



Thermische Bauteilaktivierung

Grundlagen und Bauphysik

Karl Höfler

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, AUSTRIA

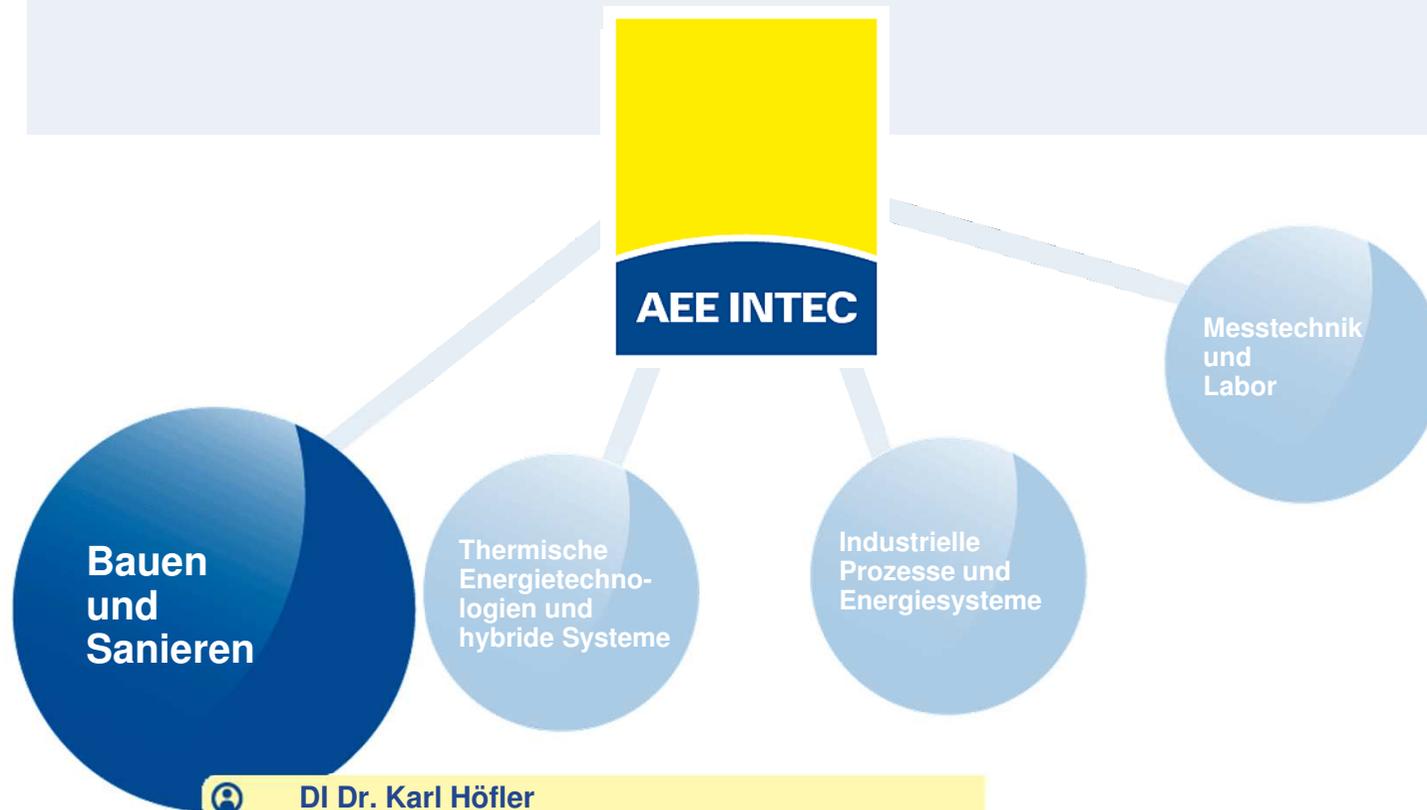


2017

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien wurde 1988 als außeruniversitäre Forschungseinrichtung gegründet und ist heute eines der führenden Institute im Bereich erneuerbarer Energie und Ressourceneffizienz



1988



DI Dr. Karl Höfler

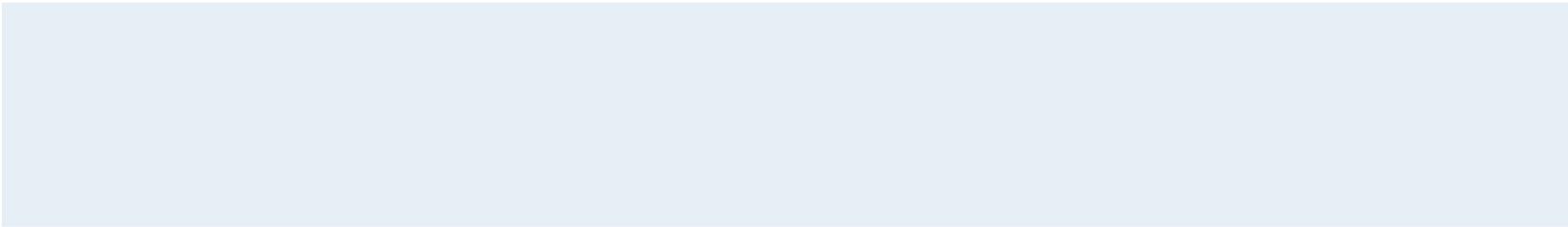
Bauphysik

Lüftungssysteme

Multifunktionale Gebäudehüllen und Systeme

Gebäudesimulation

Lebenszyklusbilanzierung



Allgemeines

Definition und Funktion Wikipedia

Definition:

Thermische Bauteilaktivierung (auch: Betonkernaktivierung bzw. Baukernaktivierung) ist ein Begriff aus der Klimatechnik und bezeichnet Systeme, welche die **Gebäudemassen zur Temperaturregulierung** nutzen. Diese Systeme werden zur alleinigen oder ergänzenden Raumheizung bzw. Kühlung verwendet.

Definition und Funktion Wikipedia

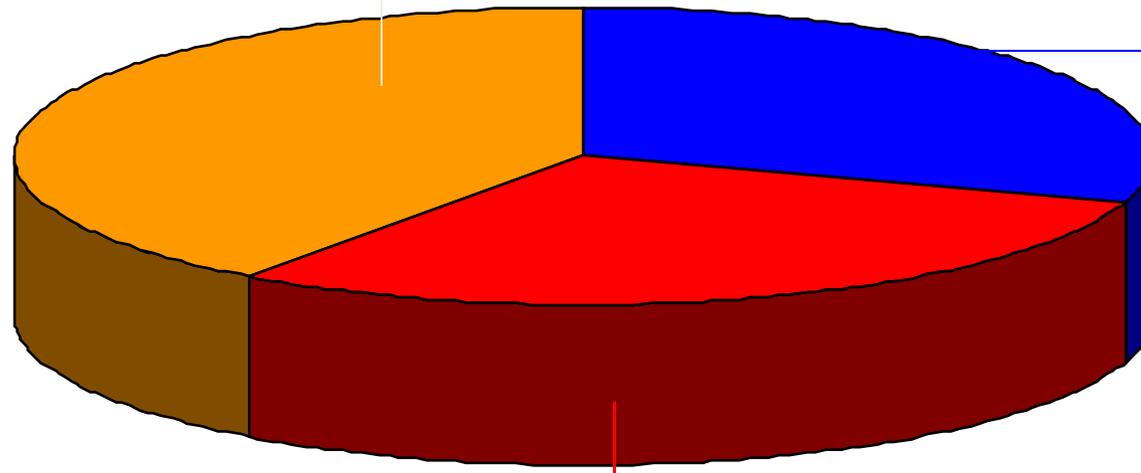
Funktion:

Bei der Erbauung von [Massivdecken](#) oder gelegentlich auch von Massivwänden, werden Rohrleitungen, meist [Kunststoffrohre](#), aber auch [Kapillarrohrmatten](#) verlegt. Durch diese Rohre fließt Wasser als Heiz- bzw. Kühlmedium. Die gesamte durchflossene Massivdecke bzw. -wand wird dabei als Übertragungs- und Speichermasse thermisch aktiviert.

Bauteiltemperierung – Einsatz?

Bürobau mit hohen
Ansprüchen
→ KLIMAANLAGE

Investoren bauen und
vermieten Bürobau
→ KEINE EINBAUTEN



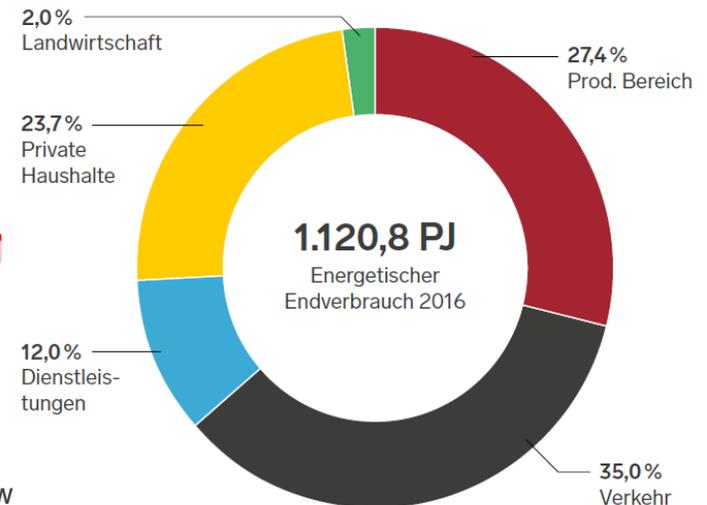
**Bauherr baut und betreibt das Gebäude für
sich
→ BAUTEILAKTIVIERUNG**

Einleitung Gebäudesektor

Energiebedarf Gebäudesektor

- Europaweit entfallen ca. 40% des Gesamtenergie-verbrauchs auf den Gebäudesektor
- Ein großer Anteil wird von Privathaushalten verursacht (Raumwärme rund 2/3)

→ Senkung des Energieverbrauches
Nutzung erneuerbarer Energiequellen



Quelle: Energie in Österreich bmwfw

Einleitung OIB Richtlinie 6

Anforderung an erneuerbaren Anteil erfüllt wenn:

- a) Deckung des EEB (RH+WW) >50% mit hocheffizienten alternat. Energiesysteme (z.B. Wärmepumpe, Fern-/Nahwärme)
- b) Selbsterwirtschaftung >10% von Erträgen aus erneuerbaren Quellen (z.B. Solarthermie, Photovoltaik, ...)
- c) Hocheffiziente Haustechnik (Verringerung >5% f_{GEE})

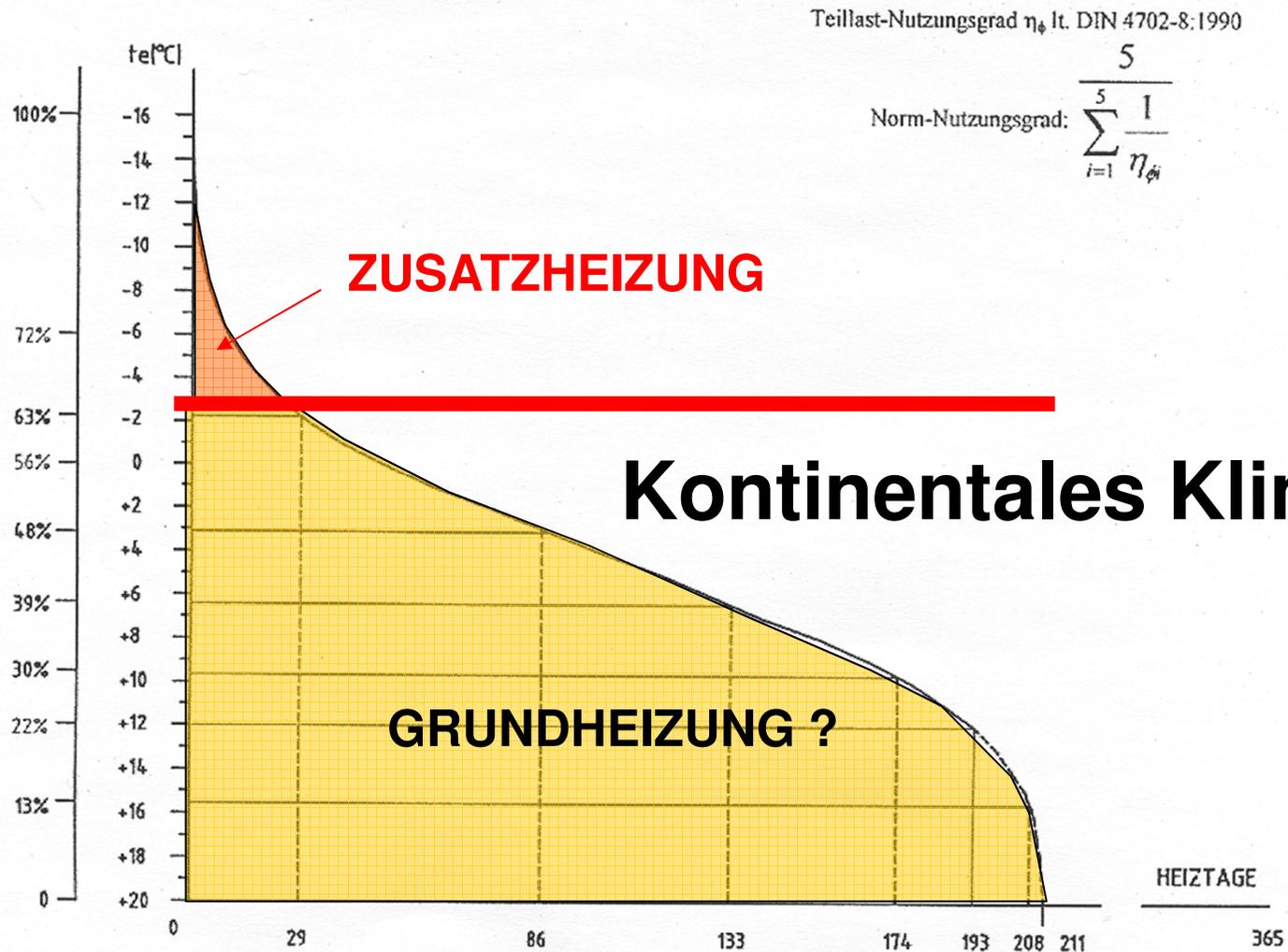
Schrittweise Verschärfung der Anforderungen für den Neubau

	HWB _{max} [kWh/m ² a]	EEB _{max} [kWh/m ² a]	f _{GEE,max} [-]	PEB _{max} [kWh/m ² a]	CO _{2,max} [kg/m ² a]
2014	16 × (1 + 3,0 / t _c)	mittels HTEB _{Ref}	0,90	190	30
2016	14 × (1 + 3,0 / t _c)	mittels HTEB _{Ref}	0,85	180	28
	16 × (1 + 3,0 / t _c)	oder			
2018	12 × (1 + 3,0 / t _c)	mittels HTEB _{Ref}	0,80	170	26
	16 × (1 + 3,0 / t _c)	oder			

Niedrigstenergiegebäude
lt. OIB Richtlinie 6 (2015)

