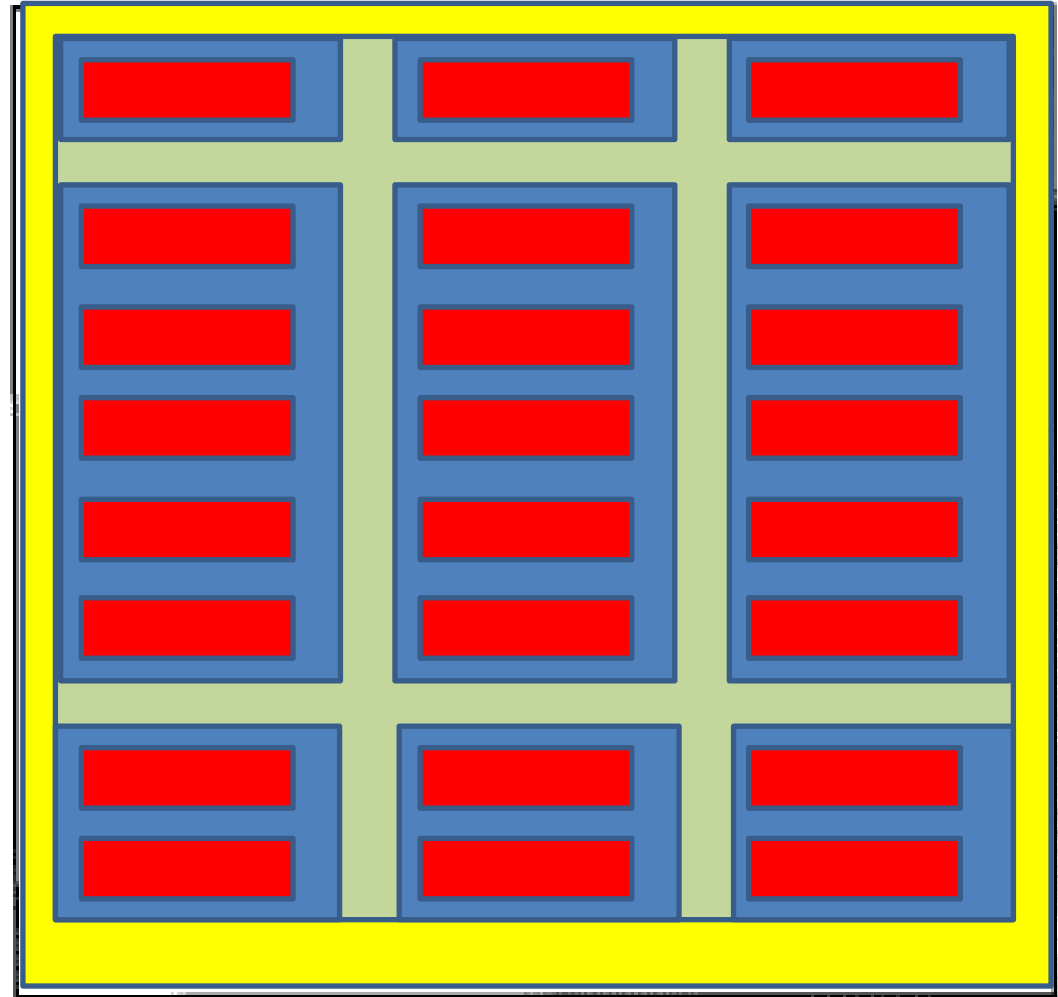


Bild: Flächendefinitionen

Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Deckenmaterials werden auch Randbereiche der Decke kühlt. Ebenso werden die nicht aktiven Teile der Installationsfläche über die Luft im Deckenhohlraum kühlt. Die Kühlung des Deckenhohlraums erfolgt über die raumabgewandte Seite des Kühlsystems. Zusätzliche Flächen, die durch Querleitung oder über den Deckenhohlraum Last aus dem Raum werden nach der Definition der DIN EN 14240 nicht zur aktiven Fläche A_a gezählt. Bild xx veranschaulicht die Vorgänge.



22.08.2017

Wir können mit unterschiedlichen Systemen nahezu allen Wünschen und Anforderungen gerecht werden.

- Ganzjähriges Temperieren (Heizen/Kühlen)
- Akustik
- Brandschutz

Trockenbau

- „Klimasan“

Massivbau (Keramisch und Beton)

- Keramische Klimadecke (Ziegel-Fertigteil)
- DX-Therm (Hohlröhren Beton)
- Green-Code (Filigrandecke)



Dachausbau

Ursprünglich war das KLIMASAN Trockenbauprofil als Ergänzungssystem zu den erfolgreichen KLIMADECKEN in Ziegel und Betongedacht.



Neubau und Sanierung Gewerblich und Privat

Ob Altbausanierung im Denkmalschutz, Fachwerkhaus, Industriehalle oder moderner Bürokomplex, das KLIMASAN Wärmeübergabesystem heizt und kühlt energetisch effizient.



Flexibilität

Unabhängig ob Einbauleuchten oder Revisionsklappen, ob Lautsprecher oder Dachfenster, das KLIMASAN System passt sich an. Bis zur letzten Minute.



Freiraum

Verwirklichen Sie Ihre kreative Gestaltungsideen.
Das KLIMASAN System wirkt dabei auf jeder
Oberfläche aber bleibt optisch stets im Hintergrund.



Nachhaltigkeit

Alt und schlecht? Nicht unbedingt!
Mit der wassergeführten Infrarot-
heizung KLIMASAN können auch
vermeintlich ausgediente Bau-
elemente sinnvoll weiter genutzt
werden. Gewissenhafte Planung ist
dabei unerlässlich.

Das ist gut für Ihren Geldbeutel und
entlastet die Umwelt.



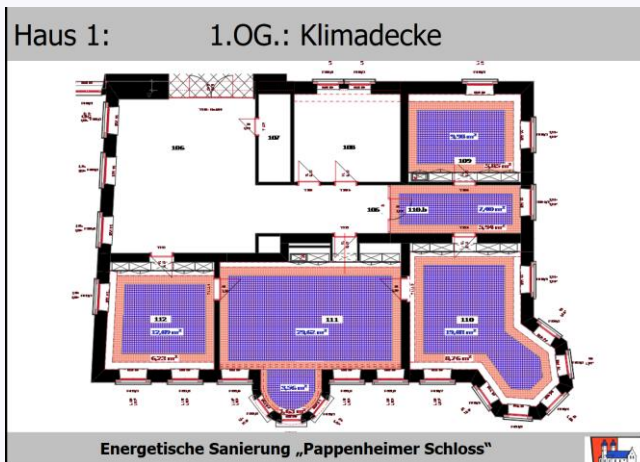
„Heißer Kopf und kalte Füße“

Sanierung des Schlosses in Wertingen mit Klimadecken:

Zitat aus Schreiben der VG Wertingen:

„Im Ergebnis konnte die Deckenheizung unsere Erwartungen vollends erfüllen. Sehr angetan waren wir von dem durch die Deckenheizungen vorherrschenden Raumklima und dem sich abzeichnenden niedrigen Energieverbrauch“

„Wir haben den unmittelbaren Vergleich zwischen Fußboden- und Deckenheizung. Der Unterschied in Bezug auf Behaglichkeit zugunsten der Klimadecke ist deutlich erkennbar“