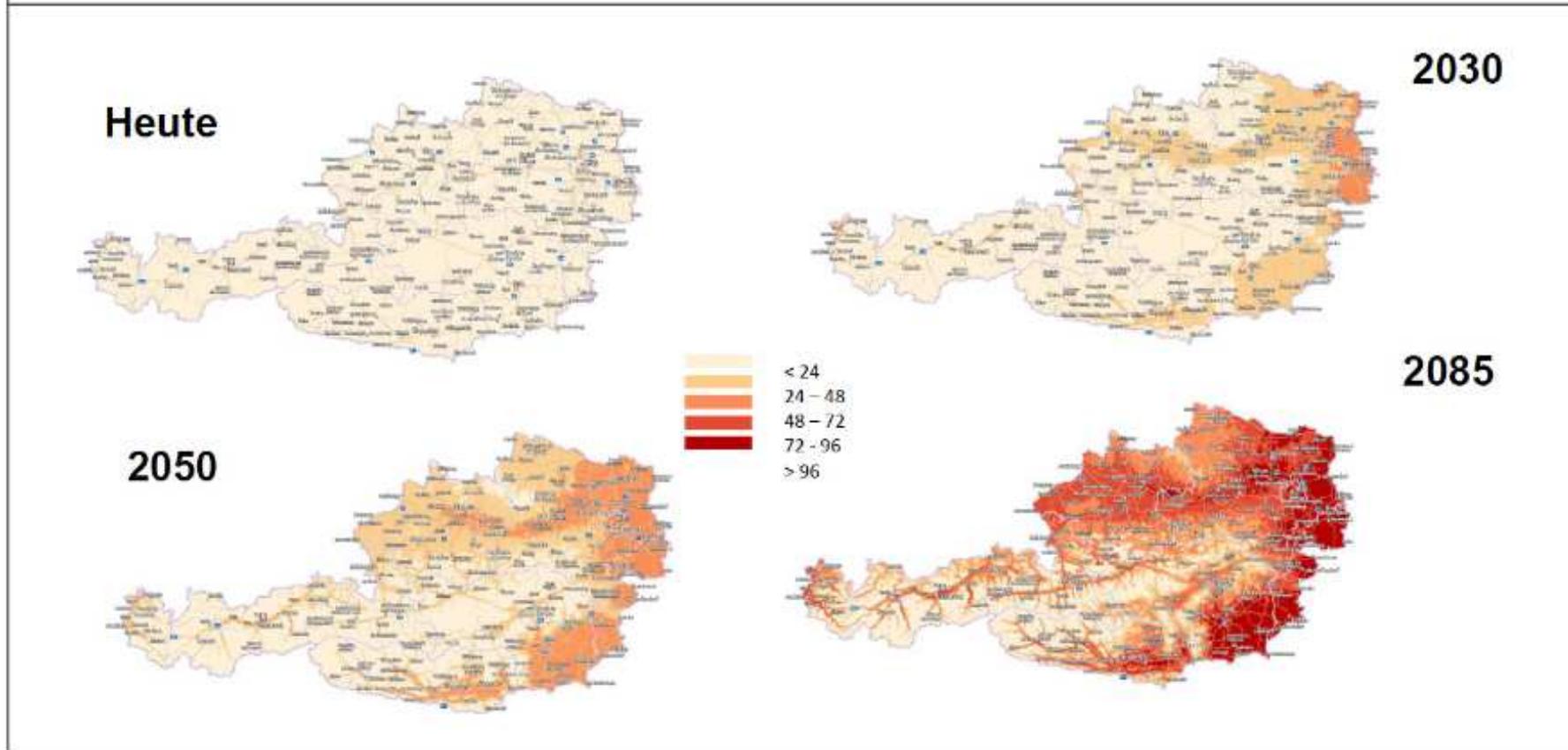
Anforderungen bis 2020 für Wohngebäude

Einleitung Szenario Heizen in Österreich



Einleitung Szenario Hitzetage in Österreich

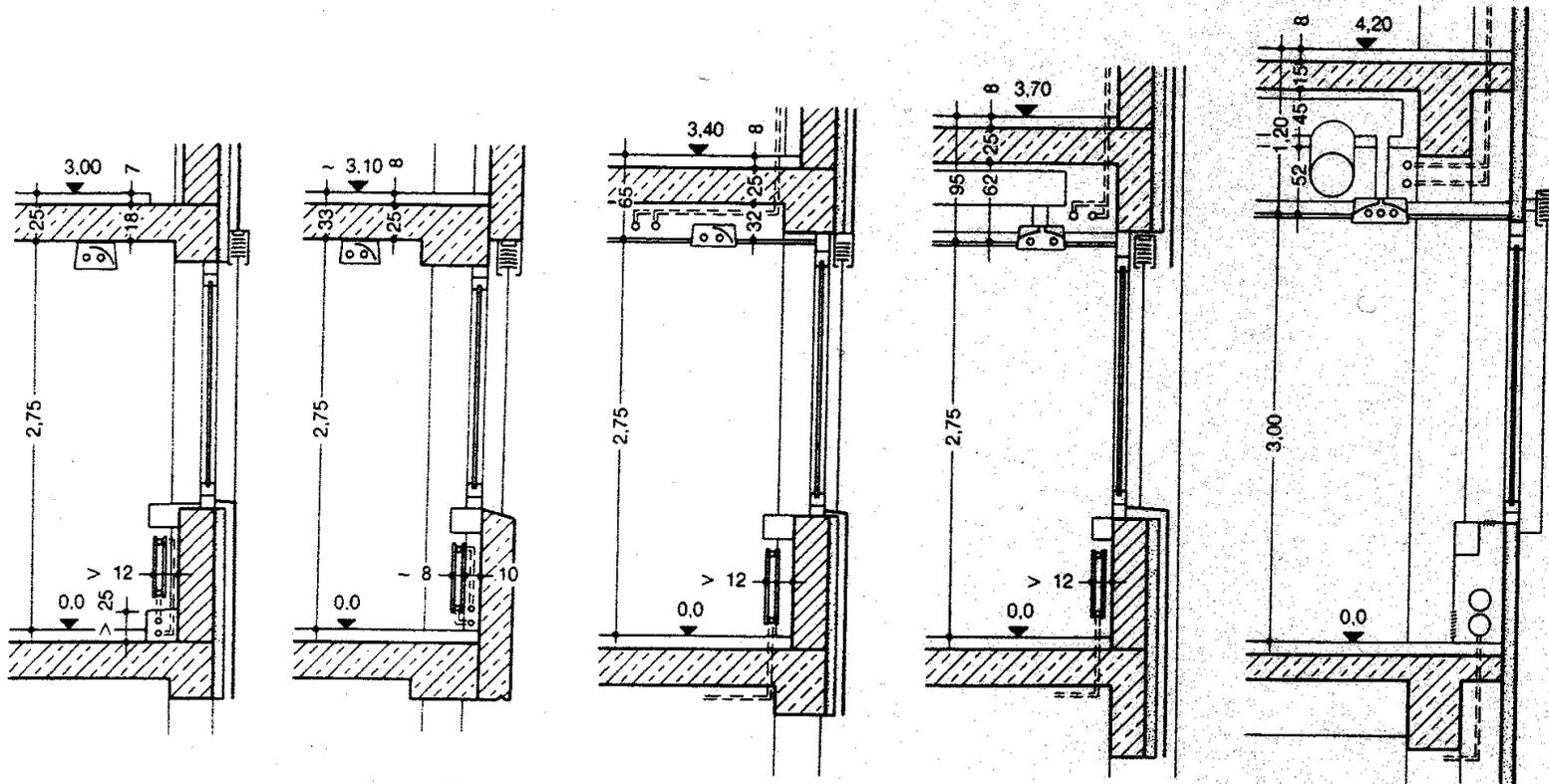
Zeitliche Entwicklung am Beispiel der Hitzetage (Worst-Case-Szenario)



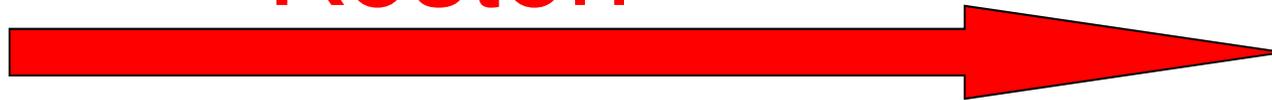
Quelle: FORMAYER (2016)

umweltbundesamt[®]

Einleitung Herstell- und Betriebskosten



Kosten



Trends im Baugewerbe

- Trend zur „sanften“ Klimatechnik durch abgehängte Kühldecken, Kühlbalken und Bauteilaktivierung
- Abkehr von der Power-Klimatechnik
- preisgünstige Klimatisierungslösung wird gesucht, relativ geringe Zusatzinvestition
- In Bürogebäuden ist nicht mehr der Heizfall relevant, sondern die sommerliche Wärmelast durch eingestrahelte Sonnenenergie und hohe interne Lasten



Chance für Architekten

- innovatives Gebäude- und Energiekonzept für Wettbewerbe
- „unsichtbare“ Raumklima-Anlagen
- Trend zu glatten und unverkleideten Flächen
- flexible Grundrisse möglich
-

Bauteilaktivierung – Warum?

- um ein behagliches Raumklima für den Sommer und Winter zu schaffen
- zum Heizen und Kühlen eines Raumes
- um Kondensat und Bauschäden zu minimieren (z.B. Wärmebrückenbeheizung)
- um Betriebskosten zu sparen
-????

Planungsprozess



→ Gewerbeübergreifende Planung erforderlich !!!

Quelle: Thermische Bauteilaktivierung 9/2016
Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser

Zusammenarbeit der Planer und Ausführenden

Rohbaufirma:

Die Rohre werden i.d.R. von Subunternehmer der Rohbaufirma entweder als werkseitig vorgefertigte Register oder direkt von der Rolle an der Armierung montiert.

Die Rohbaufirma übergibt an das nächste Gewerk einen wasserdurchflossenen Betonspeicher.

Mit der Druckprobe ist seine Leistung abgeschlossen.

Zusammenarbeit der Planer und Ausführenden

Heizungsfachbetrieb:

Für die hydraulische Verknüpfung der Rohre mit dem Wärme- bzw. Kälteerzeuger ist der Heizungsfachbetrieb zuständig.

Jedoch sind exakte Vorgaben durch den Planer notwendig!

Ansonsten meist Überdimensionierung und Materialverschwendung!

Wo wird Bauteilaktivierung eingesetzt?

- Schutz gegen aufsteigende Feuchte
- Beheizung von Wärmebrücken

- Heizen und Kühlen
(Flächenheizung/kühlung)
- Gebäude als Energiespeicher

Bauteilbeheizung

Wo wird Bauteilaktivierung eingesetzt?

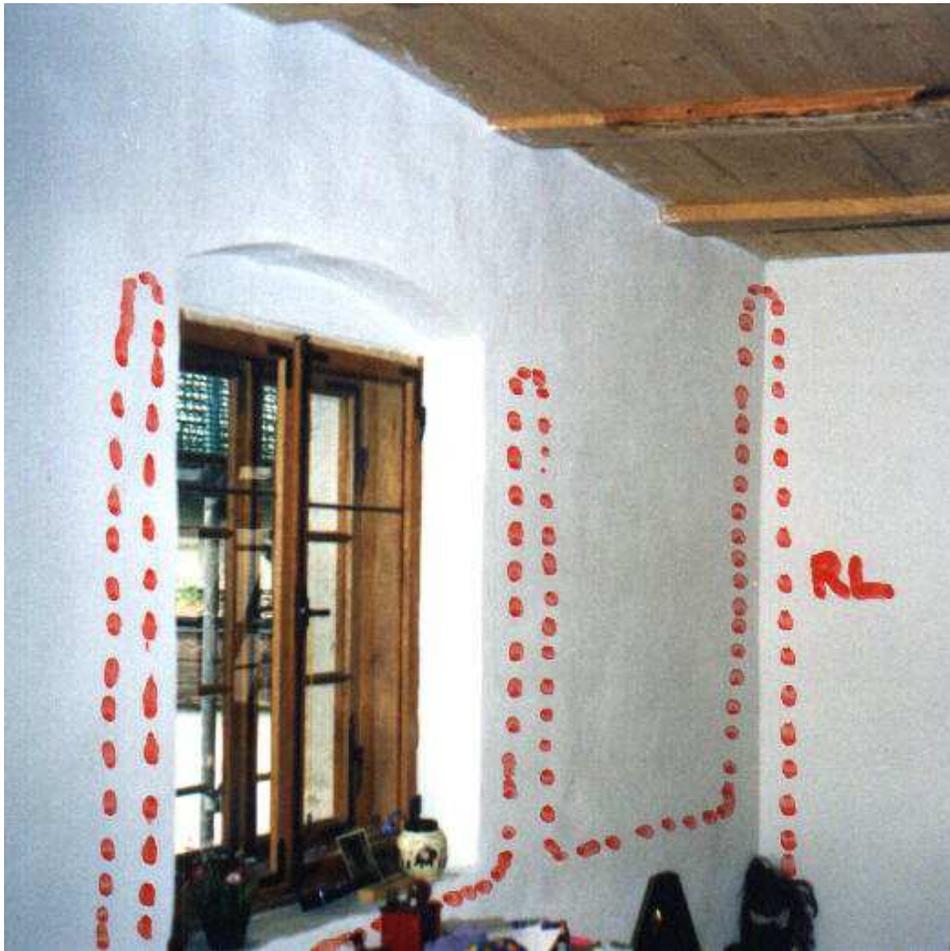
- **Schutz gegen aufsteigende Feuchte**
- **Beheizung von Wärmebrücken**
- Heizen und Kühlen
(Flächenheizung/kühlung)
- Gebäude als Energiespeicher

Bauteilaktivierung gegen aufsteigende Baufeuchte

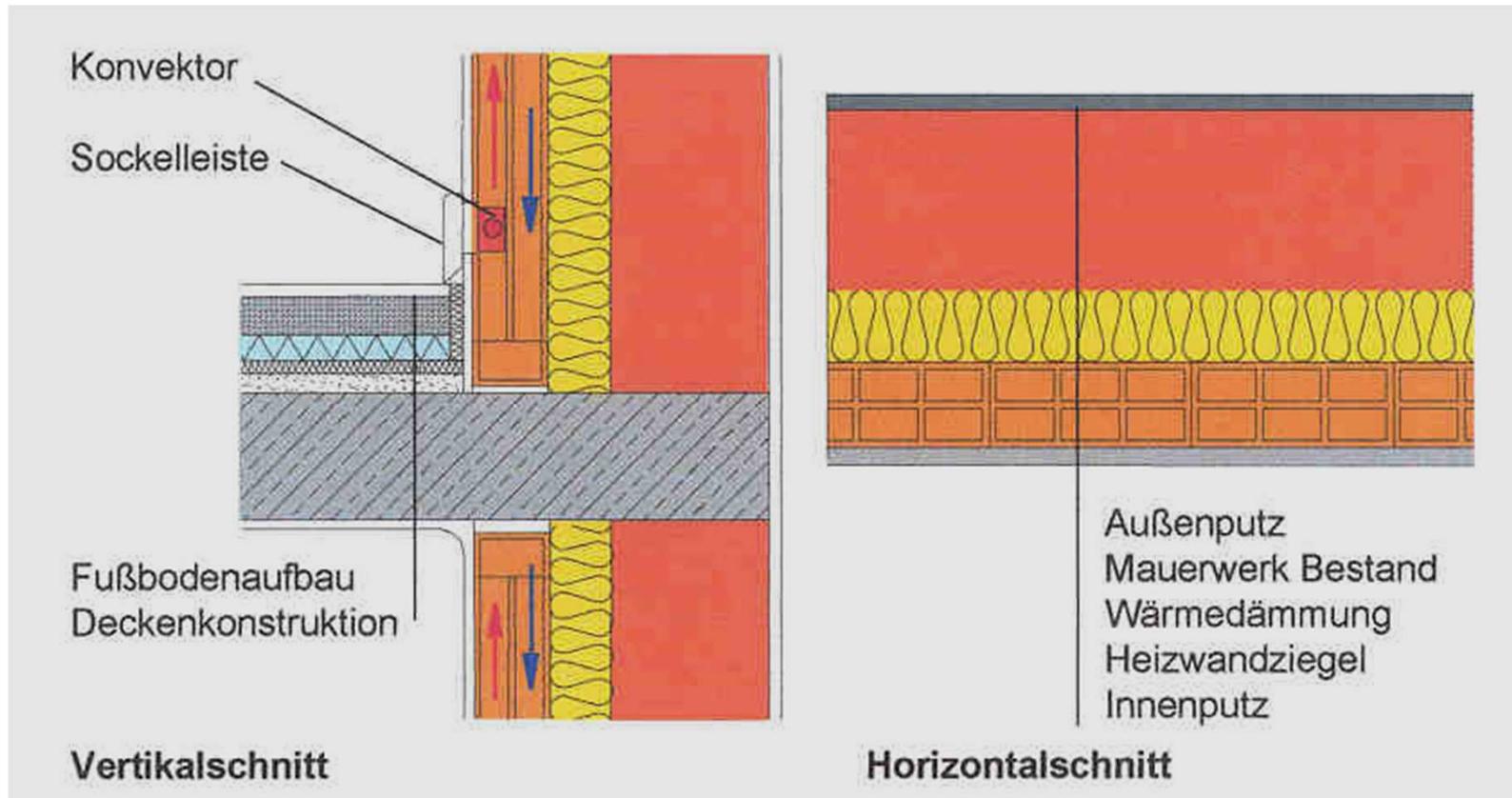


Quelle: <https://www.think-e-energy.de/index.php/waermeleiste.html>

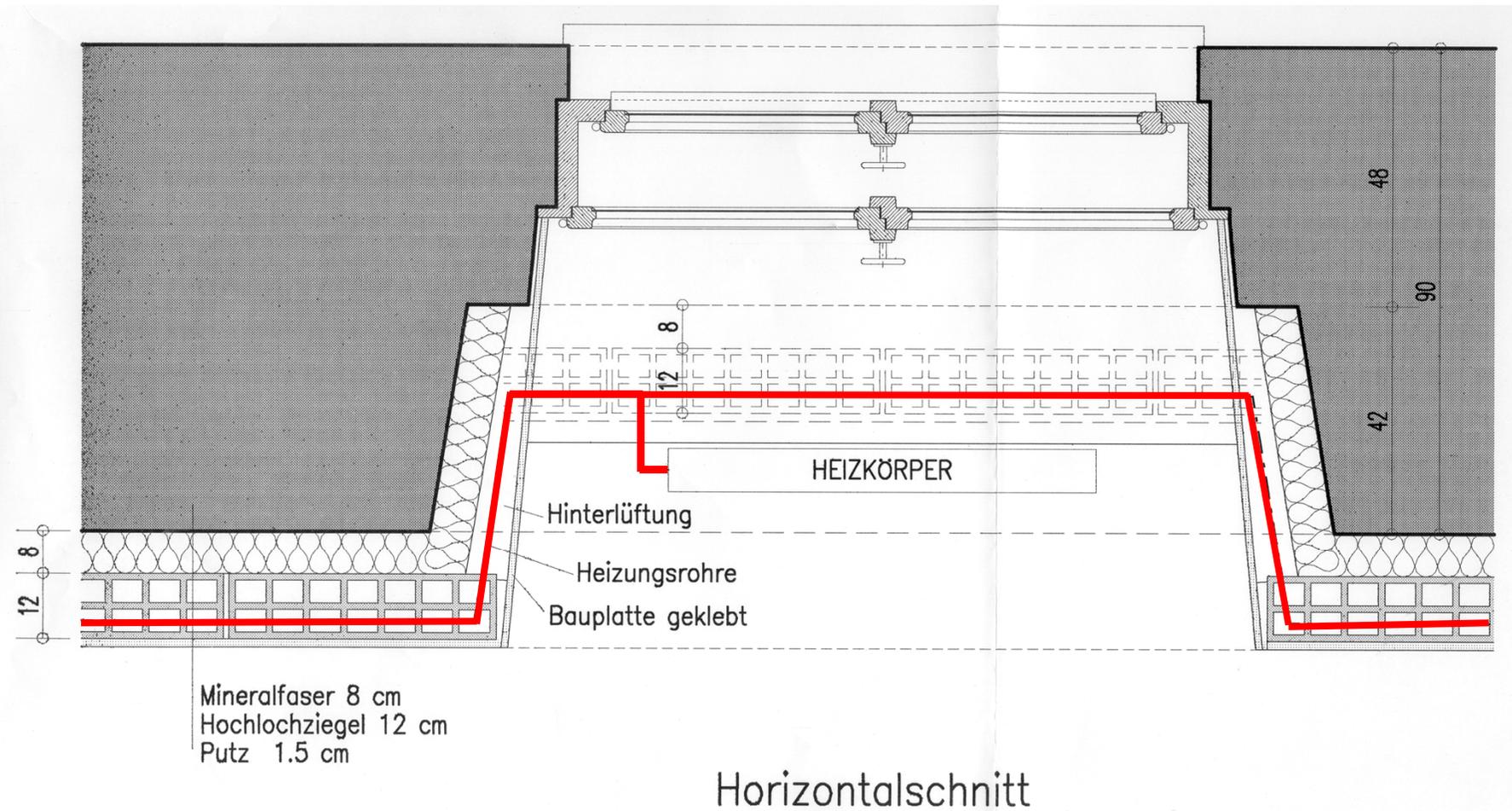
Bauteilaktivierung im ALTBAU nach Großeschmidt