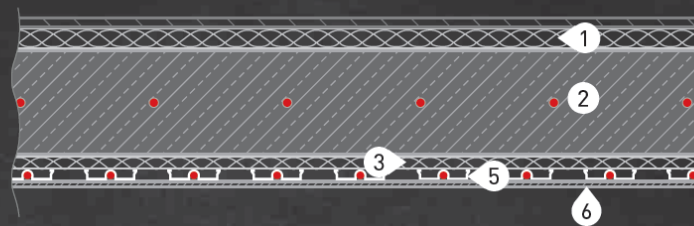


NEUBAU

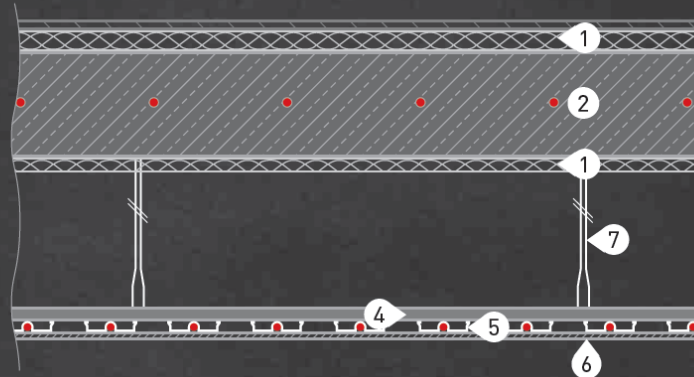
Aufbau

- 1 Dämmung
- 2 Beton-Deckenspeicher
- 3 Dämmebene mit Tragprofil
- 4 Tragprofil
- 5 Wärmeleitprofil mit Rohrregister
- 6 Unterdecke:
Gipskarton- oder Gipsfaserplatten
optional mit Brandschutz
- 7 Abhängung nach Anforderung
- 8 Aktivierungsebene
Deckenspeicher:
Wärmeleitprofil mit Rohrregister
- 9 Betondecke

Integrierter Deckenspeicher mit direkt montierter Klimadecke



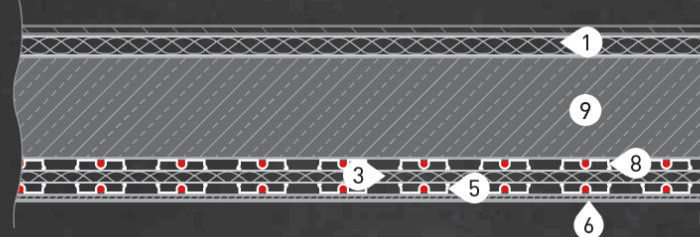
Integrierter Deckenspeicher mit abgehängter Klimadecke



SANIERUNG

Wärmeleitprofile mit Rohrregister können auf eine vorhandene Betondecke montiert werden, um diese als Deckenspeicher zu aktivieren. Darunter wird eine Dämmebene angebracht, die mit Tragprofilen kombiniert ist. In diese Tragprofile werden die Wärmeleitprofile für die Klimadecke eingehängt und abschließend alles mit gängigen Trockenbau-Platten beplankt.

Nachträglich montierter Deckenspeicher mit Klimadecke



Wieviel Energie kann gespeichert werden?

Einfamilienhaus

- Grundfläche 8,0 m x 12,0m
- Kellerdecke | Decke über EG à 0,16 cm

Diese zwei Decken, thermisch aktiviert, entsprechen äquivalent einem
ca. **15.000 Liter** Wasserspeicher.