Bauteilaktivierung mit Ziegelwandheizung



Bauteilaktivierung mit Ziegelwandheizung



Bauteilaktivierung mit Ziegelwandheizung



Bauteilaktivierung mit Ziegelwandheizung



Vorgefertigte Fassaden

Quelle: gap-solution



BV Graz, Dieselweg Bauherr GIWOG

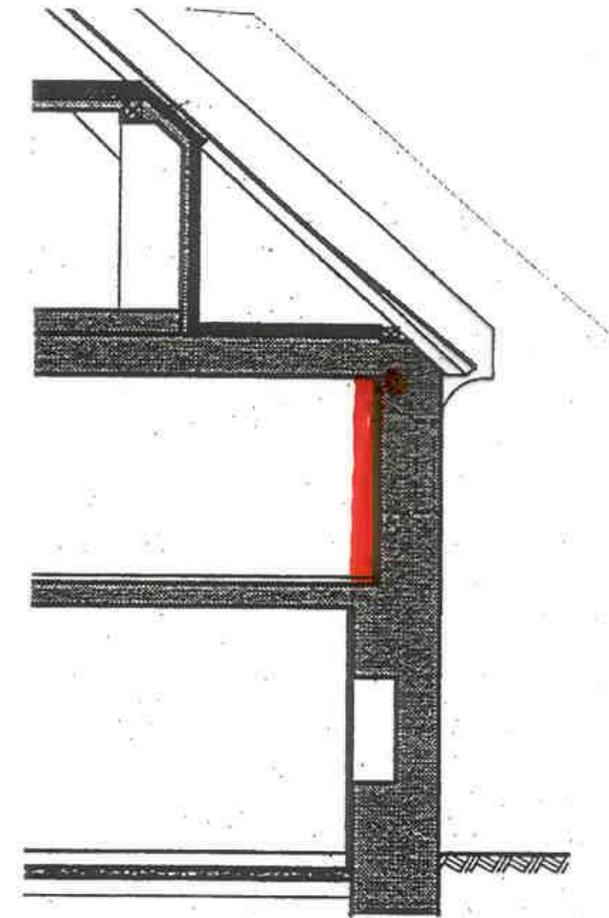
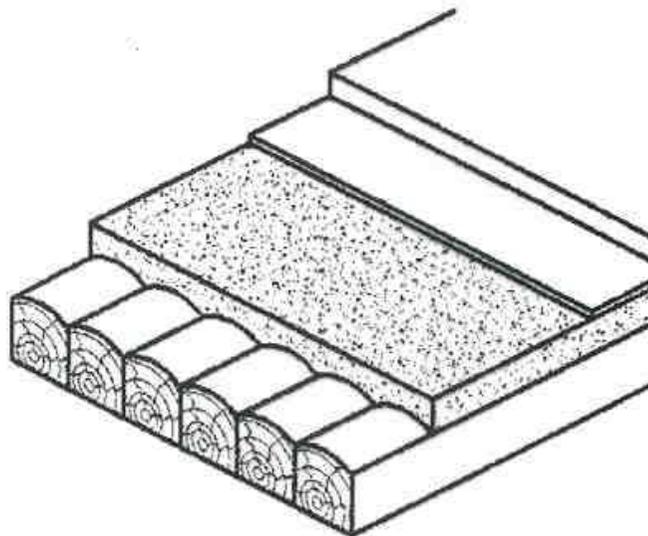
Bauteilaktivierung im ALTBAU

Quelle: gap-solution

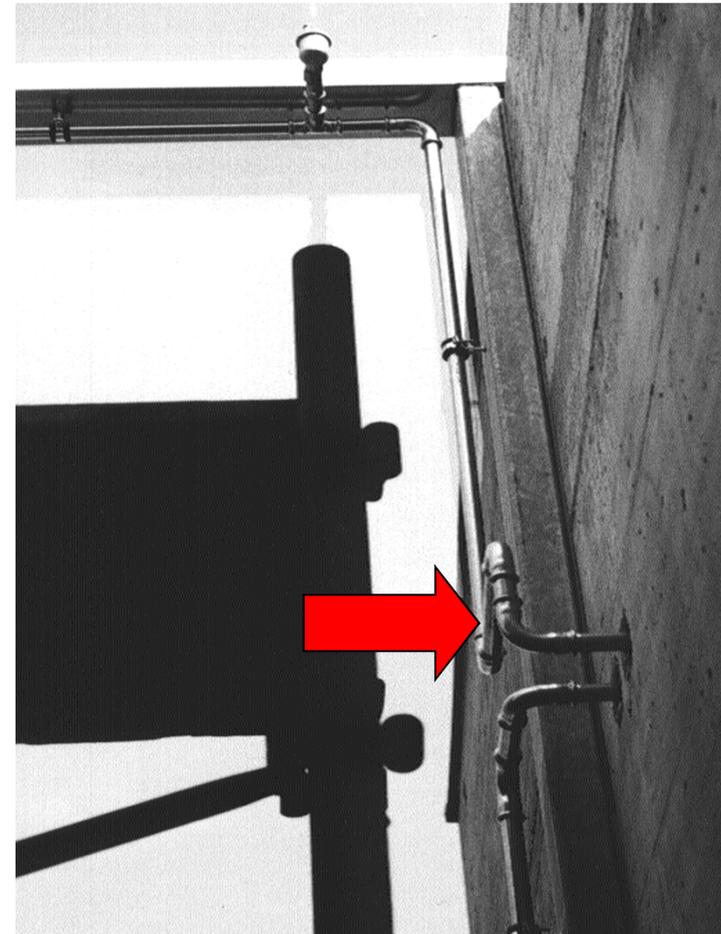


BV Graz, Dieselweg Bauherr GIWOG

Dippeltramdecke:



Bauteilaktivierung - Bauteilbegleitheizung



Bauteilaktivierung - Bauteilbegleitheizung



Bauphysikalische Grundlagen

Temperaturverteilung

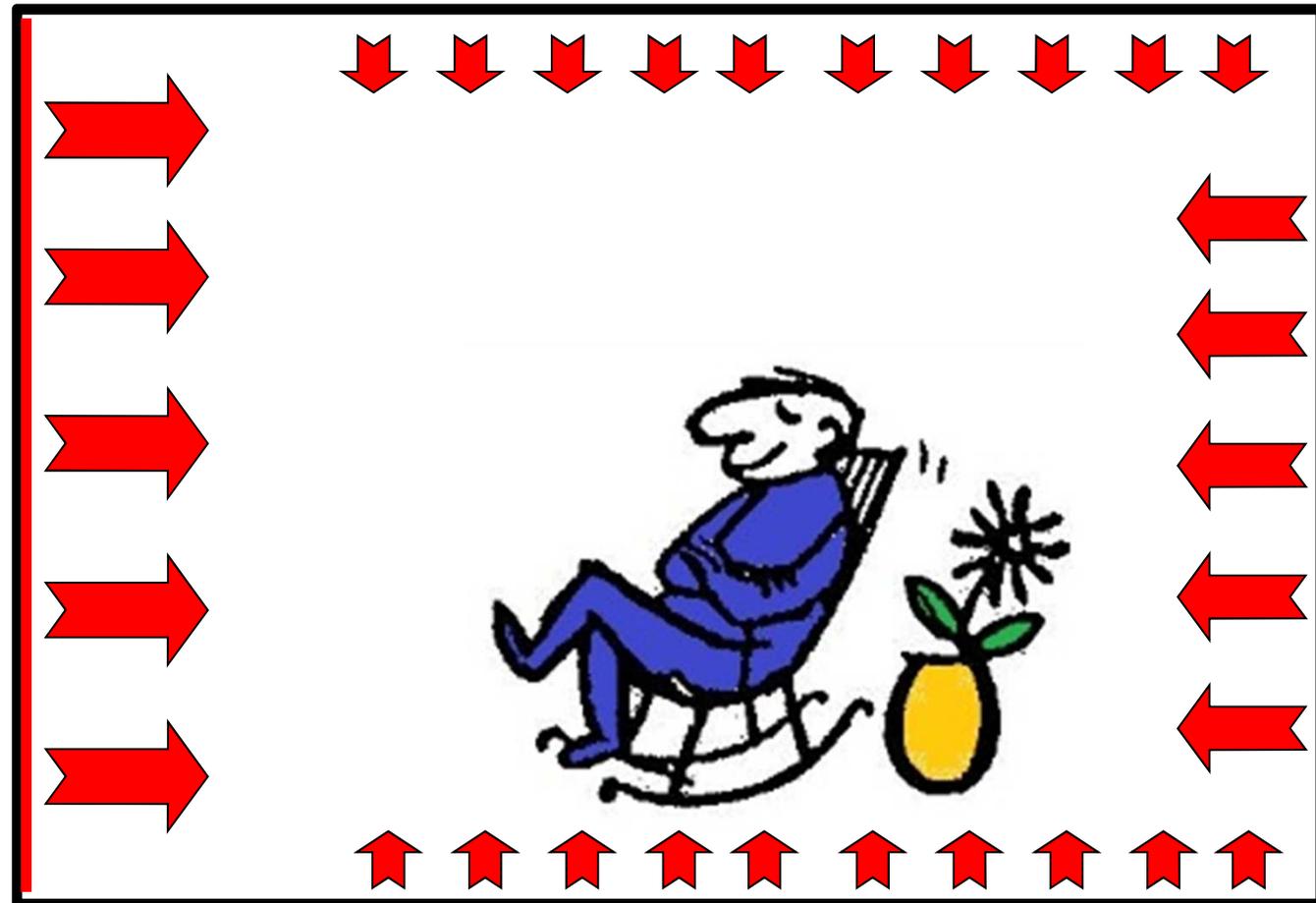
WÄRMEVERTEILUNG

KONVEKTION

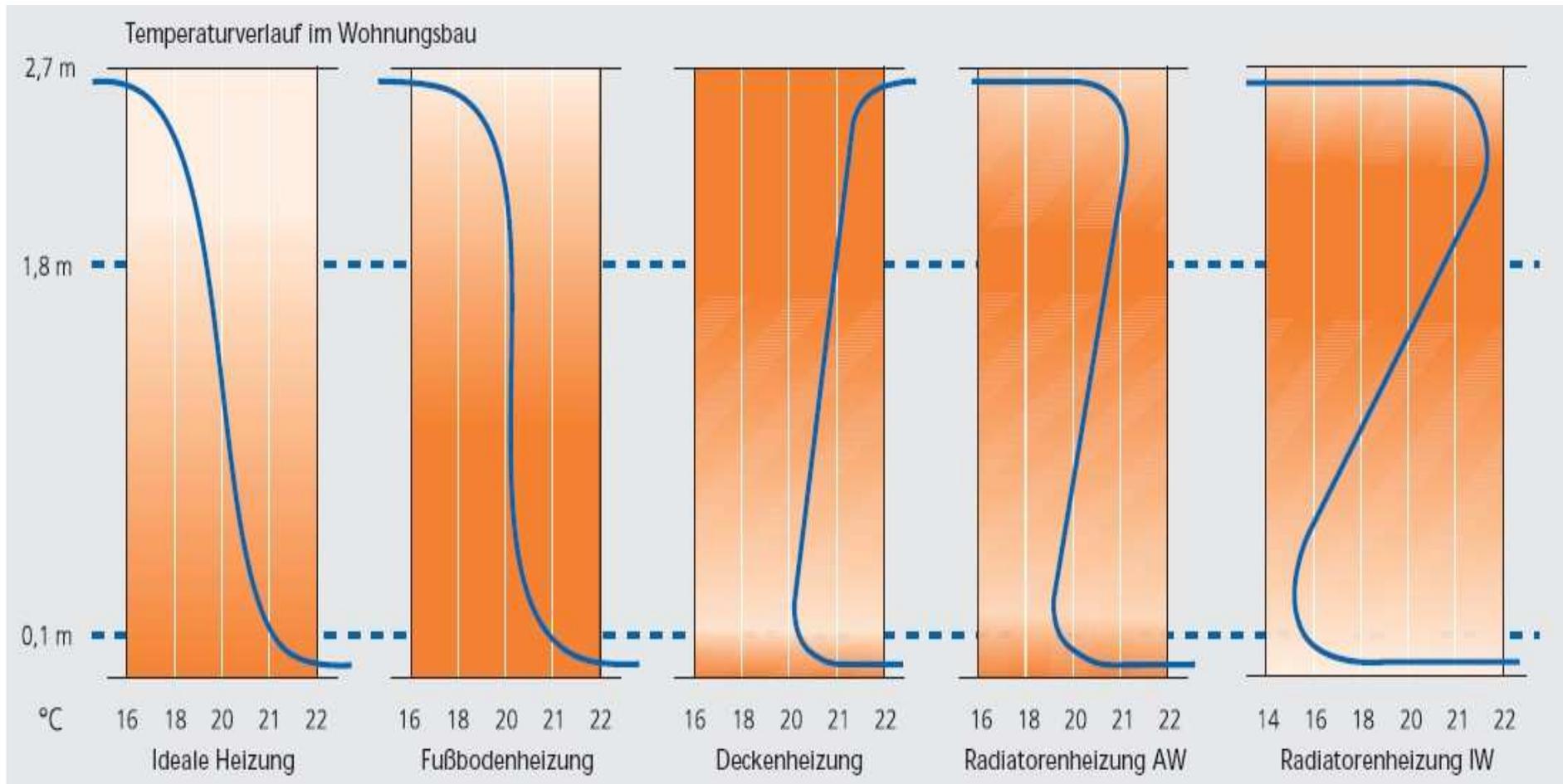


WÄRMEVERTEILUNG

STRAHLUNG

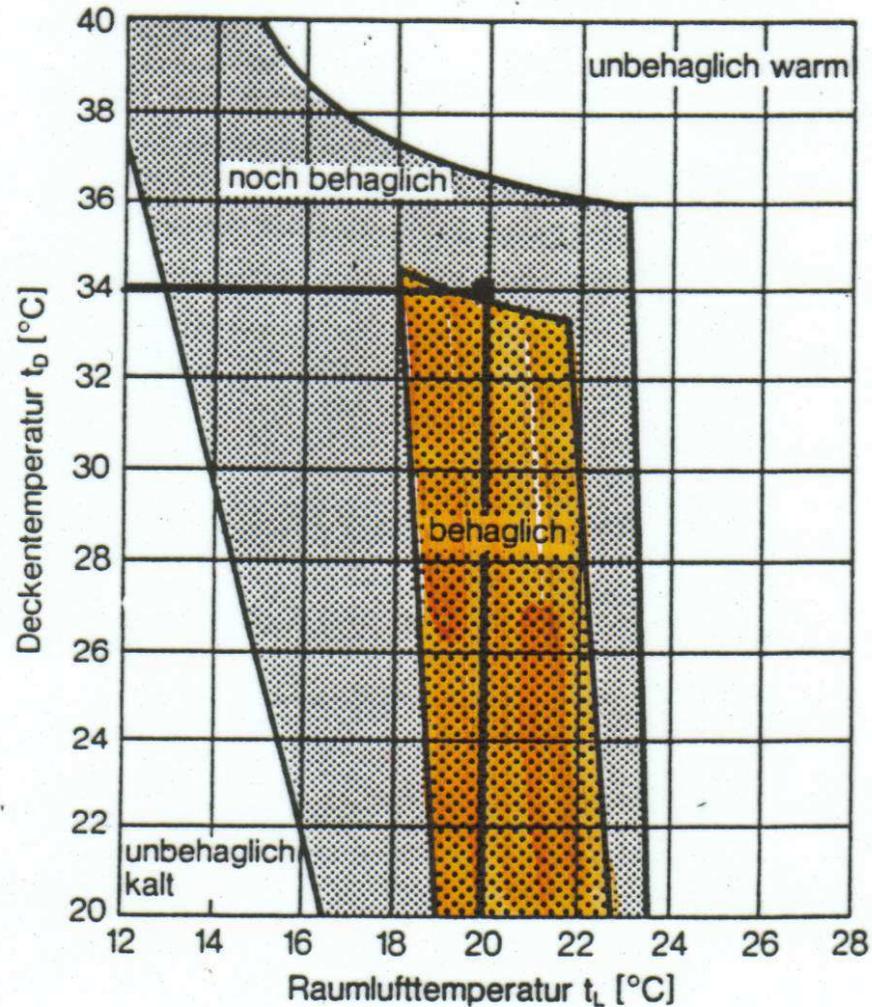


Temperaturverteilung



Quelle: Roth Werke GmbH

Behaglichkeitsfelder



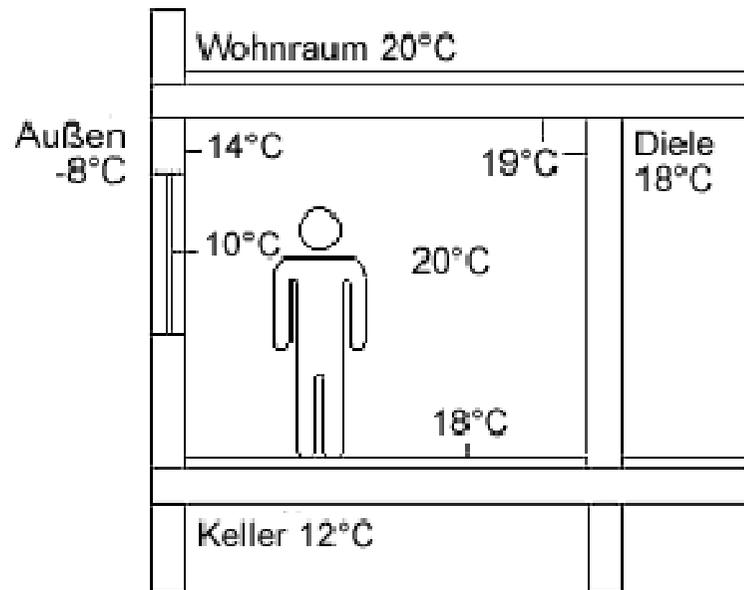
Behaglichkeitsfeld für das Wertepaar

Raumlufttemperatur t_L -

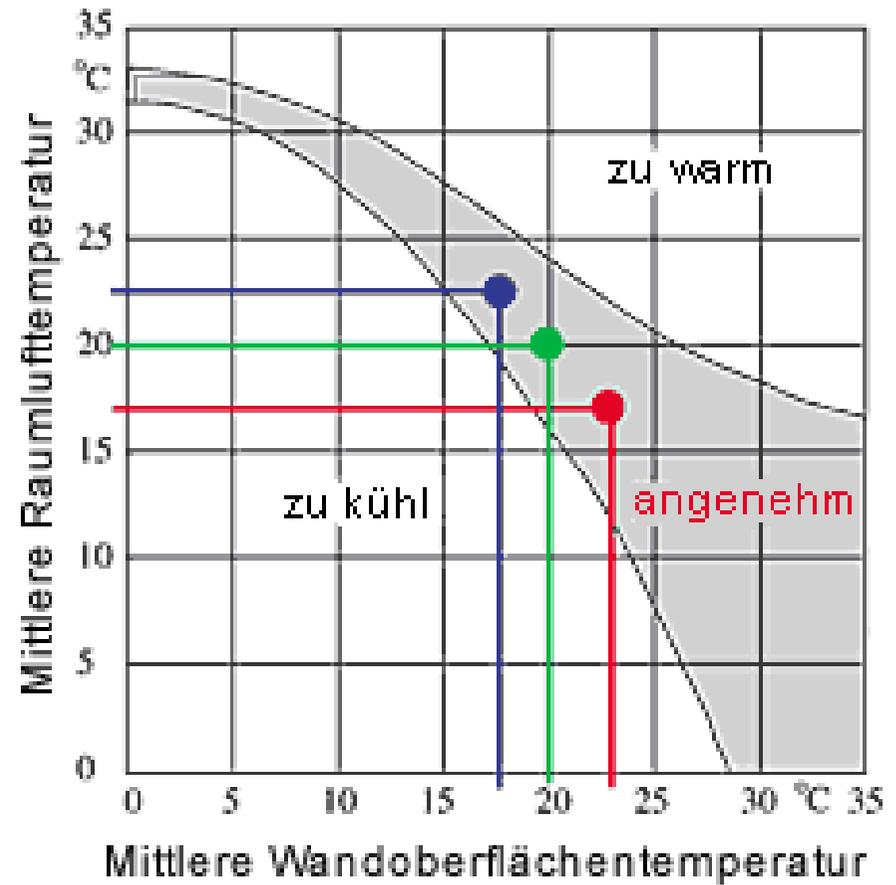
Deckentemperatur t_D

(nach Wurzel und Müller)

Operative Raumtemperatur



$$\text{empfundene Temperatur} = \frac{\text{Lufttemperatur} + \text{mittl. Flächentemperatur}}{2}$$



Quelle: <http://www.hwwisbek.de/wand2.htm>

Operative Raumtemperatur

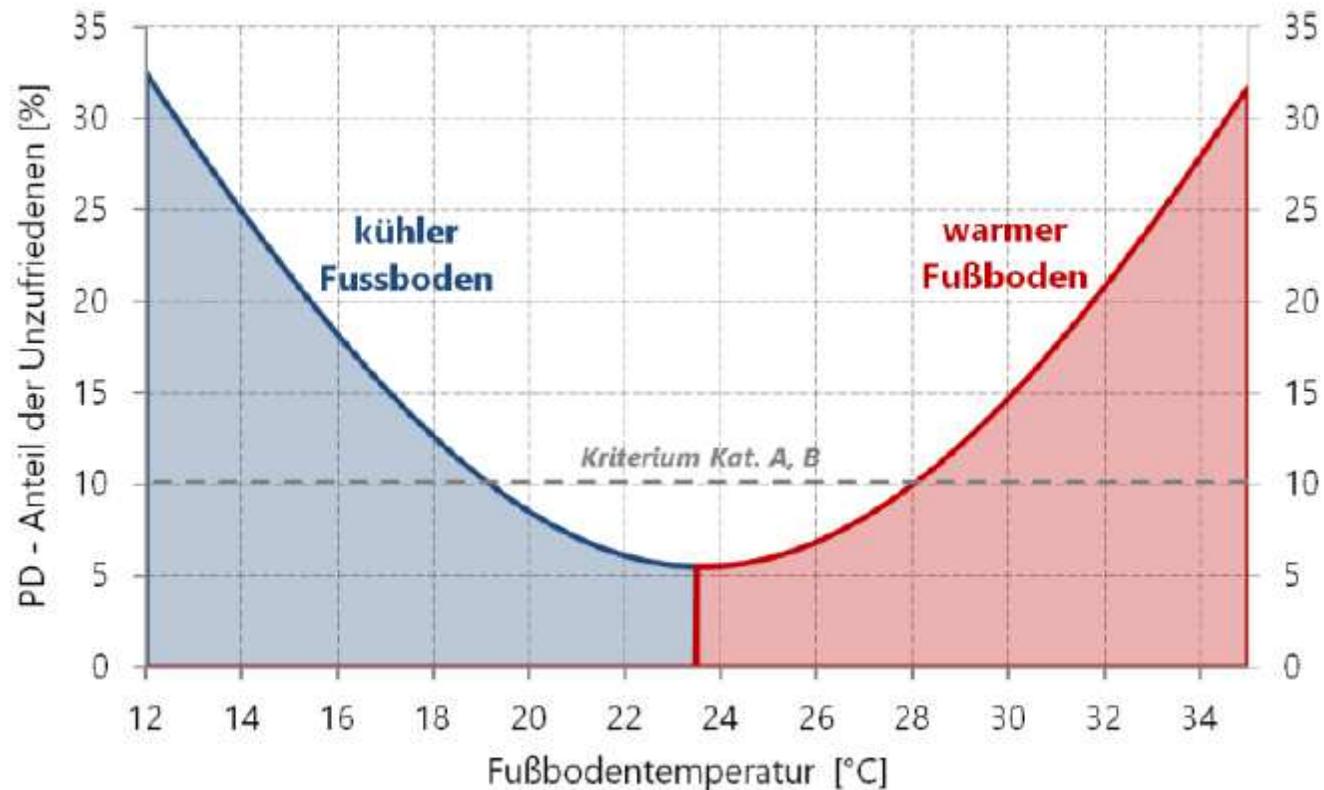


Abb. 7 Anteil der Unzufriedenen (PD) bei unterschiedlichen Fußbodentemperaturen

Operative Raumtemperatur

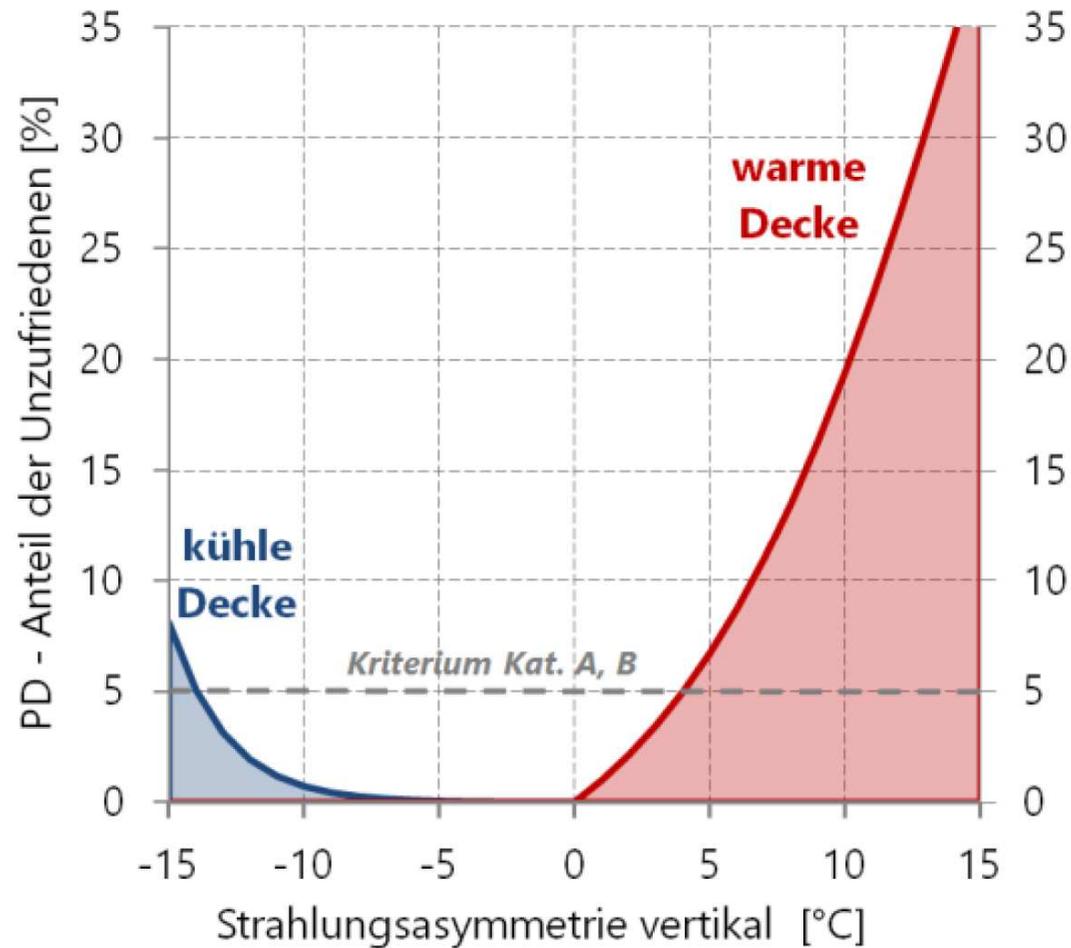


Abb. 8 Anteil der Unzufriedenen (PD) auf Grund vertikaler Strahlungsasymmetrie

Operative Raumtemperatur

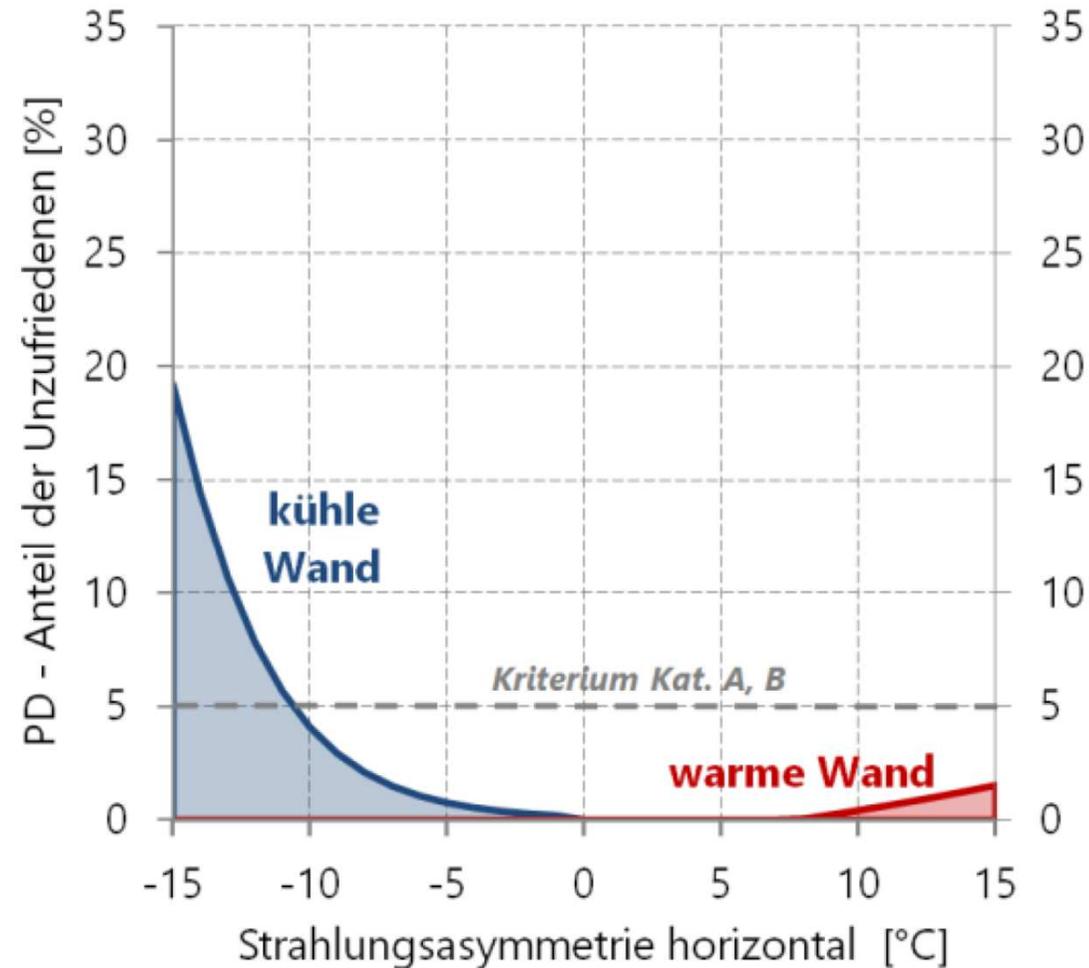
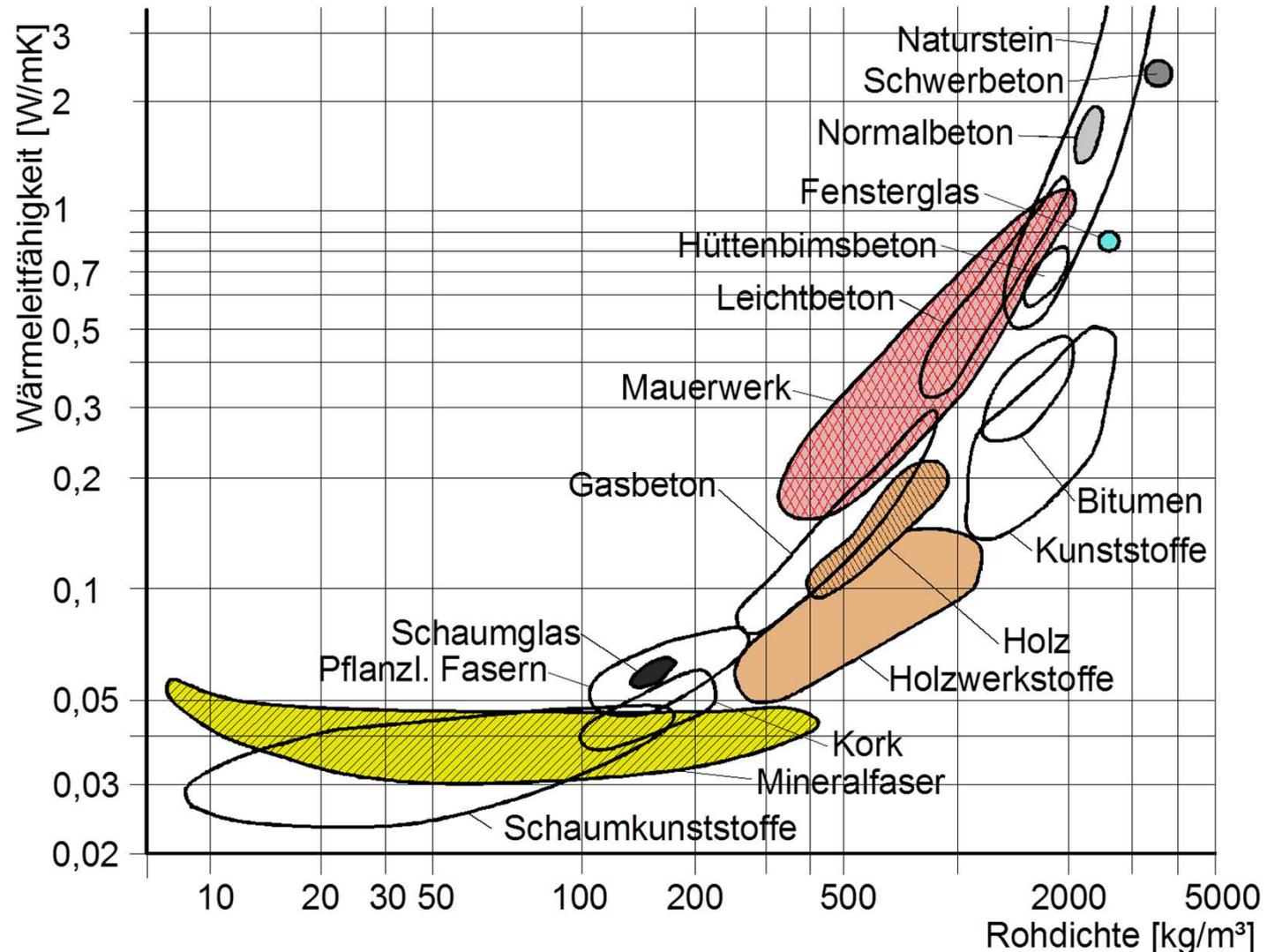
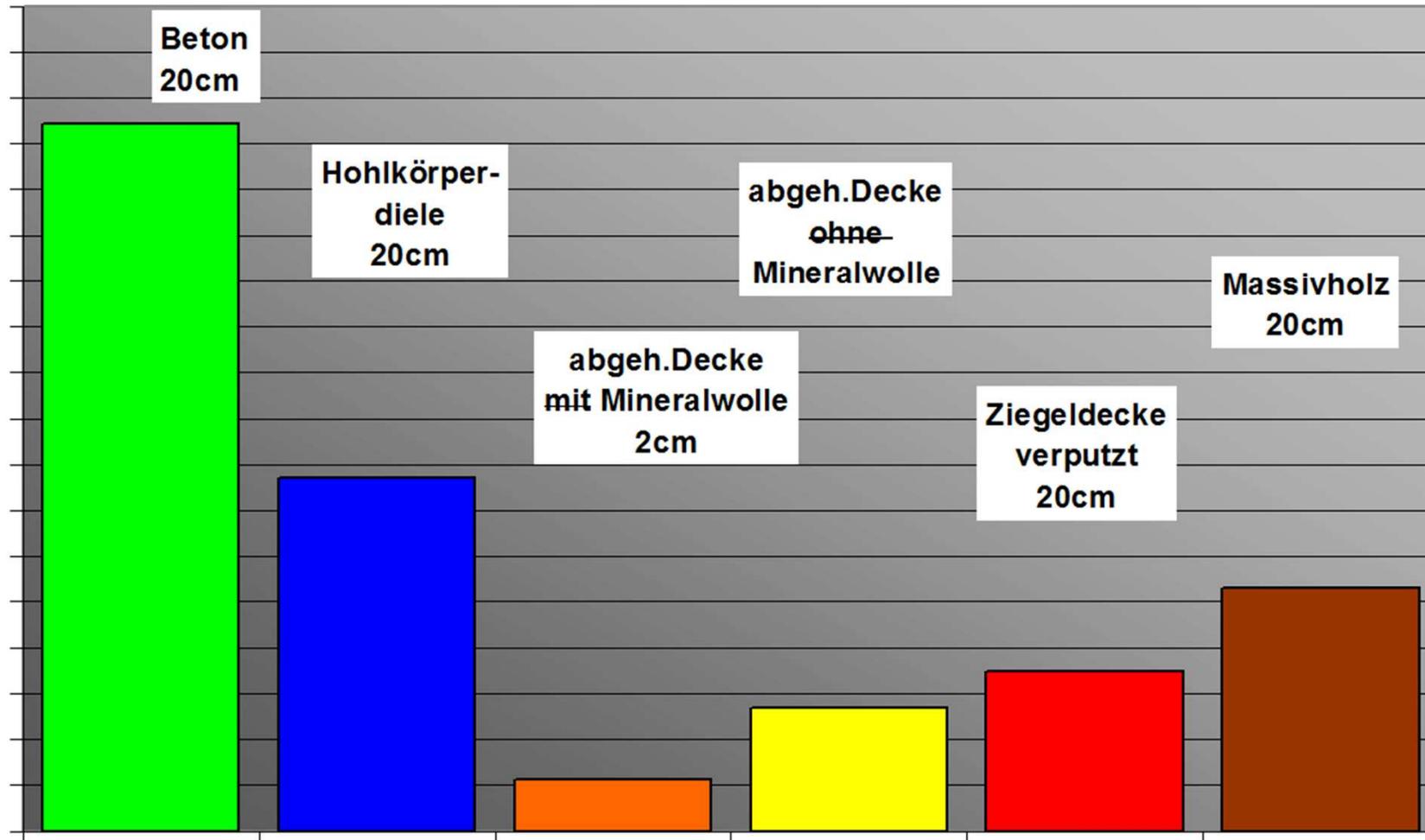


Abb. 9 Anteil der Unzufriedenen (PD) auf Grund horizontaler Strahlungsasymmetrie

Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit



Speicherwirksame Massen - Decke



Heizen und Kühlen

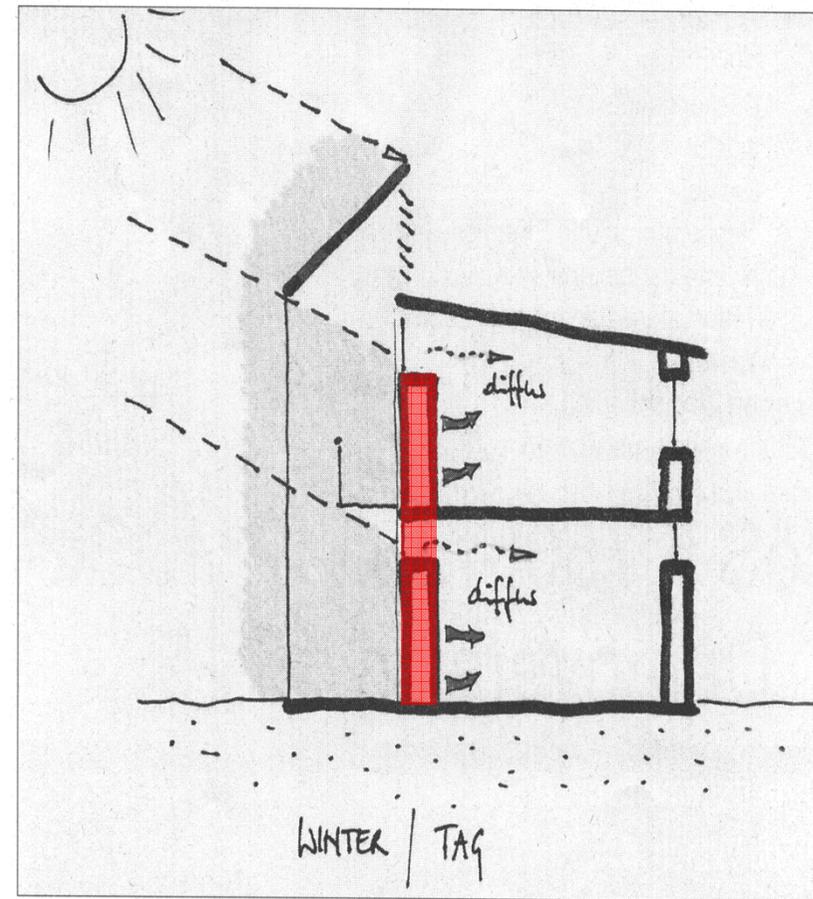
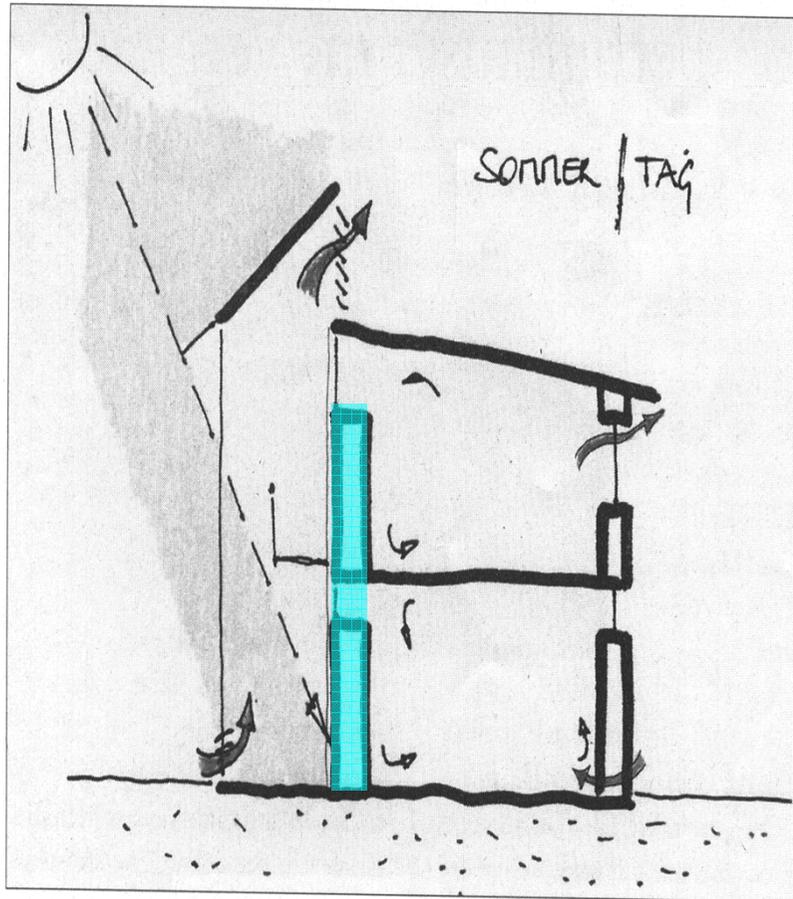
Wo wird Bauteilaktivierung eingesetzt?

- Schutz gegen aufsteigende Feuchte
- Beheizung von Wärmebrücken
- **Heizen und Kühlen
(Flächenheizung/kühlung)**
- Gebäude als Energiespeicher

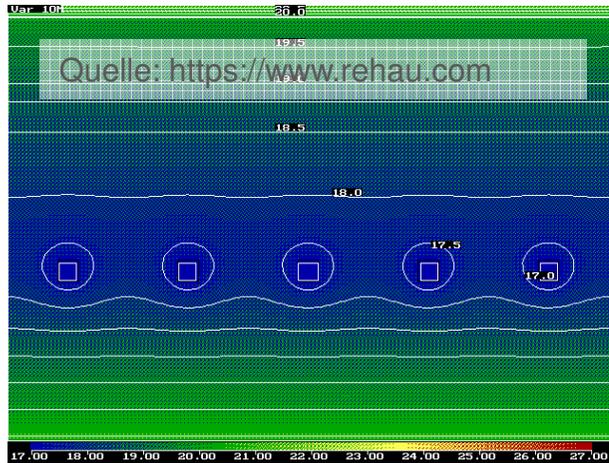
Niedrigstenergiehaus mit Speicherwand



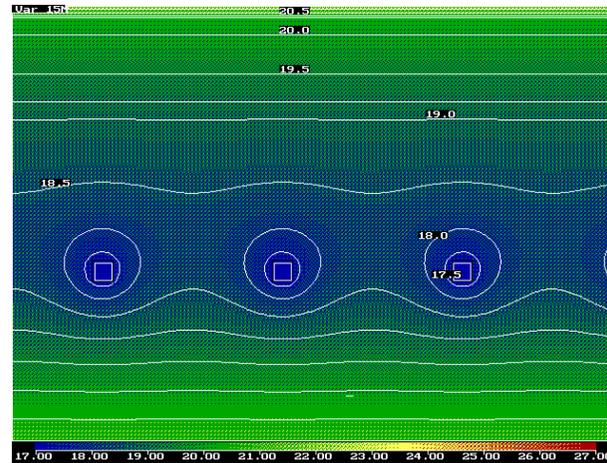
Niedrigstenergiehaus mit Speicherwand



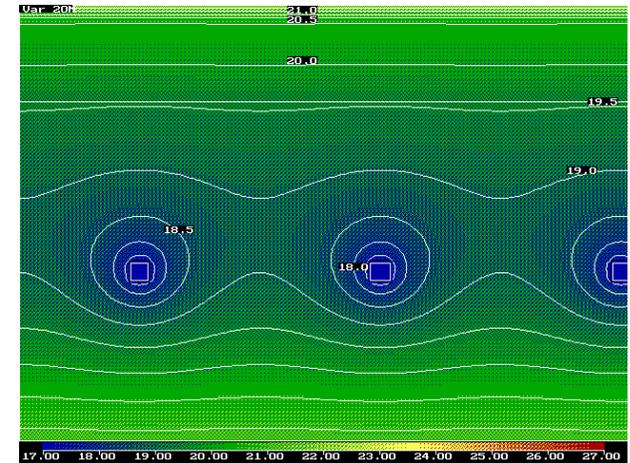
Bauteilaktivierung – Lage der Rohre



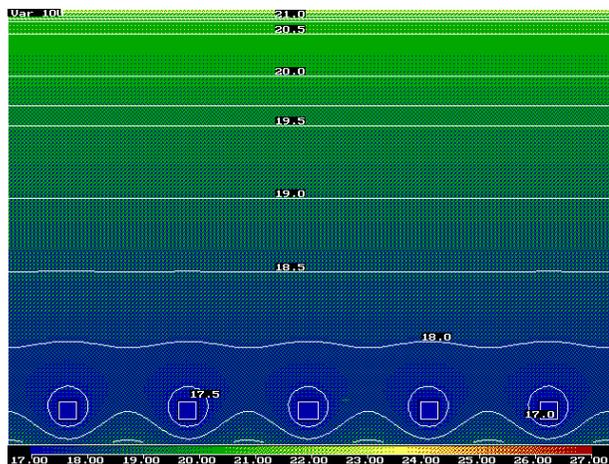
Mittelachse, Rohrabstand 10 cm



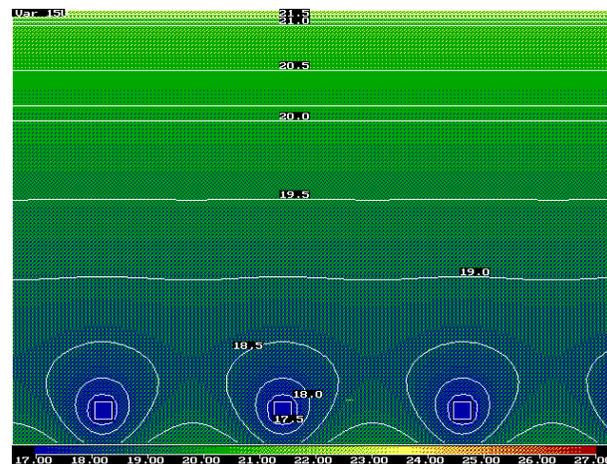
Mittelachse, Rohrabstand 15 cm



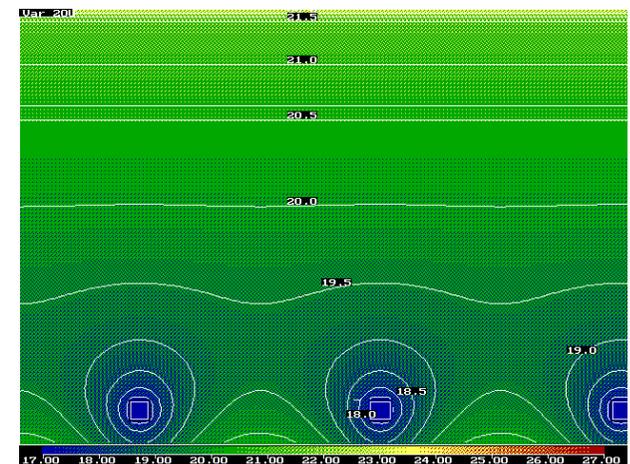
Mittelachse, Rohrabstand 20 cm



nahe an Deckenunterseite,
Rohrabstand 10 cm



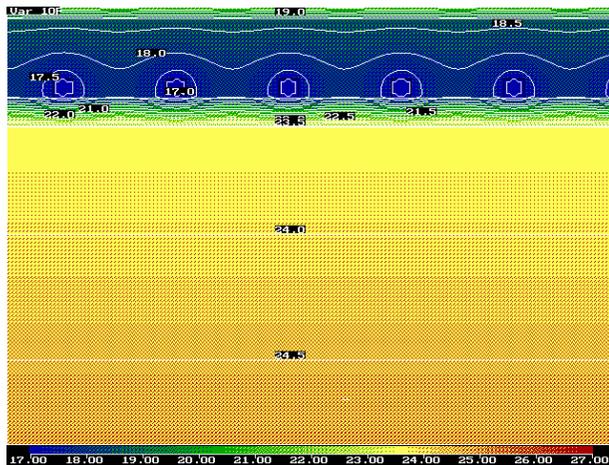
nahe an Deckenunterseite,
Rohrabstand 15 cm



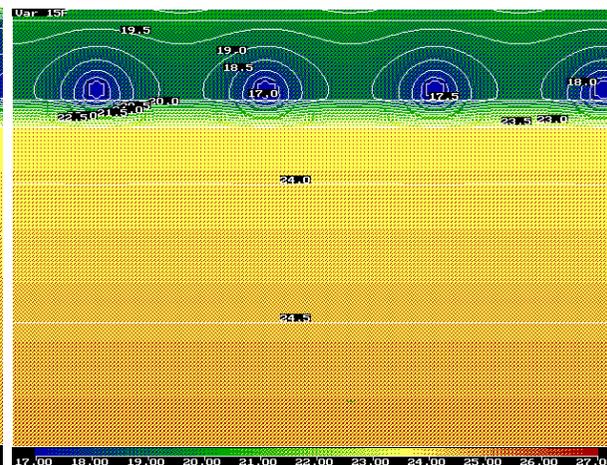
nahe an Deckenunterseite,
Rohrabstand 20 cm