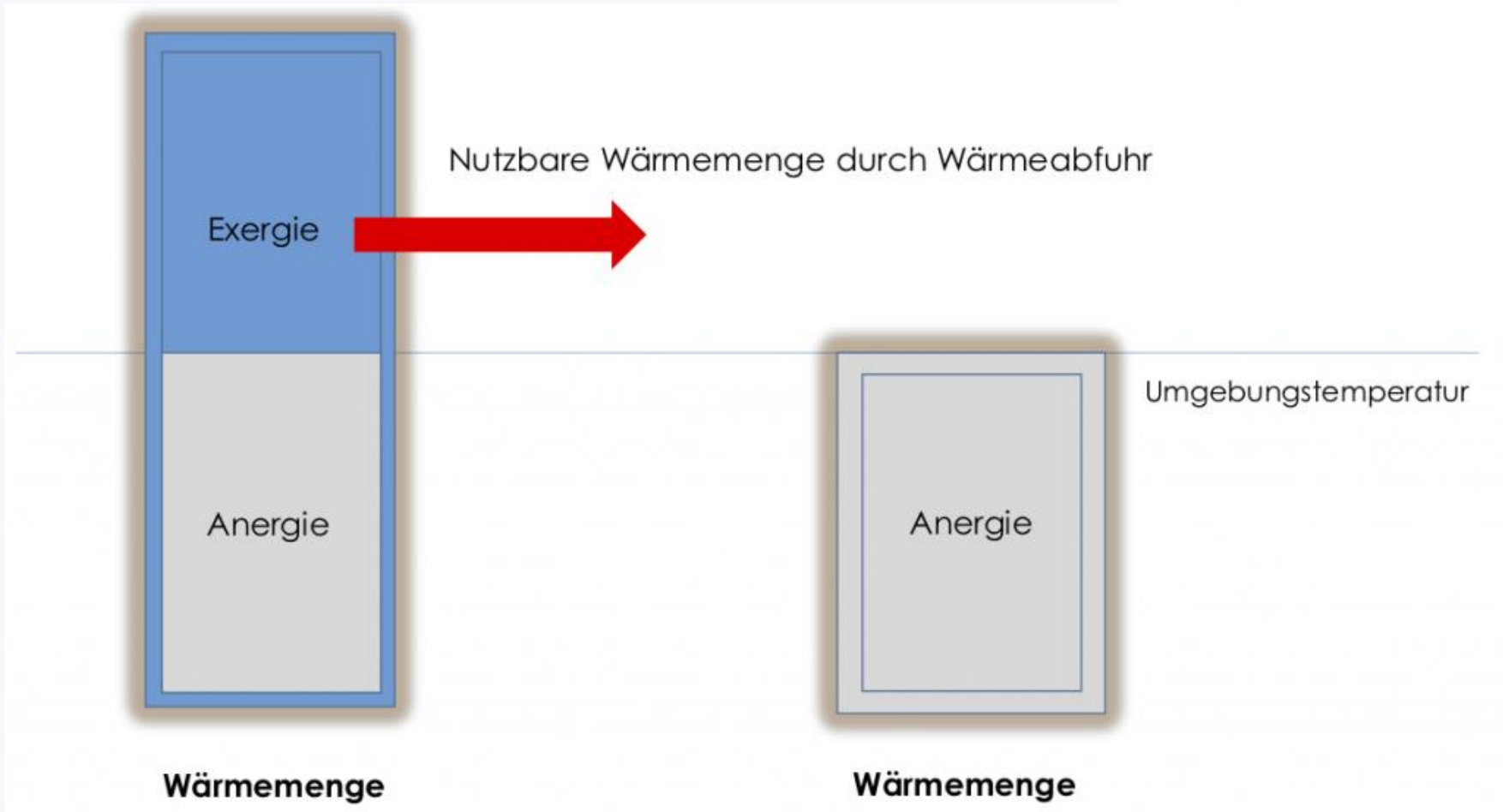


Zoran Rant (ca. 1964)



Zoran Rant

(* 14. September 1904 in Ljubljana; † 12. Februar 1972 in München)
war ein slowenischer Maschinenbauingenieur.
Er prägte die beiden Begriffe Exergie für technische Arbeitsfähigkeit
und Anergie für Energie, die nicht nutzbar gemacht werden kann.

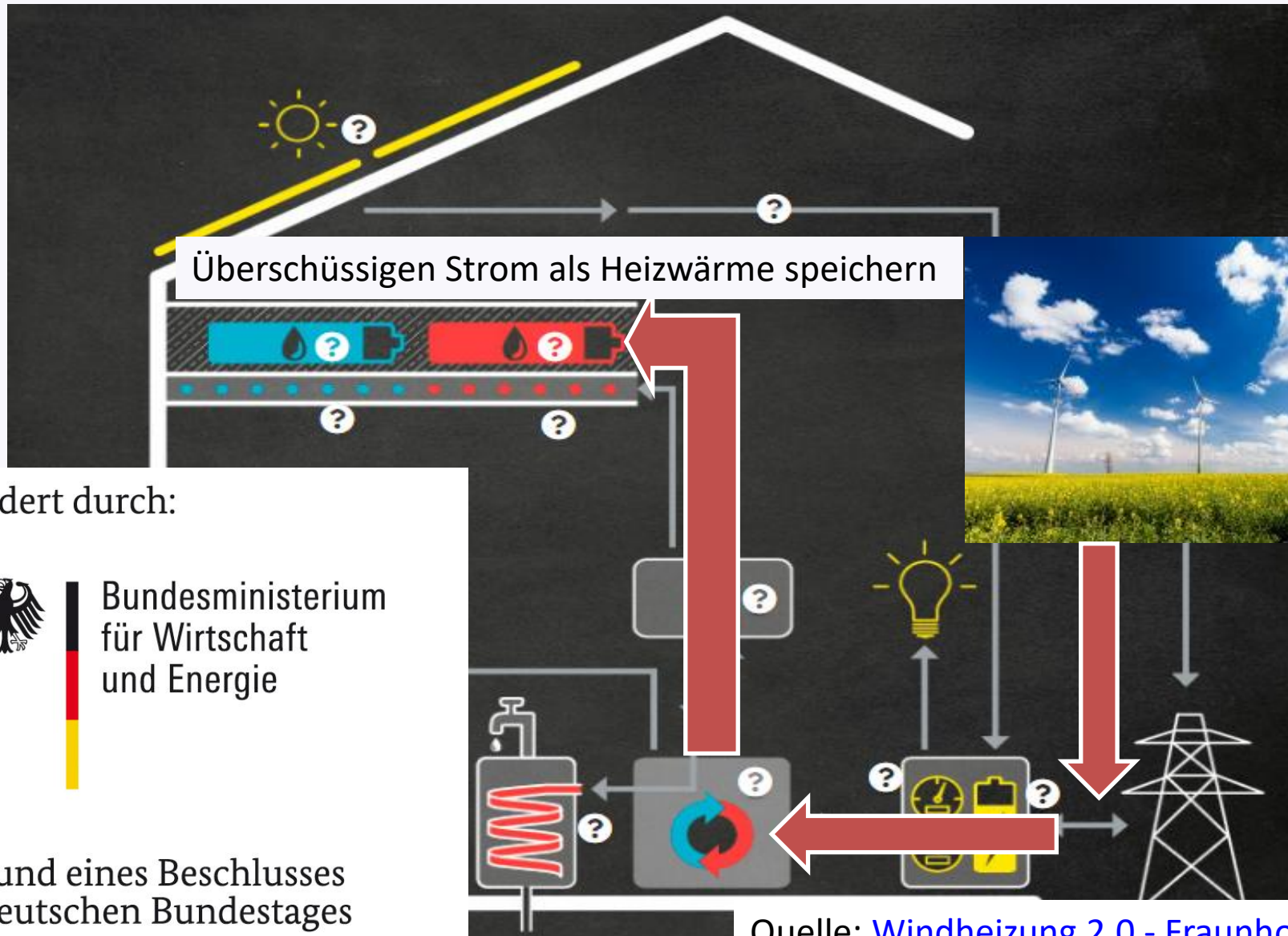


Exergie bezeichnet den Teil der Gesamtenergie eines Systems, der Arbeit verrichten kann, wenn dieses in das thermodynamische (thermische, mechanische und chemische) Gleichgewicht mit seiner Umgebung gebracht wird.

Exergie ist ein Potential zwischen mindestens zwei Zuständen, wobei einer davon meist der Umgebungszustand ist.

Die Exergie ist im Gegensatz zur Energie keine Erhaltungsgröße, da sie durch irreversible Prozesse abgebaut wird, d. h. sie wird in Anergie umgewandelt.

WINDHEIZUNG 2.0 – HEIZUNG FÜR DIE ZUKUNFT?



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Quelle: [Windheizung 2.0 - Fraunhofer IBP](#)

WINDHEIZUNG 2.0 – HEIZUNG FÜR DIE ZUKUNFT?

Vor dem Hintergrund das heute bereits über 60 % der Neubauten, mit einer Strom Heizung (wenn gleich auch durch eine Wärmepumpe optimiert, so doch ohne Speicher und den Schwankungen des Bedarfes zu 100 % unterworfen) ausgestattet werden, kommt der Speicherung von Wärme in der Gebäudemasse in Windheizungsgebäuden und der Möglichkeit zum Lastabwurf durch Abschalten während Dunkelflauten eine immense Bedeutung zu. Dies ist umso drängender zu betrachten, als dass die Bestandsgebäude ebenfalls zunehmend mit Stromheizungen ausgestattet werden. Die dort vorherrschenden, hohen Heizlasten führen bereits bei kurzen Unterbrechungen der Energiezufuhr durch einen, auch gewollten Lastabwurf, zu einem Abkühlen der Räume. Im Rahmen des Projektes soll begleitend beobachtet werden wie sich ein kontrollierter Lastabwurf auf das Raumklima in sanierten Bestandgebäuden auswirkt und in wie weit Windheizungs-Gebäude einen positiven Effekt auf die Stabilisierung der Stromnetze ausüben könnten. Die Ergebnisse dieses Projektes können als Basis zur Stabilisierung der Stromnetze über den Rahmen dieses Projekt hinaus, verstanden werden.