Bauteilaktivierung – Lage der Rohre

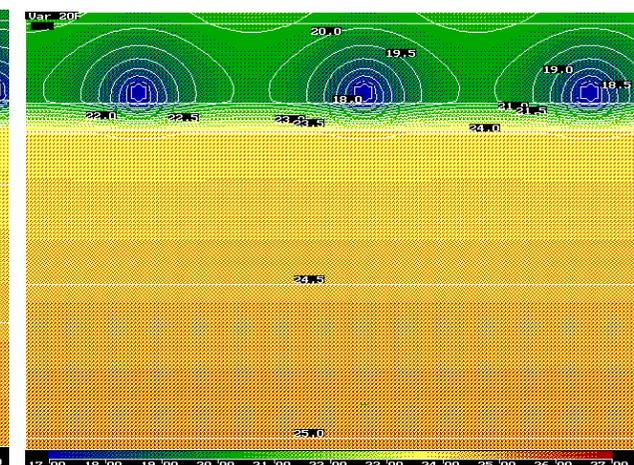
Rohre im Heizestrich



Rohrabstand 10 cm



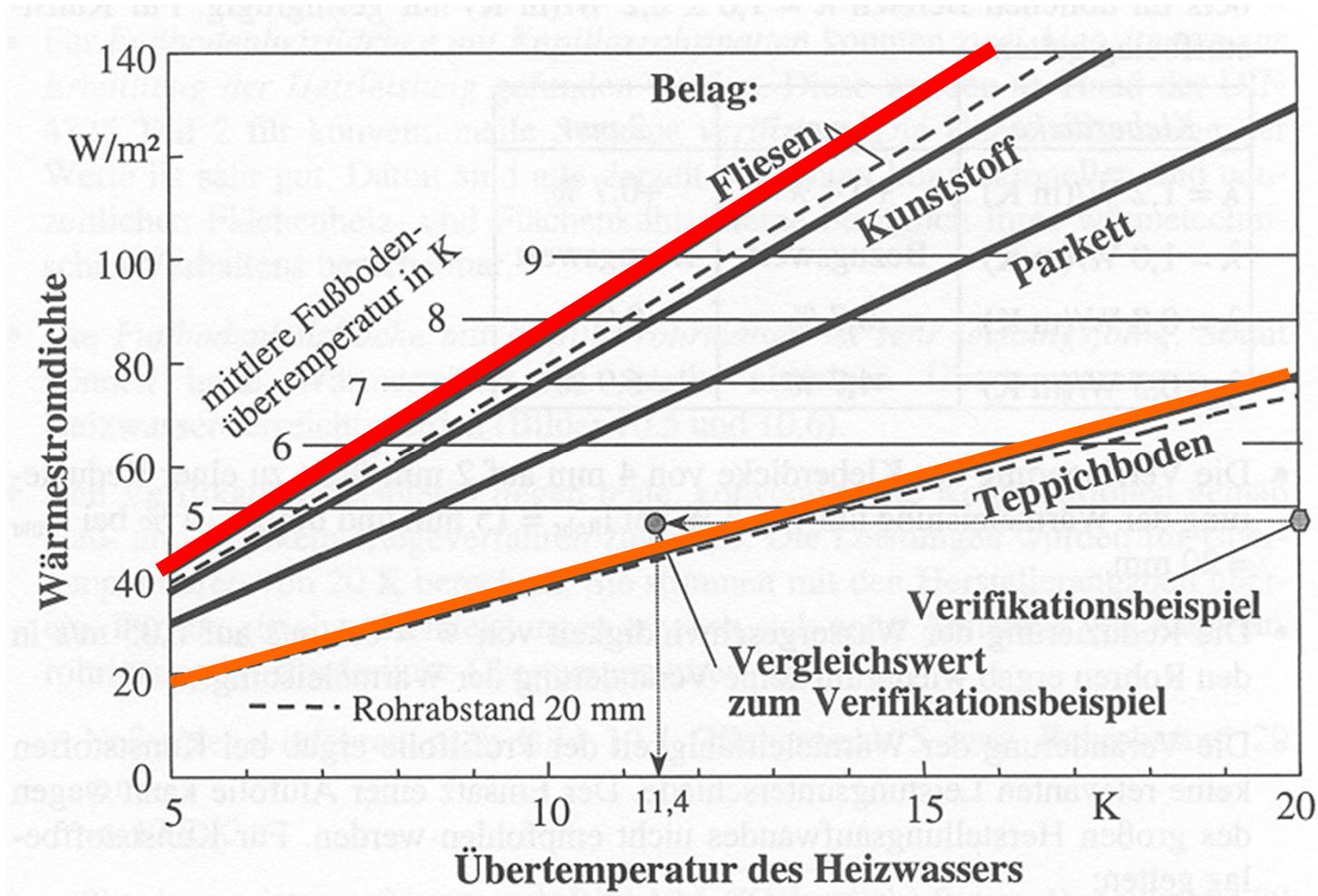
Rohrabstand 15 cm



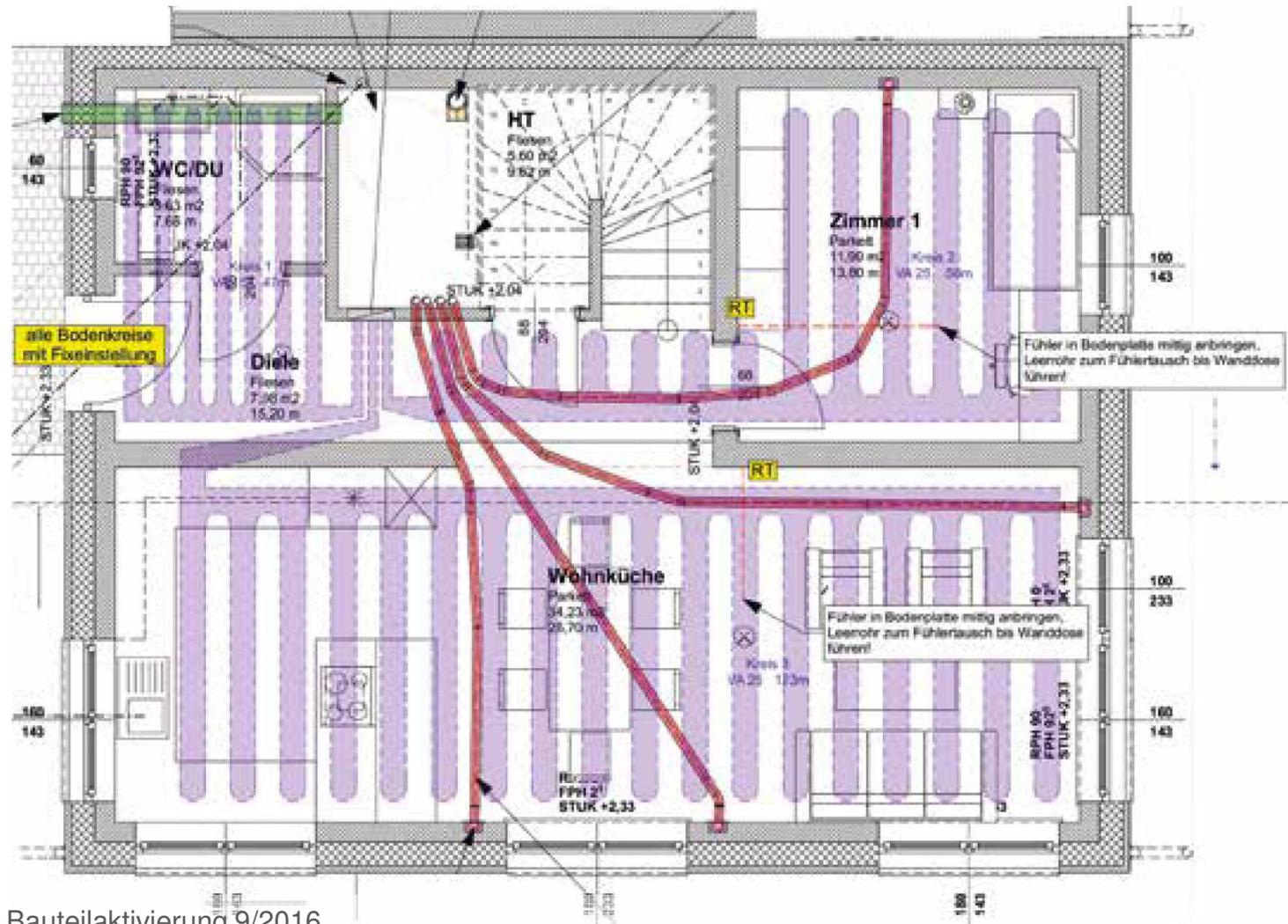
Rohrabstand 20 cm

Quelle: <https://www.rehau.com>

Bauteilaktivierung – Einfluss der Oberflächenmaterialien

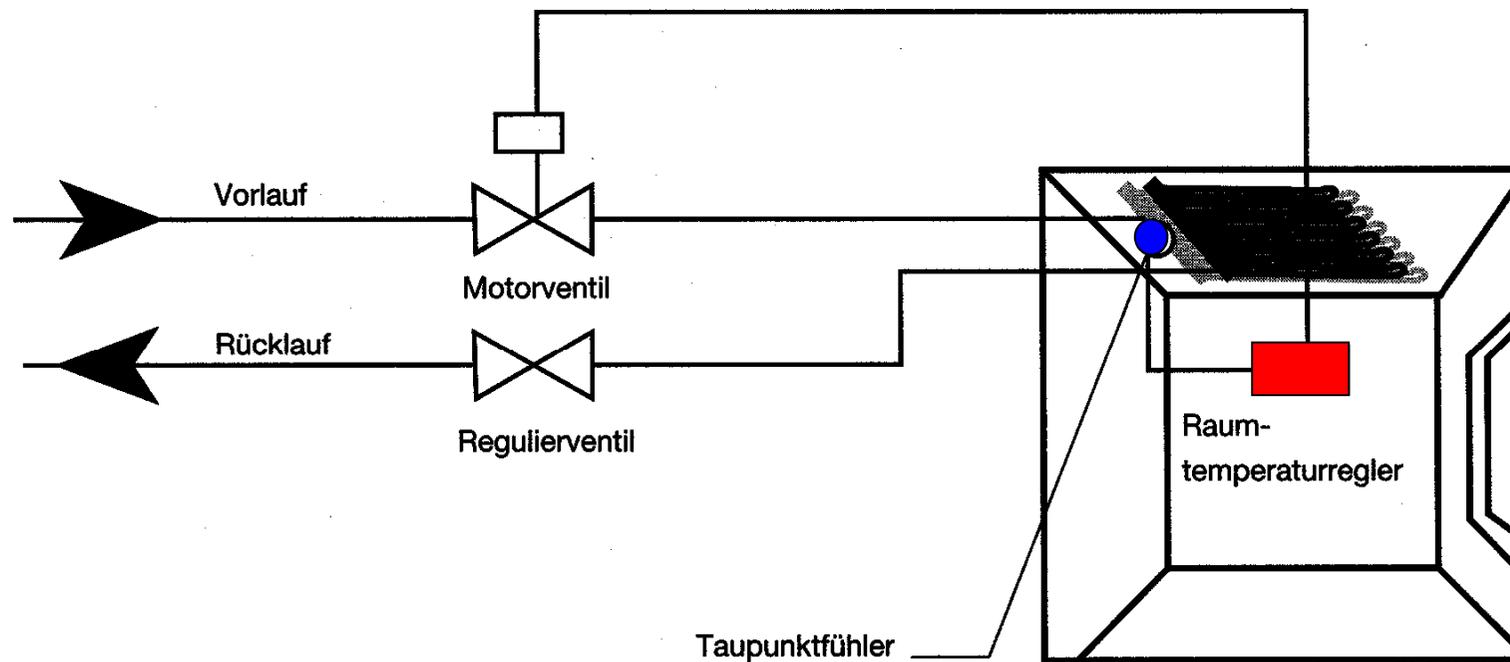


Bauteilaktivierung - Verteilung



Quelle: Thermische Bauteilaktivierung 9/2016
Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser

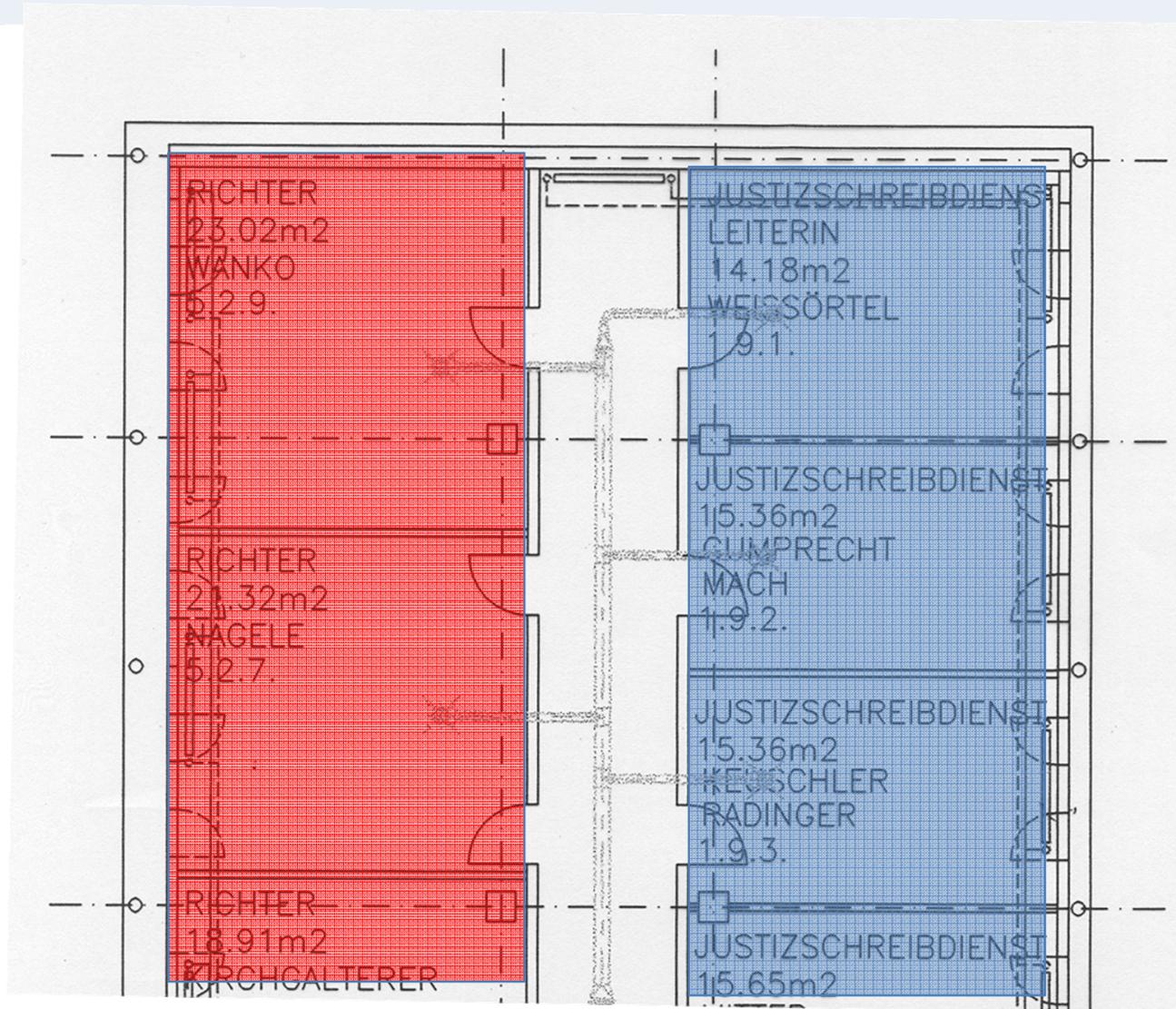
Bauteilaktivierung - Regelung



Quelle: Thermische Bauteilaktivierung 9/2016
Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser

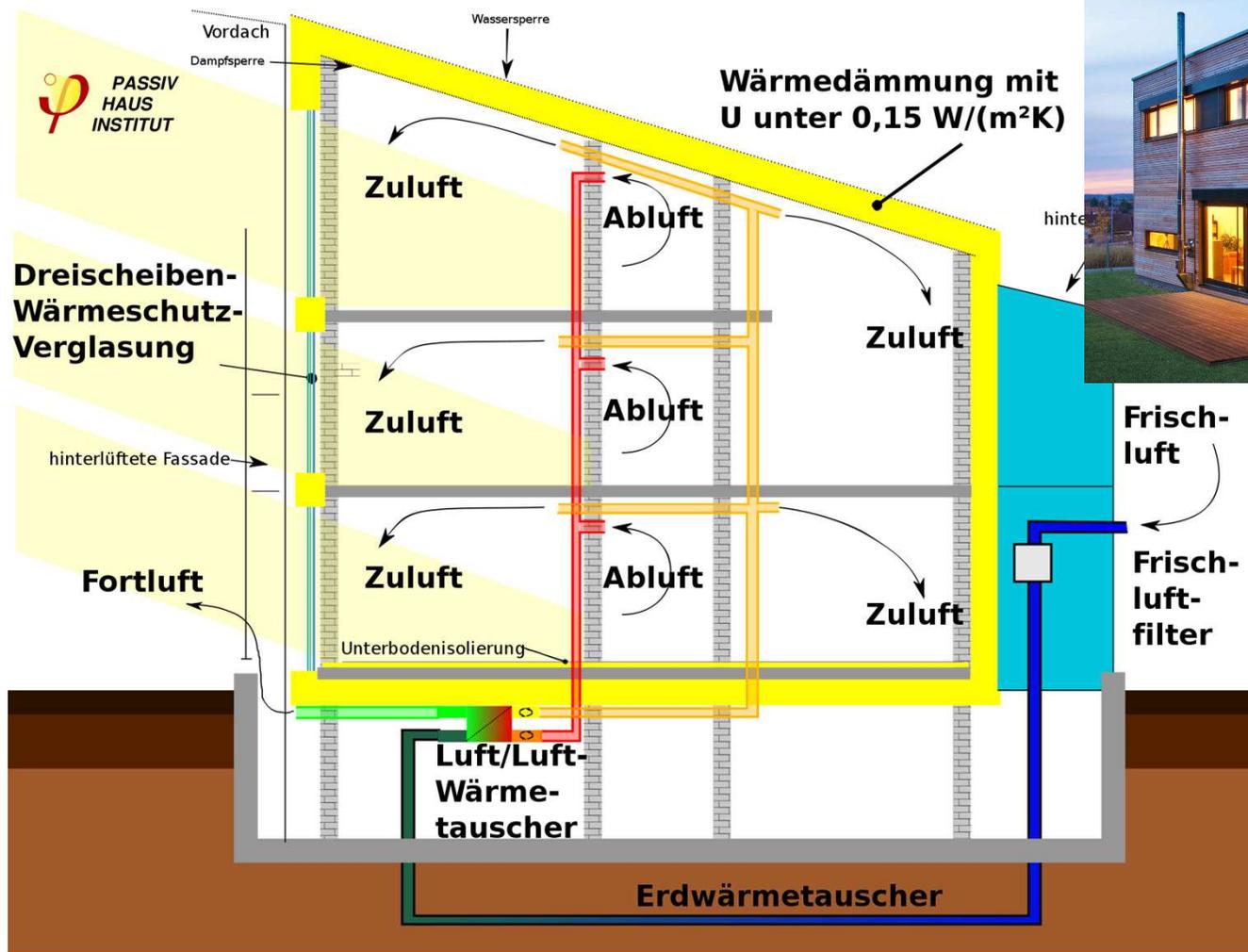
Bauteilaktivierung - Zonierung

Westen



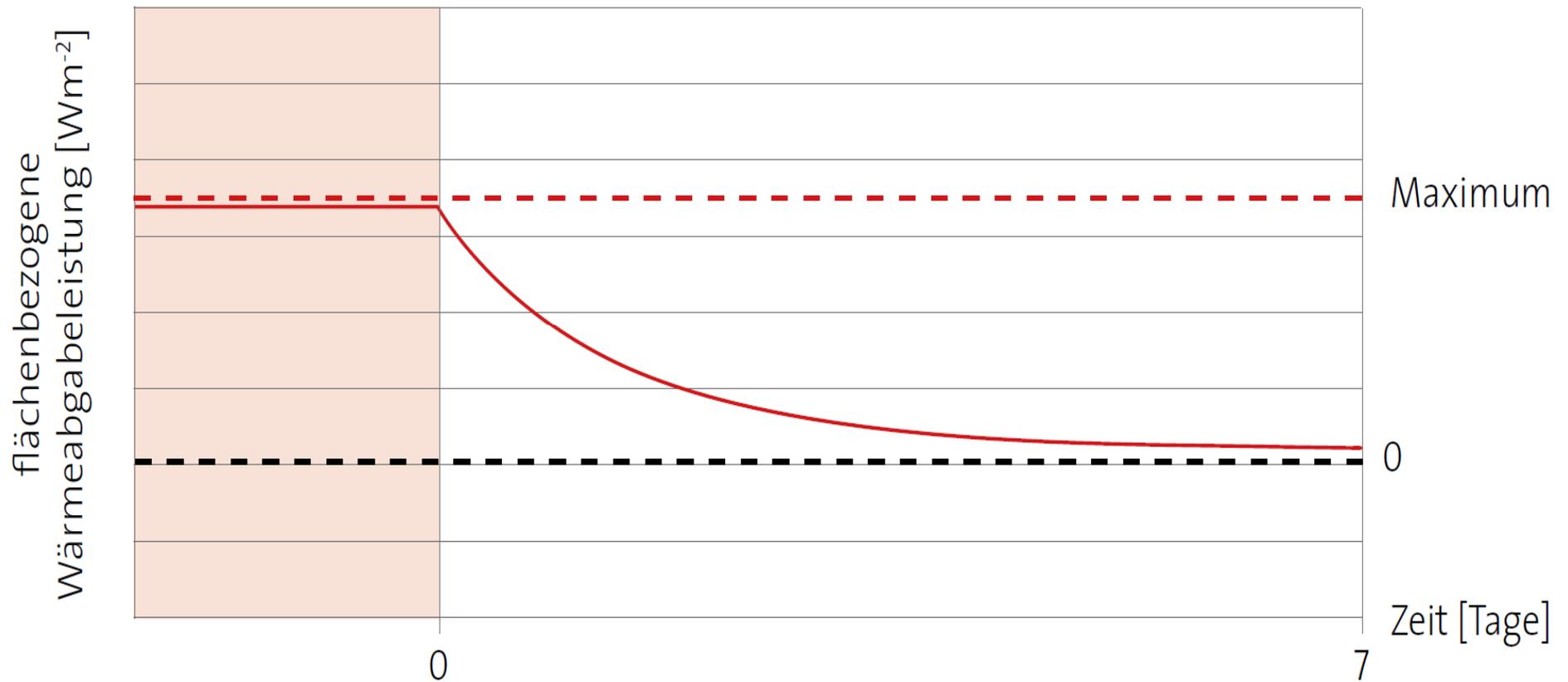
Osten

Hochwärmegedämmte Hülle ???



Quelle:
www.innovativegebäude.at

Auskühlverhalten nach Abschaltung



Quelle: Thermische Bauteilaktivierung 9/2016
Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser

Überwärmung durch große Fenster



→ Fenstergrößen und Verschattungseinrichtungen!!!

Überwärmung durch große Fenster



AUSSEN



INNEN

→ Fenstergrößen und Verschattungseinrichtungen!!!



Auslegung der Bauteilaktivierung - Simulation

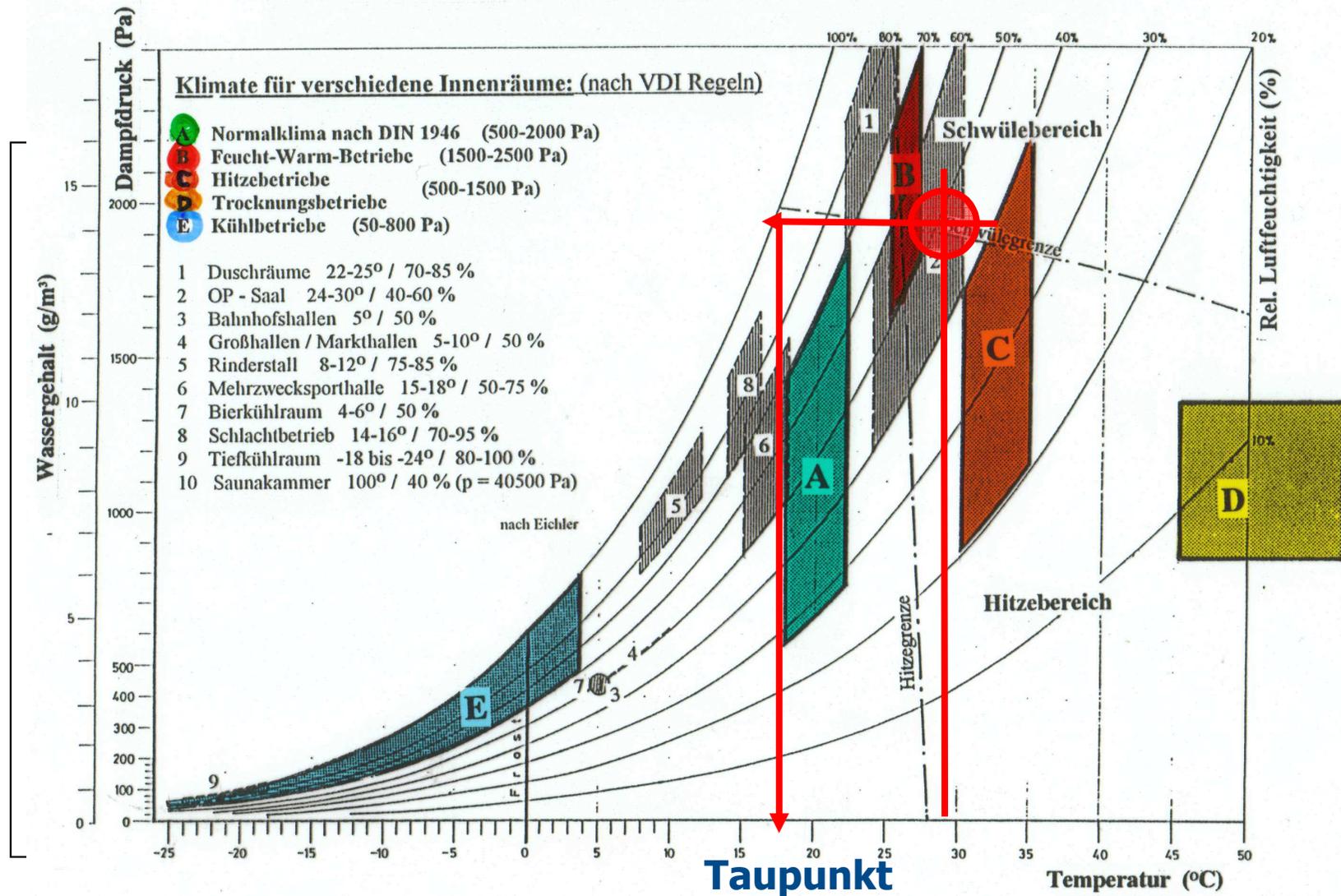
→ keine Abbildung der Heizlastberechnung in den
ÖNormen EN 12831 u. H7500-1!

Auslegung der BT-Aktivierung

Die meisten Planer wenden bei der Auslegung der Bauteilaktivierung konventionelle Berechnungsverfahren an (z.B. Kühllastberechnung VDI 2078)

- Dabei bleibt die Speichermasse des Gebäudes sowie die Wärmeübertragung über Strahlung weitgehend unberücksichtigt !**
- Bauteilaktivierungssysteme bauen jedoch fast ausschließlich auf die Speicherwirkung des Gebäudes auf !**

Raumklimatische Anforderungen „hohe Raumtemperatur“



Anwendungsbeispiel Bürobau TU-Graz



Problem: Akustikmaßnahmen !



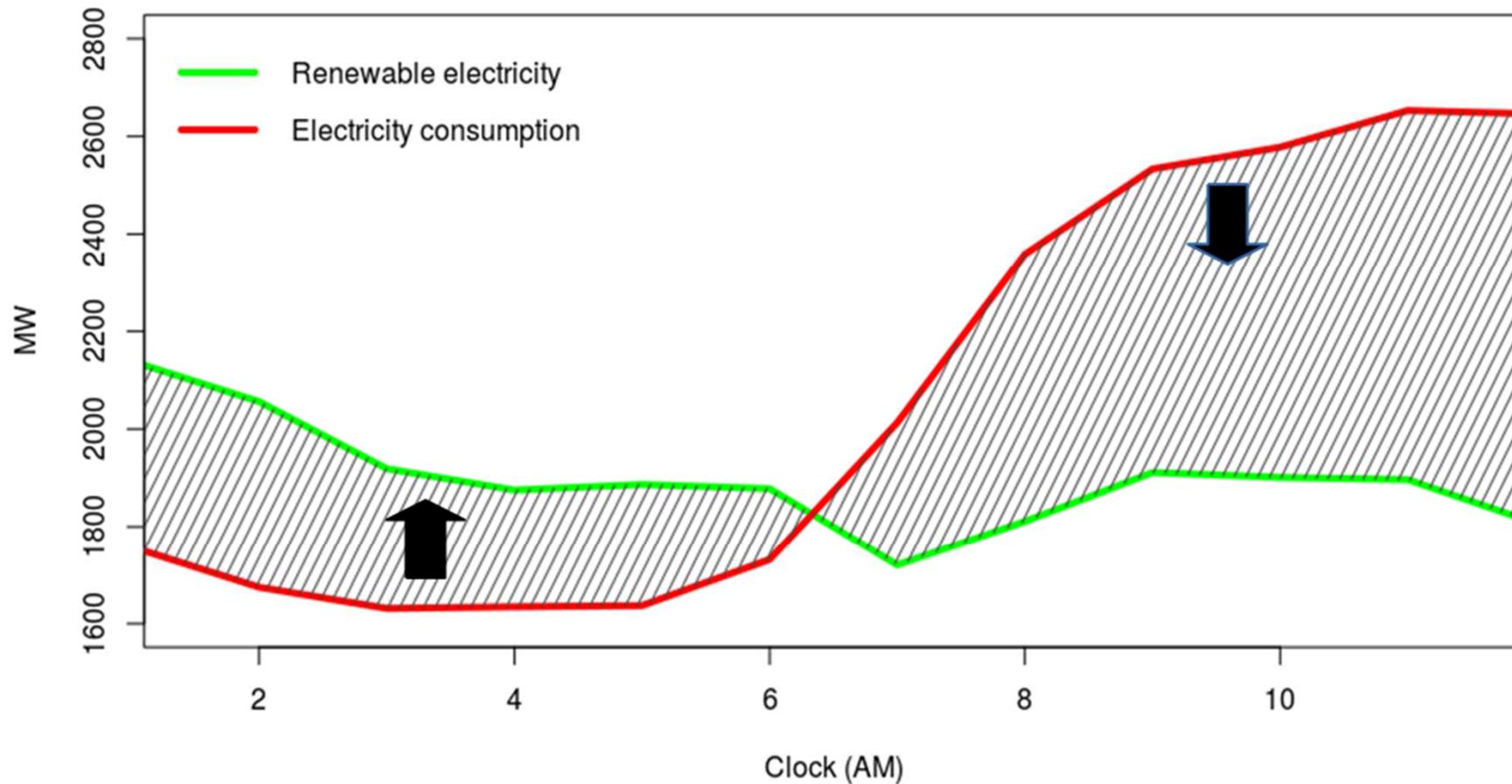
Quelle: <https://rosso-acoustic.com>

Gebäude als Energiespeicher

Wo wird Bauteilaktivierung eingesetzt?

- Schutz gegen aufsteigende Feuchte
- Beheizung von Wärmebrücken
- Heizen und Kühlen
(Flächenheizung/kühlung)
- **Gebäude als Energiespeicher**

Energieflexibilität in Gebäuden



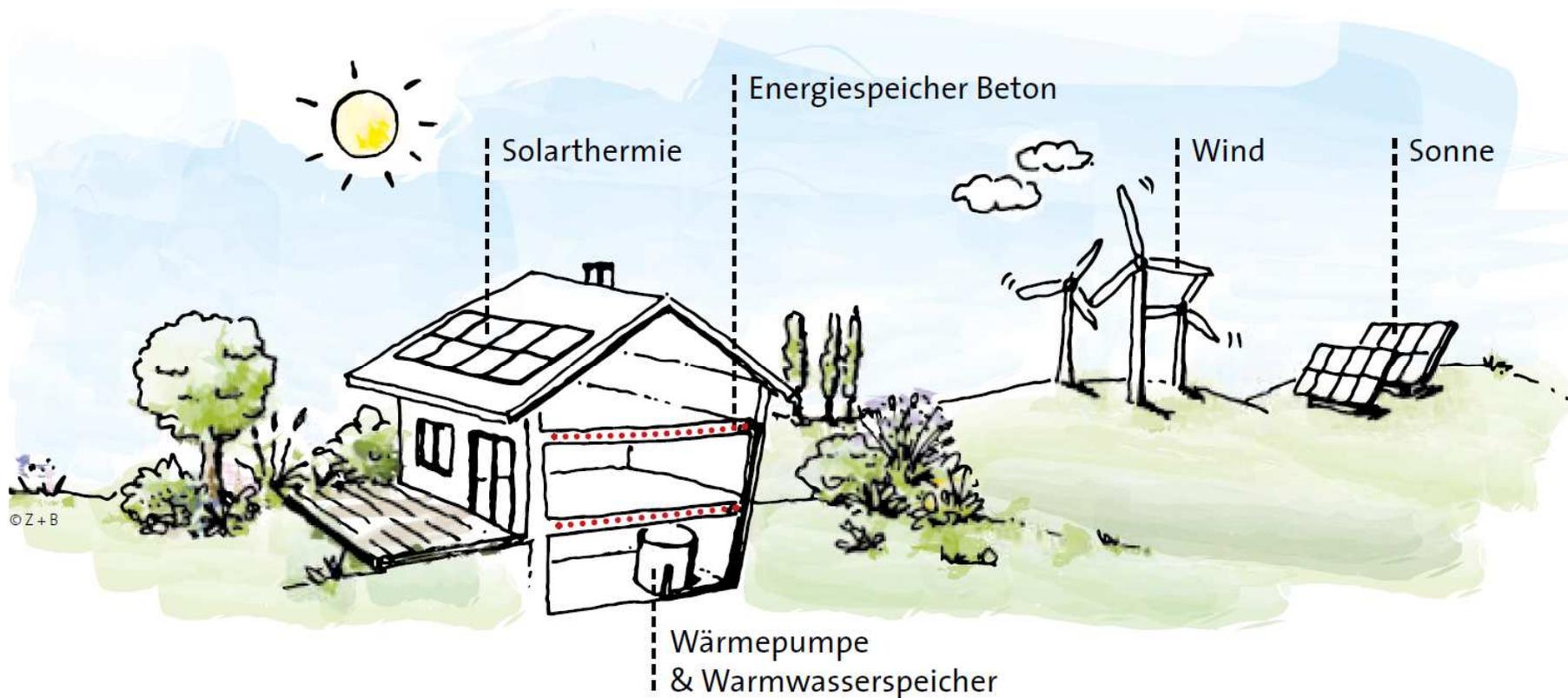
→ BAUTEILAKTIVIERUNG !

Glättung der Netzspitzen



→ BAUTEILAKTIVIERUNG !