Bezüglich der wissenschaftlichen Neuerungen stellen die Verschmelzung von Gebäudemasse / Raumregelung zu Überschussstrom und Lastabwurf unter der Notwendigkeit der Behaglichkeit, gerade in Bestandsgebäuden, eine besondere Herausforderung dar.

WINDHEIZUNG 2.0 – HEIZUNG FÜR DIE ZUKUNFT?

Randbedingungen

- Jeder Speicher hat „Wärmeverluste“
 - Anpassung der passiven Entladung an den Wärmebedarf des Gebäudes.
 - (Prädiktives) Anpassen der maximalen Beladung an die Wettervorhersage
- Häufigkeit von Starkwindereignissen im Winter
 - Alle 1-2 Wochen
 - Für 5-9 Stunden

Ziel

- Entwicklung eines innovativen, kostengünstigen und umweltfreundlichen Heiz- und Speichersystems für **hocheffiziente Wohngebäude**
 - KfW40+, Passivhaus, ...
- Zeitlich **sehr flexible Stromabnahme** bei hoher Stromproduktion aus erneuerbaren Energien (Starkwind) oder geringer Nachfrage
 - 1-2 Wochen Überbrückungszeit
 - (fast) kein Strombezug während der Überbrückung

Erstes innovatives Speichersystem

Überdämmter Bauteilspeicher

- Für Neubau und Sanierung
- Decken und Wände
- Gedämmter Speicherkern & aktive Entladung

Windheizung 2.0 - Starkwindereignisse zur Gebäudebeheizung

Markt- und netzdienliche Nutzung von erneuerbarer Überschussproduktion

M. Kersken, H. Sinnesbichler

 **Fraunhofer**
IBP

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

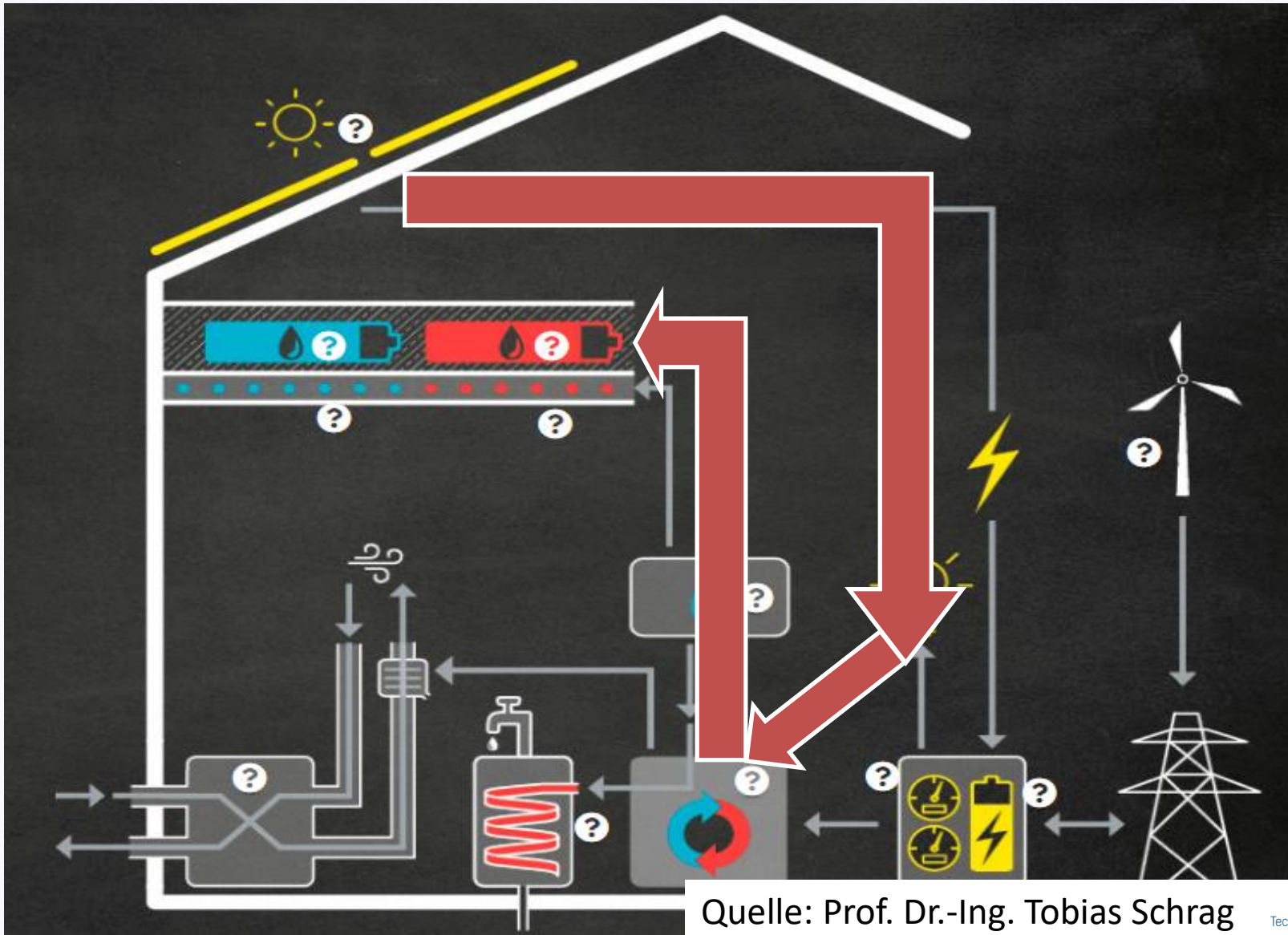
03ET1612A / 03EN6013A

Ergebnisse

- Überbrückungszeiten (Prototyp) 7-10 Tage
 - Netzdienlichkeit:
 - Keine zusätzlichen Netz-Engpässe
 - Vermeidung von Redispatch
 - Marktdienlichkeit
 - Abnahme bei niedrigen / negativen Börsenstrompreisen
 - Bezahlbar: Günstiger als GEG Gebäude
Einsparung: 200-400 €/m² (Kapitalwert 25 a)
 - *Annahme Windstrompreis: 8,83 ct/kWh*
 - Nachhaltig: Einsparung von 12-26 kg(CO₂)/(m²a)
 - Komfortabel: DIN EN 15251: Kat II
 - Planungstool basierend auf GEG / DIN 18559 Bbl.3
- Start des Demo-Vorhabens mit 4 Gebäuden

Quelle: [Windheizung 2.0 - Fraunhofer IBP](#)

Forschungsprojekt: Optimierte Luftwärmepumpe



Quelle: Prof. Dr.-Ing. Tobias Schrag

Forschungsprojekt: Optimierte Luftwärmepumpe

Ziel dieses Projektes ist, die Leistungswerte einer Luft-Wasser-Wärmepumpe deutlich zu verbessern.

Unser Heizwärmebedarf ist im Winter, insbesondere Nachts, am höchsten. Dies zu einer Zeit bei der die Rahmenbedingungen für den Betrieb einer L-W-WP eher ungünstig sind und daher verhältnismäßig schlechte COP/JAZ im Vergleich zu S-W-WP und W-W-WP hat.

Bei diesem Projekt soll untersucht werden wie sich der COP/JAZ verhält, wenn die L-W-WP womöglich ausschließlich tagsüber betrieben werden würde, zu Zeiten bei denen sich die Rahmenbedingungen deutlich besser darstellen.

- höhere Umgebungstemperaturen
- elektrische Antriebsenergie aus „Gebäudenaher PV-Anlagen“

Da in diesem Fall die L-W-WP zu Zeiten betrieben werden muss, zu denen im Gebäude unter Umständen kein Wärmebedarf ansteht wird zum einen ein entsprechender Wärmespeicher benötigt und zu anderen eine Regel-/Steuerung die einen entsprechenden Betrieb der L-W-WP ermöglicht.

Voruntersuchungen haben bereits vielversprechende Ergebnisse erzielt.

GÜNSTIGER HEIZEN, SCHNELLER WÄRME ERZEUGEN UND DABEI DEM KLIMA HELFEN!

Sparen Sie 50 % Heizkosten mit unserem Energiesystem – dank Wärmespeicherung im Beton.



Beton: geliebt, gehasst, vergöttert. KLIMATOP verwandelt Ihre „klimasündige“ Betondecke in einen energiesparenden Klimafreund. Genauer gesagt: in einen effizienten Wärmespeicher. [weiter lesen](#)



Fragen, Wünsche,
Diskussion