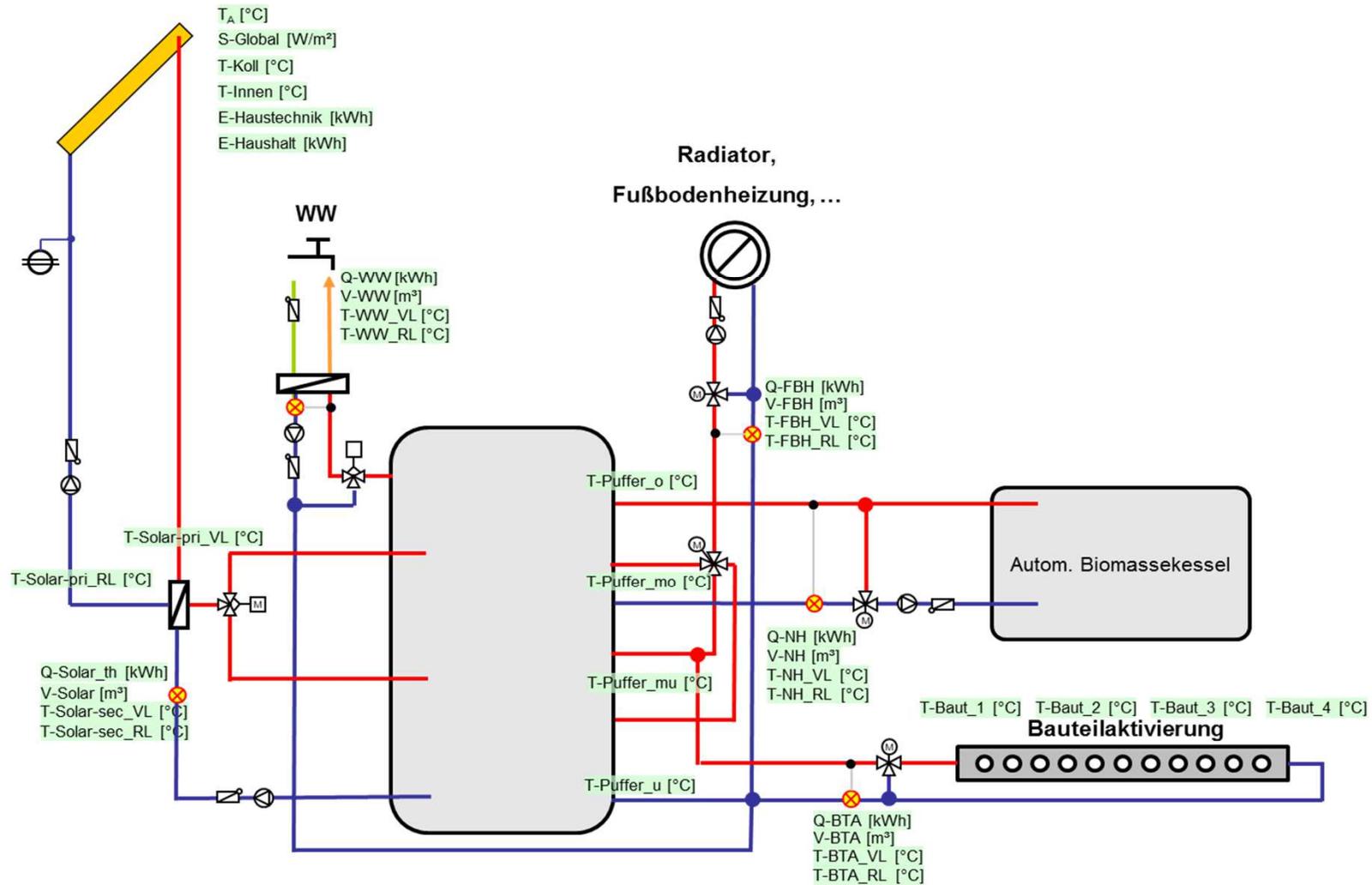
Nutzung Erneuerbarer Energie



→ Beton eignet sich nicht nur gut, um Wärme zu leiten, sondern ist auch ein hervorragender Energiespeicher.

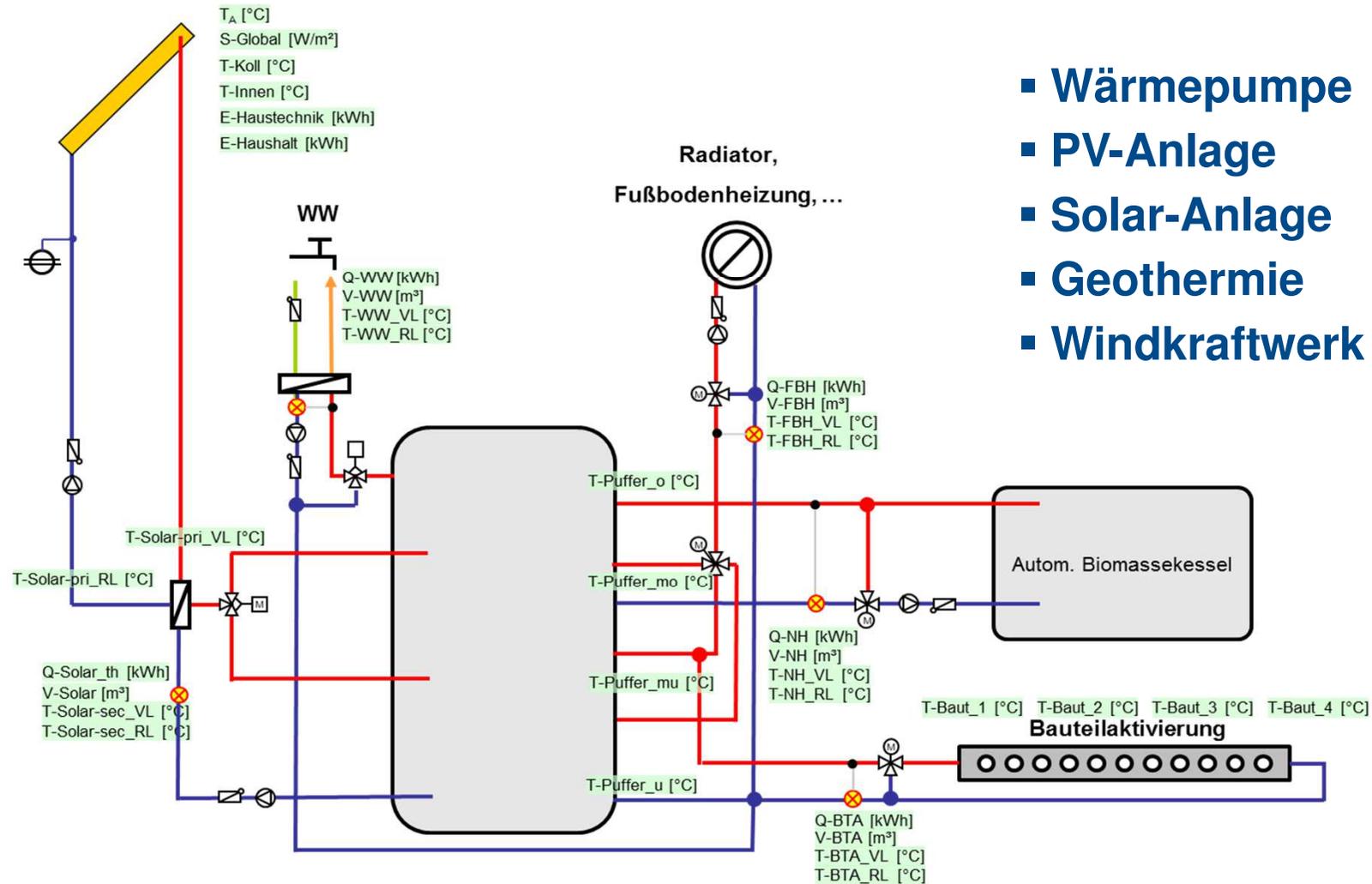
Quelle: Thermische Bauteilaktivierung 9/2016
Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser

Nutzung Erneuerbarer Energie



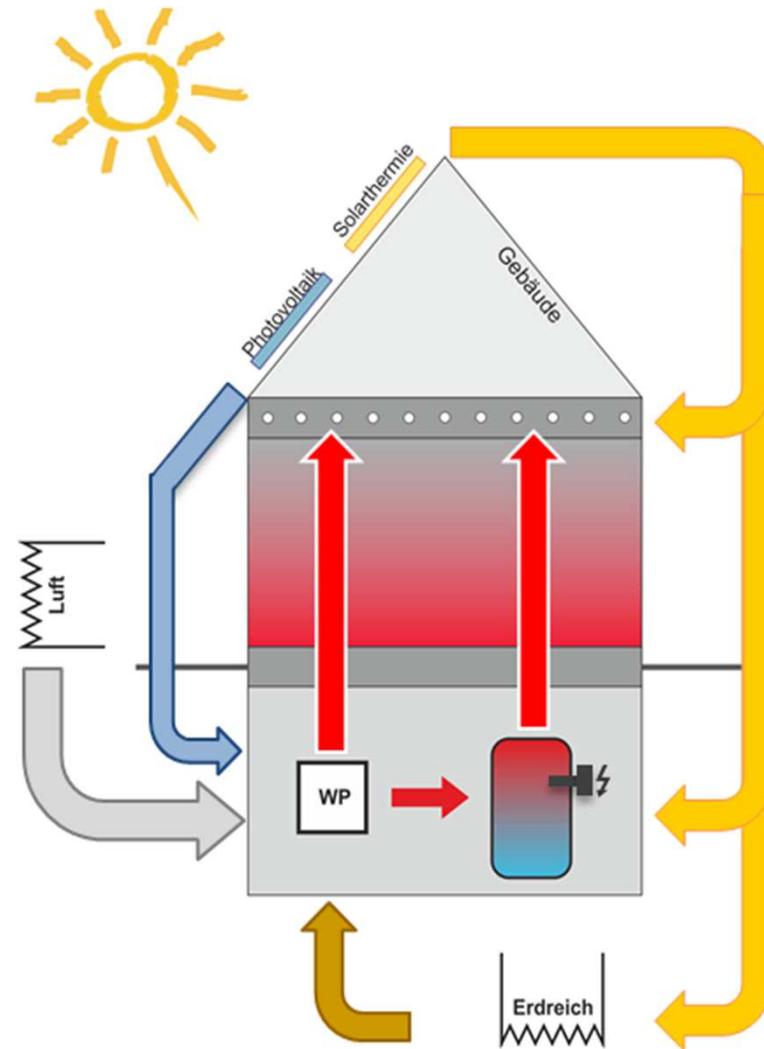
Anlagenkonzepte:

- Wärmepumpe
- PV-Anlage
- Solar-Anlage
- Geothermie
- Windkraftwerk



Versorgungssysteme

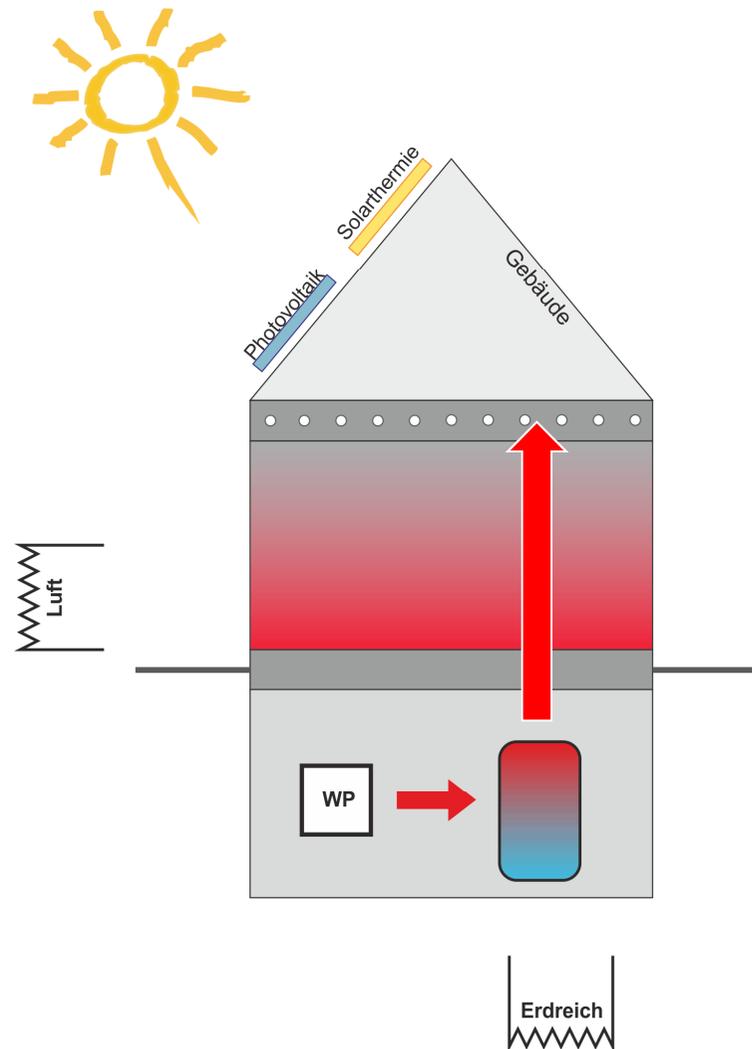
- WP / Solarthermie
- Sole-WP / Solarthermie
- Luft-WP / Photovoltaik
- E-Patrone / Solarthermie
- E-Patrone / Photovoltaik



Energiesystem

- Indirektes System
 - Alles über thermischen Speicher

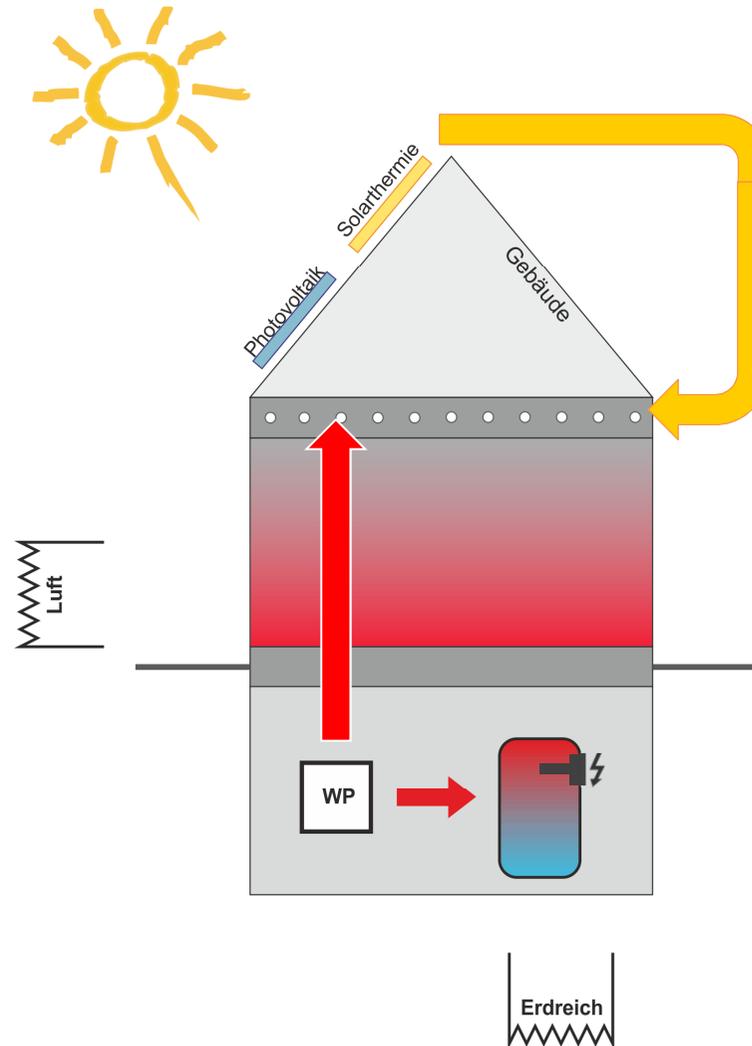
- Direktes System
 - Direkte TABS Beladung sowohl solarthermisch als auch mit WP möglich



Energiesystem

- Indirektes System
 - Alles über thermischen Speicher

- Direktes System
 - Direkte TABS Beladung sowohl solarthermisch als auch mit WP möglich



Fazit Simulationsberechnungen

- Anforderungen an PE und CO₂ Emissionen im Neubau (OIB-Richtlinie) mit BTA deutlich erfüllt
- Hohe SD im Niedrigenergiehaus und Passivhaus
- Hohe Primärenergie- und CO₂-Einsparungen (bis 60%) bei mit **Solarthermie oder Photovoltaik** bereits bei geringen bis mittleren Kollektorflächen möglich
- Beide solare Umwandlungstechnologien sind für den Einsatz mit BTA geeignet
- Einsparungen mit Solarthermie etwas höher, jedoch auch höhere LCOH und Anfangsinvestitionen
- Wärmepumpensysteme sind den Strom-direkt Systemen zu favorisieren
- Energieflexibilität: hohes Potential der thermischen BTA für fluktuierende Erneuerbare (ST/PV/Wind) aber auch Netze

Vorteile einer Bauteilaktivierung

- Einsatz in Wohn- und Bürogebäude
- Beton kann Wärme zwischenspeichern und zeitversetzt abgeben
- Der Einsatz von Sonnenkollektoren eignet sich besonders gut als Hilfsmittel für die Betonkernaktivierung.
- Für die Kühlung von Räumen kann Grundwasser genutzt werden.
- Heizen und Kühlen ist möglich
- hoher thermischer Komfort übers Jahr, jedoch keine Klimatisierung!!!
- Geringerer Energieverbrauch, hohe Behaglichkeit (geringe Temperaturunterschiede der Oberflächen)

Nachteile einer Bauteilaktivierung

- Die Installationskosten sind höher als bei der Konvektionsheizung
- Betonkernaktivierung reagiert langsam auf Veränderungen der Außentemperatur
- Eine Nachtabsenkung der Heiztemperatur ist kaum möglich.
- Bei niedrigen Außentemperaturen reicht u.U. die Heizung der Räume durch Betonkernaktivierung allein nicht aus.
- Für die Planung und Steuerung der Anlage ist das Know-how bzw. die Zusammenarbeit von Fachleuten frühzeitig gefragt.
- Akustik an der Decke nur eingeschränkt möglich!
- Wärme- und Kälteabgabe ist eingeschränkt
- Hochwertige Gebäudehülle und geringe Lüftungsverluste erforderlich, geringe Heizlast

weiterführende Literatur



Quelle: Thermische Bauteilaktivierung 9/2016
Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser



An aerial photograph of a modern building complex featuring large solar panels on the roof and a prominent yellow and blue logo overlay in the top left corner. The building has a mix of white, grey, and yellow walls, and the solar panels are mounted on a structure that extends over a paved area. The background shows a clear blue sky and some trees.

AEE INTEC

IDEA TO ACTION

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit**