

Fact Sheet

# Thermische Bauteilaktivierung

The background features a central white circle with radiating lines, surrounded by three dark blue, curved, leaf-like shapes. The entire design is set against a dark blue background with faint, concentric white arcs.

Antworten auf die wesentlichen Fragen  
zum Thema thermische Bauteilaktivierung

# Inhalt

4

01 Was heißt Bauteile aktivieren?

5

02 Was bedeutet die Bauteilaktivierung für die Bewohner?

6

03 Was bringt die Bauteilaktivierung dem Bauträger?

7

04 Was bringt die Speicherkapazität für die Energiewende?

8

05 Wieviel Energie kann eingespeichert werden?

9

06 Welche Anforderungen stellen sich an aktivierte Decken?

10

07 Welches Energiekonzept ist für ein Gebäude mit TBA grundsätzlich möglich?

12

08 Wie wird eine Bauteilaktivierung gesteuert?

13

09 Wie kann das Warmwasser bereit werden?

10 Wie hoch ist die erwartete Lebensdauer von TBA-Anlagen?

14

11 Wie werden Behaglichkeit und Komfort sichergestellt?

16

12 Ist Bauteilaktivierung auch bei einer Sanierung möglich?

17

13 Was kann über die Kosten allgemein gesagt werden

# Werte Leserinnen und Leser!

Zur Erreichung der Klimaschutzziele muss der Gebäudebestand bis 2040 CO<sub>2</sub> neutral werden. Dazu gehören sowohl die Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs als auch der Ersatz fossiler Energie durch erneuerbare Energieträger.

Die Kapazität ohnehin vorhandener Bauteile für die Speicherung von Wärme nutzbar zu machen, ist ein wesentlicher Beitrag zum Aufbau eines erneuerbaren Energiesystems, da dies wesentlich dazu beitragen kann, die – für erneuerbare Energien typische – ungleiche Verteilung von Energieerzeugung und -verbrauch auszugleichen.

Der Klima- und Energiefonds unterstützt daher im Rahmen des Programms „**Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung**“ die Anwendung der thermischen Speicherkapazität von Bauteilen

zur Maximierung des Einsatzes von erneuerbaren Energien für die Bereitstellung von Wärme und Kälte. Kern des Programms ist die Beauftragung von Planungsdienstleistungen für die Konditionierung (Sommer und Winter) von konkreten Geschosswohngebäuden mit optimierter Nutzung erneuerbarer Energie auf Basis des Einsatzes von thermisch aktivierten Gebäudemassen als Wärmespeicher.

Mit diesem Fact Sheet werden grundlegende Fakten zur Bauteilaktivierung sachlich fundiert und zugleich verständlich aufgearbeitet. Auf der Website [www.bauteilaktivierung.info](http://www.bauteilaktivierung.info) finden Sie dazu weiterführende Informationen im Sinne einer e-learning-Plattform.

**Ingmar Höbarth**  
Geschäftsführer  
Klima- und Energiefonds

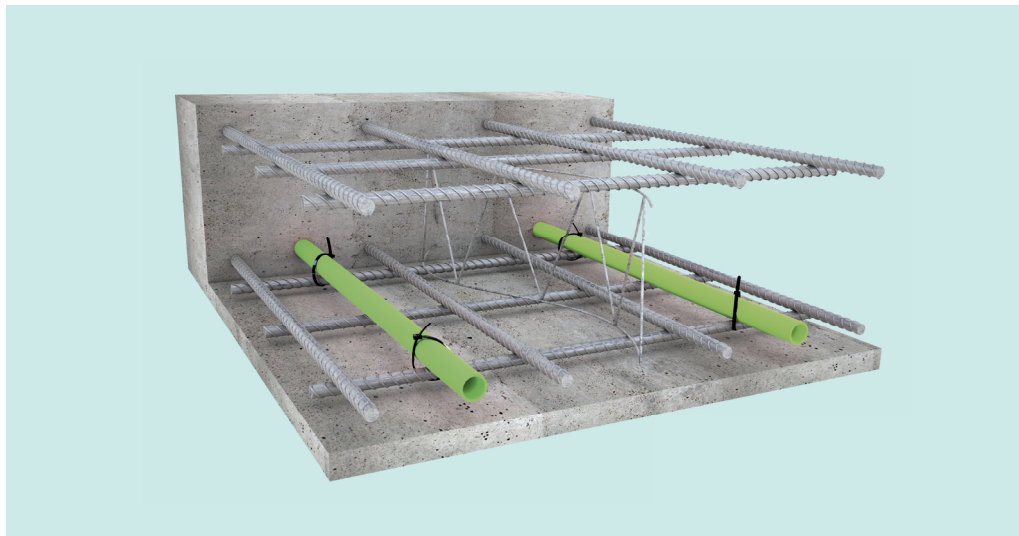


# 01 Was heißt Bauteile aktivieren?

## Die Montage

Modell einer aktivierten Betondecke. Das Rohrregister ist in diesem Beispiel auf der unteren Bewehrungslage fixiert und wird einbetoniert.

→ Bild: © Z+B



Die thermische Bauteilaktivierung (TBA) ist im Grunde eine einfache Technologie. Sie ist seit vielen Jahren ein Standardsystem für Heizung und Kühlung im gewerblichen Bereich und ist zunehmend auch in Wohngebäuden auf dem Vormarsch. Mit Klimaveränderung und Energiewende wird insbesondere die Ausnutzung der Speicherkapazität zunehmend interessant.

TBA ist eine Flächenheizung bzw. -kühlung. Rohrleitungen werden in massiven Bauteilen verlegt, durch die Wasser als Heiz- bzw. Kühlmedium fließt. Die aktivierten Bauteile geben über ihre gesamte Fläche Wärme ab oder nehmen sie wieder auf – je nach Heiz- oder Kühlsituation. Im Gegensatz zur Fußbodenheizung, welche im Estrich verlegt wird, werden die Rohrleitungen vor dem Betoniervorgang auf der unteren Bewehrungsebene oder im Kern von Betondecken oder Betonfertigteilen montiert, wodurch das gesamte Bauteil thermisch aktiviert wird.

Für die Anwendungen der TBA als einziges Heizsystem ist ein guter thermischer Gebäudestandard Voraussetzung, dann

reichen die aktivierten Deckenflächen und es sind keine zusätzlichen Wärmeabgabesysteme (außer ev. ein Handtuchwärmer im Badezimmer), wie z.B. Heizkörper oder Fußbodenheizung erforderlich. Auch die Stärken üblicher Betondecken reichen für eine thermische Aktivierung aus, es wird kein zusätzlicher Beton benötigt.

Durch die großen Übertragungsflächen können die Systemtemperaturen sehr niedrig gehalten werden (Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Raumluft ca. 1–6 °C), wodurch Bauteilaktivierung hervorragend für den Einsatz von erneuerbaren Energien geeignet ist.

Neben der Abgabe von Heizungswärme ist die Aktivierung von Decken hervorragend für die Raumtemperierung in der warmen Jahreszeit geeignet. Insbesondere der Einsatz von freier Rückkühlung über Erdwärmetauscher, Grundwasserbrunnen oder Kaltwassersätze ist ein bewährtes und ressourcenschonendes Konzept, mit dem Wohnungen im Sommer behaglich kühl gehalten werden können, und das bei sehr niedrigen Betriebskosten.

# Was bedeutet die Bauteilaktivierung 02 für die Bewohner?



Behaglichkeit durch hohen Strahlungsanteil jedoch ohne „merkbar“ Heizung und Kühlung



Keine Turbulenzen und keine Staubaufwirbelung



Ganzjährig angenehm temperierte Räume



Genauere Vorsichtsmaßnahmen beim Bohren in die Decke



Das Heizen ohne Heizkörper bringt die Möglichkeit einer besseren Raumnutzung und Möblierbarkeit und verhindert eine „spürbare“ Wärmequelle im Raum

Die großen, aktivierten Flächen ermöglichen besonders niedrige Betriebstemperaturen und ein ausgeglichenes Raumklima, welches sich durch hohe Behaglichkeit aufgrund des hohen Strahlungsanteils der Wärme- bzw. Kälteabgabe auszeichnet.

Die Möglichkeit, das Wärmeabgabesystem auch für sommerliche Temperierung zu nutzen, stellt insbesondere in Verbindung mit Erdwärmetauschern oder Kaltwassersätzen eine interessante und günstige Kühlvariante dar.

Zukunftsorientiert: Der zunehmende Ausbau von Wind- und Solarenergie macht es notwendig, dass die Zeiten der Stromnutzung flexibler werden. Auf Grund einer EU-Vorgabe sind deshalb neue Tarifmodelle für Flexibilität in der Abnahme von Strom zu erwarten. Wer mit Bauteilaktivierung die Speicherfähigkeit seiner massiven Bauteile nutzt, kann zukünftig von günstigen Tarifen profitieren. Auch in Verbindung mit Fern- oder Nahwärme sind für

bauteilaktivierte Gebäude Begünstigungen für flexible Abnahme zu erwarten.

Erneuerbare Energie, die lokal am Grundstück generiert wird (Solarthermie, PV in Kombination mit Wärmepumpen, photovoltaisch-thermische Hybridkollektoren (PVT-Kollektoren), Windenergie, Kleinwasserkraft, etc.) kann mit einer TBA besser genutzt werden.

Durch die Speicherfähigkeit und die geringe Betriebstemperatur ist die Bauteilaktivierung prädestiniert für die Zwischenspeicherung von Energie, die dann zu einem hohen Maße auch lokal verbraucht werden kann (hoher Eigenverbrauchsgrad).

Eine neue Option sind dabei „Lokale Energiegemeinschaften“, die die selbst erzeugte Energie in einem Zusammenschluss von mehreren Gebäuden und Verbrauchern optimal verteilen und auch verrechnen.

## 03 Was bringt die Bauteilaktivierung dem Bauträger?

### MGG<sup>22</sup>

Die Wärme für Beheizung und Warmwasser wird am Mühlgrund über Sole/Wasser-Wärmepumpen in Verbindung mit Erdwärme-Tiefensonden erzeugt.

Insgesamt 30 Erdsonden wurden mit je 150 Meter gebohrt und verbaut. Ab einer Tiefe von rund 10 bis 20 Metern herrscht das ganze Jahr über eine gleichmäßige Temperatur von 10 bis 12 °C.

Die entzogene Erdwärme wird im Heizfall mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht. Im Kühlfall wird Wärme ins Erdreich eingebracht und somit gleichzeitig regeneriert.



→ Bild: © A. Kromus, Z+B

Der wesentliche Zusatznutzen der TBA ist, dass das gleiche System sowohl für Heizung als auch für Kühlung eingesetzt werden kann. Dieser Vorteil wird in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Die komfortable Kühlfunktion kann praktisch ohne Zusatzaufwand kostengünstig angeboten werden.

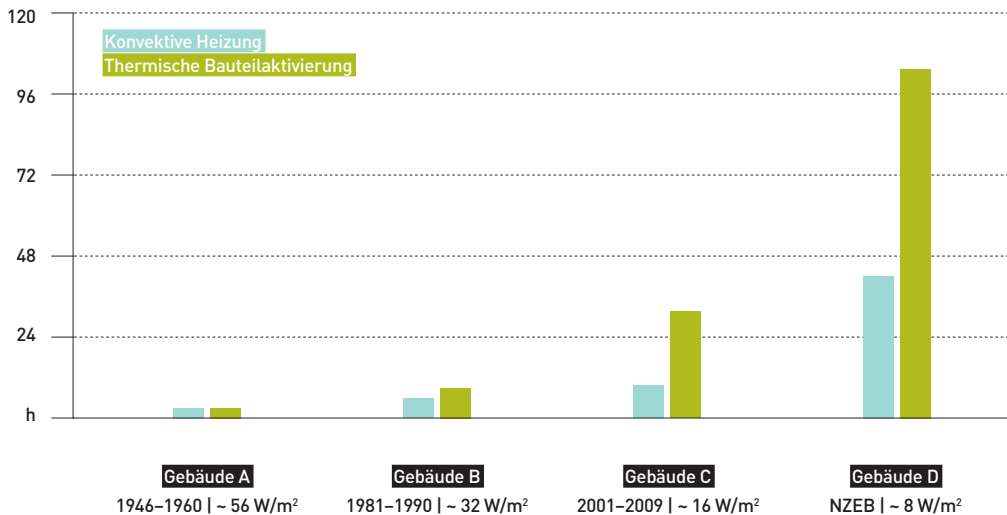
Die Kosten der TBA sind im Allgemeinen nicht höher als für Fußbodenheizungen. Da die Bauteilaktivierung im Gewerbebau seit langem Standard ist, sollte es hier keine Preisunsicherheiten geben. Mehrkosten können anfallen, wenn der Wärmeschutz gegenüber einer Vergleichsvariante verbessert werden muss, um die alleinige Beheizbarkeit sicherzustellen. Solange keine Standard-Regelungen am Markt sind, ist hier noch mit Mehrkosten zu rechnen. Energie- und Betriebskosten sind vergleichsweise günstig, das Risiko für hohe Energiekosten in der Zukunft ist gering (eine relevante Bepreisung von CO<sub>2</sub> ist in den nächsten Jahren nicht ganz unwahrscheinlich).

Für eine gut funktionierende TBA sind in Planung und Ausführung einige Dinge zu beachten. Da die TBA noch nicht durch Normen geregelt ist, sind ggf. folgende Berechnungen und Nachweise zu empfehlen:

- > **Heizlast im ungünstigsten Raum**, Berechnung nach PHPP (Passivhaus Projektierungspaket) bzw. thermische Simulation
- > **Qualitätssicherung in der Ausführung**, Nachweis der Luftdichte gemäß ÖNORM EN 13829, Dichtheitsprobe

Um nachzuweisen, dass jeder Einzelraum auch bei längeren Kälteperioden behaglich beheizt werden kann, wird die Bemessung der TBA mittels thermischer Simulation empfohlen. Ein Berechnungsverfahren, das in der Planung für Wohnbauten noch nicht zum Standard gehört. Die Kosten für diese Simulation können sich rasch bezahlt machen, wenn damit eine effizientere Auslegung der TBA möglich wird.

# Was bringt die Speicherkapazität für die Energiewende? 04



Während ein Gebäude mit einer durchschnittlichen Heizleistung von ca. 32 W/m<sup>2</sup> (Gebäude B) innerhalb von etwa 3 Stunden von 22 auf 20 °C operative Raumtemperatur absinkt, dauert für ein sehr gut gedämmtes Gebäude (Gebäude D) der gleiche Temperaturabfall rund 42 Stunden.

Durch den Einsatz von Bauteilaktivierung wird diese Auskühlzeit zumindest verdoppelt.

Massive Gebäude haben unabhängig von Gebäudequalität und Art des Wärmeabgabesystems eine gewisse Speicherkapazität. Je besser der Dämmstandard, desto länger kann die eingespeicherte Wärme die Raumtemperatur im Komfortbereich halten (vgl. Abbildung).

In Österreich werden jährlich etwa 50.000 Wohnungen in neuen Wohngebäuden errichtet (Statistik Austria). Damit werden pro Jahr etwa 4 Millionen Quadratmeter Betondecken hergestellt.

Thermische Bauteilaktivierung (TBA) könnte die Speicherkapazität dieser ohnehin vorhandenen Bauteile nutzbar machen. Die Bewirtschaftung dieser Speicherkapazität erlaubt eine stärkere Nutzung von

- > **lokal erzeugter erneuerbarer Energie** (Solarthermie, Photovoltaik, Kleinwindkraft, Kleinwasserkraft, etc.),
- > **erneuerbarem „Überschussstrom“ aus dem Netz** in Verbindung mit Wärmepumpen – die Energieabgabe kann zeitlich um einige Stunden oder Tage verschoben werden (Lastverschiebung, Nutzung von Strom netzdienlich und zu Zeiten mit niedriger CO<sub>2</sub>-Emission),

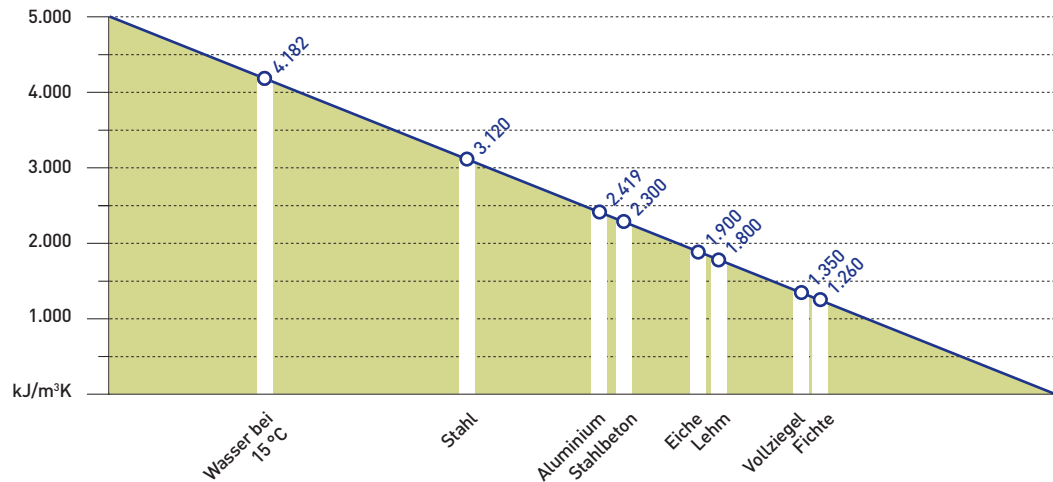
- > **von Flexibilisierungsoptionen in Mikro-, Nah- und Fernwärmenetzen.** Leistungsverschiebungen können, wie im Stromnetz, auch Wärmeerzeugungsanlagen und Netzinfrastrukturen entlasten. Zusätzlich zur Nutzung der Speicherkapazität des Bauteils ist für Fernwärmebetreiber aufgrund der niedrigen notwendigen Vorlauftemperaturen auch eine Versorgung aus dem Fernwärme-Rücklauf eine interessante Option, um sowohl den Wirkungsgrad als auch die Netzleistungskapazitäten zu erhöhen.

Die Bewirtschaftung der Speichermassen ermöglicht zusätzlich eine einfach umzusetzende und gleichzeitig energieeffiziente Kühlfunktion. In Verbindung mit Erdwärme-Tiefensonden kann der Erdkörper eines Sondenfeldes saisonal bewirtschaftet werden. Die eingespeicherte Abwärme aus der sommerlichen Kühlung verbessert dann die Wärmeausbeute in der Heizsaison. Wärmepumpen können so mit deutlich höherer Effizienz betrieben werden. Die zunehmend höheren Außentemperaturen aufgrund des Klimawandels machen Gebäudekühlung in den nächsten Jahren zunehmend erforderlich. Aus diesen Gründen besteht ein allgemeines Interesse an der verstärkten Aktivierung vorhandener Speichermassen.

## 05 Wieviel Energie kann eingespeichert werden?

Die Wärmespeicherzahl  $s$  gibt in Kilojoule (kJ) an, welche Wärmemenge erforderlich ist, um 1 Kubikmeter (m<sup>3</sup>) des betreffenden Stoffes um 1 Kelvin (K) zu erwärmen = kJ/m<sup>3</sup>K.

Sie errechnet sich aus der Wärmekapazität durch Multiplikation mit der Dichte.



Durch Erhöhung seiner Temperatur lässt sich der Energieinhalt eines Körpers steigern. Flüssiges Wasser hat eine besonders hohe Wärmekapazität und eignet sich daher ideal als Speicher von Wärme. Große Wasserspeicher sind in Wohngebäuden aber aufwändig. Auf das Volumen bezogen kann Beton etwas mehr als die Hälfte der Energiemenge einspeichern wie Wasser, Fichtenholz knapp ein Drittel (Wärmespeicherungsanzahl: Holz Fichte 1.260 kJ/m<sup>3</sup>K, Stahlbeton 2.300 kJ/m<sup>3</sup>K, Wasser 4.182 kJ/m<sup>3</sup>K).

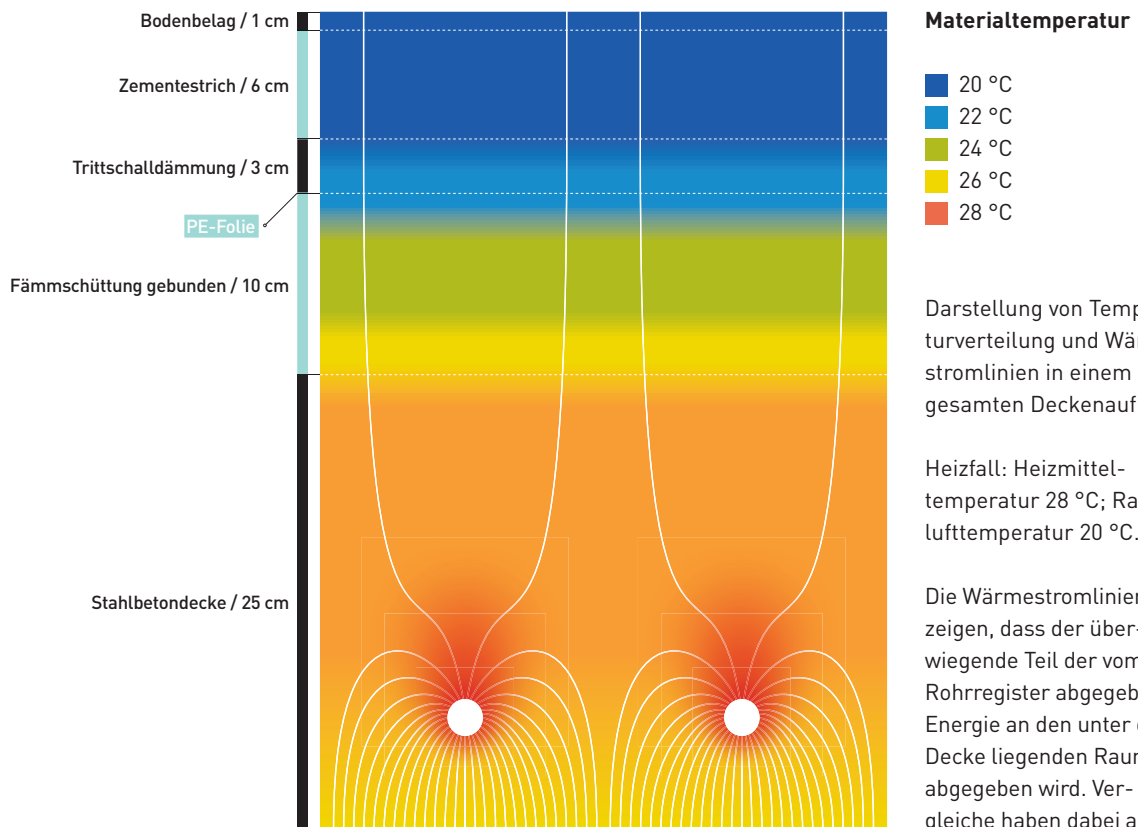
Bei einer Betondecke ist eine völlig gleichmäßige (isotherme) Erwärmung nicht möglich. Das theoretische Speichervermögen kann also nicht zur Gänze ausgenutzt werden. Wieviel Energie kann man nun in eine aktivierte Decke

tatsächlich einspeichern? Für Abschätzungen wird empfohlen, die nutzbare Wärmespeicherkapazität für z.B. eine 25 cm starke Betondecke mit einem darüber liegenden üblichen Fußbodenaufbau mit 0,11 bis 0,14 kWh/m<sup>2</sup>K anzusetzen (pro Quadratmeter Deckenfläche, nach K. Krec).

Beispiel 100 m<sup>2</sup> aktivierte Decke: Temperatur wird von 21 auf 25 °C angehoben, damit werden ca. 50 kWh Wärme eingespeichert (Orientierungswert). Dabei zeigt sich die Bedeutung der thermischen Qualität des Gebäudes. Je nach thermischem Gebäudestandard ermöglichen 50 kWh (entspricht etwa 5 Liter Heizöl oder 5 Kubikmeter Erdgas) die Beheizung für mehrere kalte Tage oder nur für einige Stunden.



# Welche Anforderungen stellen sich an aktivierte Decken? 06



Eine wesentliche Anforderung an die thermisch aktivierte Decke besteht darin, dass im Heizbetrieb die von der Decke abgegebene Wärme dem darunterliegenden Raum zukommen soll. Analog soll im Kühlbetrieb die Wärme dem unterhalb der Decke liegenden Raum entzogen werden.

- > Schichten oder Aufbauten mit hohem thermischem Widerstand an der Deckenunterseite sind daher unbedingt zu vermeiden, da sie die Wärmeabgabe- und -aufnahmeleistung der thermisch aktivierten Decke drastisch verringern würden.

Das Einbetten der Heizregister in eine Stahlbetondecke bewirkt, dass die Wärme vom Register sowohl nach unten als auch nach oben abgegeben wird. Wie groß der Anteil des nach

oben – also in die unerwünschte Richtung – abfließenden Wärmestroms am gesamten vom Register abgegebenen Wärmestrom ist, hängt vom thermischen Widerstand der über der Stahlbetondecke liegenden Konstruktion ab.

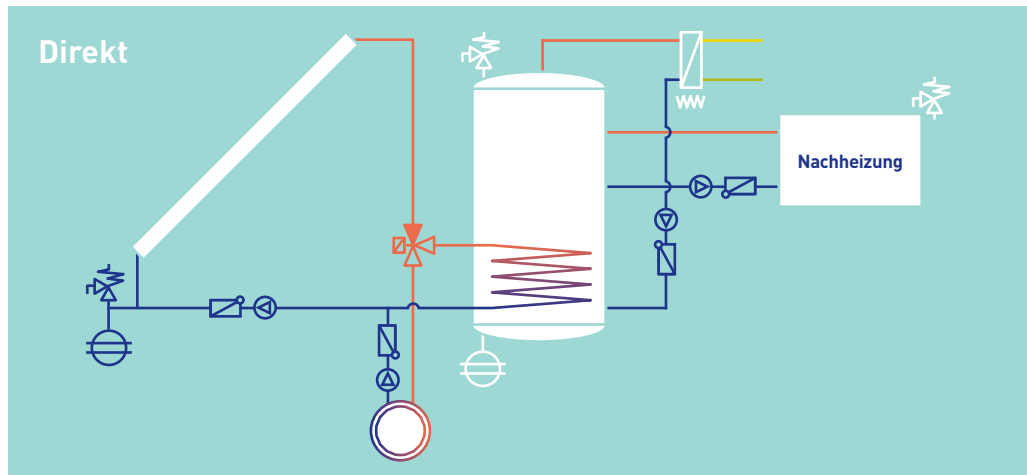
- > Decke zwischen Regelgeschossen haben üblicherweise ein Trittschalldämmung. Der thermische Widerstand kann zusätzlich durch Einbau einer Dämmschüttung (z.B. 5–10 cm) erhöht und somit der vom Heizregister nach oben abfließende Wärmestrom stark verkleinert werden.
- > Die oberste Decke muss sehr gut gedämmt sein und Wärmebrücken im Bereich der Attika sind zu vermeiden, da ansonsten im Winter vom Heizregister nach oben zu viel Wärme abgegeben würde.

→ Bild: © Klaus Krec.  
 → Siehe TBA Leitfaden Seite 84: [https://zement.at/downloads/downloads\\_2016/PLANUNGS-Leitfaden\\_2016\\_Energiespeicher\\_Beton.pdf](https://zement.at/downloads/downloads_2016/PLANUNGS-Leitfaden_2016_Energiespeicher_Beton.pdf)

## 07 Welches Energiekonzept ist für ein Gebäude mit TBA grundsätzlich möglich?

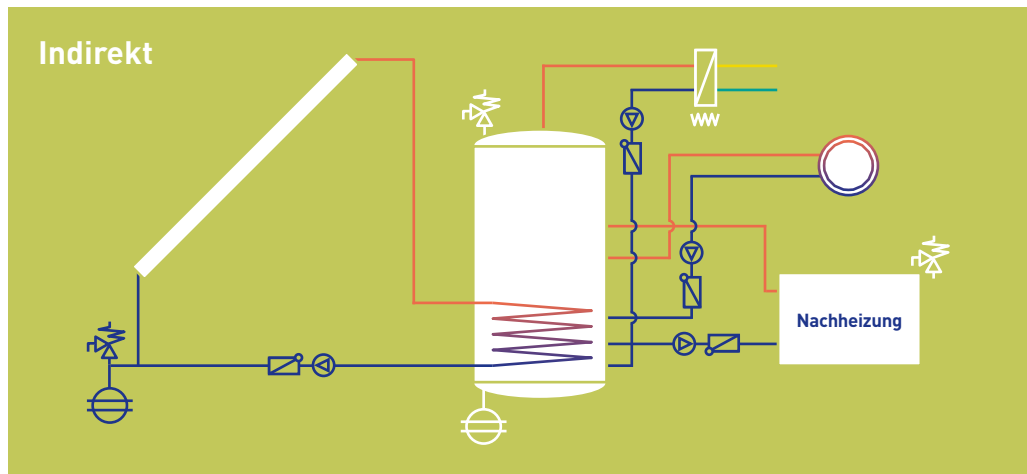
### Direkt

Hier wird die Solaranlage direkt mit der Bauteilaktivierung verbunden, sprich die Bauteilaktivierung von dem Solarmedium durchströmt. Der fehlende Wärmetauscher bietet den Vorteil, dass die Solaranlage auf einem sehr niedrigen Betriebs-temperaturniveau betrieben werden kann, wodurch der Wirkungs-grad höher ist als bei Ver-wendung eines Wärme-tauschers. Nachteilig ist hingegen, dass üblicher-weise eine Anbin-dung an die Nachheizung schwieriger ist und dass die Bauteilaktivierung vor einer Überhitzung gesichert werden muss (gut regelbares High Flow Konzept).



### Indirekt

Die Solaranlage ist über einen Wärmetauscher mit dem System verbunden. Die Bauteilaktivierung wird in diesem Fall üblicherweise aus dem Pufferspeicher versorgt, welcher als hydraulische Weiche eingesetzt wird.



Für die Versorgung großvolumiger städtischer Gebäude/Quartiere zeigen wissenschaftliche Untersuchungen, dass es vielfach möglich ist, den Bedarf für die Konditionierung durch die Nutzung der Potentiale am Standort zu decken: Sonne, Geothermie, Abwärme etc.

Die TBA kann dabei als flexibles System wesentliche Funktionen übernehmen. Bei Siedlungen kann dabei die Verteilung mittels Anergienetz, also eines Niedertemperatur-Verteilnetzes, an das verschiedene Wärmequellen sowie Wärmesenken angeschlossen sind, erfolgen. Auch der Einsatz von Hybridkollektoren (Solarthermie plus PV, PVT) ist hier eine Option,<sup>1</sup>

### A. NUTZUNG VON LOKAL ERZEUGTER ERNEUERBARER ENERGIE

Durch die Speicherfähigkeit und die geringe Betriebstemperatur ist die Bauteilaktivierung prädestiniert für die Nutzung lokal erzeugter erneuerbarer Energie, welche durch diese Kombination zu einem hohen Maße auch lokal verbraucht werden kann (hoher Eigenverbrauchsgrad), was u.a. zur Entlastung von Netzinfrastrukturen führen kann. Es sind Deckungsgrade des Raumheizungsbedarfs bis 100% möglich. Die möglichen Systemkombinationen können grob in lokale Strom- und lokale Wärmeerzeugung unterteilt werden.

### **Lokale Wärmeerzeugung – Solarthermie**

Mit Hilfe von Solarthermie-Anlagen kann Wärme einfach und langfristig kosteneffizient lokal produziert werden, da die niedrigen Betriebstemperaturen der Bauteilaktivierung für hohe Wirkungsgrade der Sonnenkollektoren sorgen. Die Einbindung der Solarthermie in das Gesamtwärmeversorgungssystem kann direkt oder indirekt erfolgen, wie die Abbildung zeigt.

### **Lokale Stromerzeugung – Photovoltaik, Kleinwind- oder Kleinwasserkraft**

Lokal erzeugter Strom kann mit Hilfe einer Wärmepumpe in Wärme umgewandelt werden. Durch die niedrigen Systemtemperaturen sind gute Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpe erreichbar. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass der sommerliche Stromertrag für die Produktion bzw. Verteilung von Kühlenergie eingesetzt werden kann.

## **B. NUTZUNG VON ERNEUERBAREM „ÜBERSCHUSSSTROM“ AUS DEM STROMNETZ**

Durch den steigenden Anteil von erneuerbarem Strom in den Netzen kommt es schon heute zu lokalen Stromüberschüssen. Diese können in Kombination mit Wärmepumpen als Wärme oder Kälte in Bauteilaktivierung gespeichert werden. Dies entlastet die (lokalen) Netzinfrastrukturen und bringt zukünftig für den Nutzer Kostenvorteile durch flexible Stromtarifmodelle.

Wärmepumpen können die Wärme für Beheizung und Warmwasser aus der Luft, aus Grundwasserbrunnen oder Erdwärm-Tiefensonden beziehen. Die Nutzung des Grundwassers ist wasserrechtlich geregelt.

Im Allgemeinen wird in Österreich, vor allem in Ballungsgebieten, ein signifikanter Grundwassertemperaturanstieg festgestellt.<sup>2</sup>

Demnach wäre eine Wärmeentnahme weniger problematisch als allfällige Erwärmung im Kühlfall.

Ab einer Tiefe von rund 10 bis 20 Metern herrscht im thermisch nicht genutzten Untergrund das ganze Jahr über eine gleichmäßige Temperatur von 10 bis 12 °C. Die entzogene Erdwärme wird im Heizfall mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht. Im Kühlfall wird Wärme ins Erdreich eingebracht, damit kann im Sommer das Sondenfeld mit Abwärme regeneriert werden. Die Strom-Direktheizung einer TBA ist im Vergleich zu Wärmepumpenheizungen deutlich energieintensiver, da die Wärmepumpe mit den für TBA typischen niedrigen Systemtemperaturen sehr günstige Jahresarbeitszahlen erreicht.

## **C. VERSORGUNG DURCH MIKRO-, NAH- UND FERNWÄRMENETZE**

Bauteilaktivierte Gebäude stellen auch für Nah- und Fernwärmenetze ein Flexibilisierungspotential dar. Erzeugungsspitzen durch erneuerbare Wärmeerzeuger im Wärmenetz können in diese dezentralen Speicher eingebracht bzw. zeitlich bekannten Lastspitzen kann durch rechtzeitiges Bespielen der Bauteile entgegengewirkt werden. Dies führt zusätzlich zu einer Erhöhung der Leistungskapazitäten von bestehenden Wärmeerzeugeranlagen.

Auch im Zusammenhang mit netzgebundener Wärmeversorgung stellt die niedrige Betriebstemperatur von Bauteilaktivierung einen Vorteil dar: bauteilaktivierte Gebäude können aus dem Rücklauf der Fernwärme versorgt werden, was zu einer Erhöhung der Netz-Leistungskapazitäten durch daraus resultierende größere Temperaturdifferenz zwischen Netzvor- und -rücklauf führt. Auch hier entstehen zukünftig dem Nutzer Kostenvorteile durch flexible Wärmetarifmodelle. Die Nutzung von Abwärme stellt insbesondere über Mikronetze zu benachbarten Gebäuden (Rechenzentren, Supermärkte, etc.) ein interessantes Potential dar.<sup>3</sup>

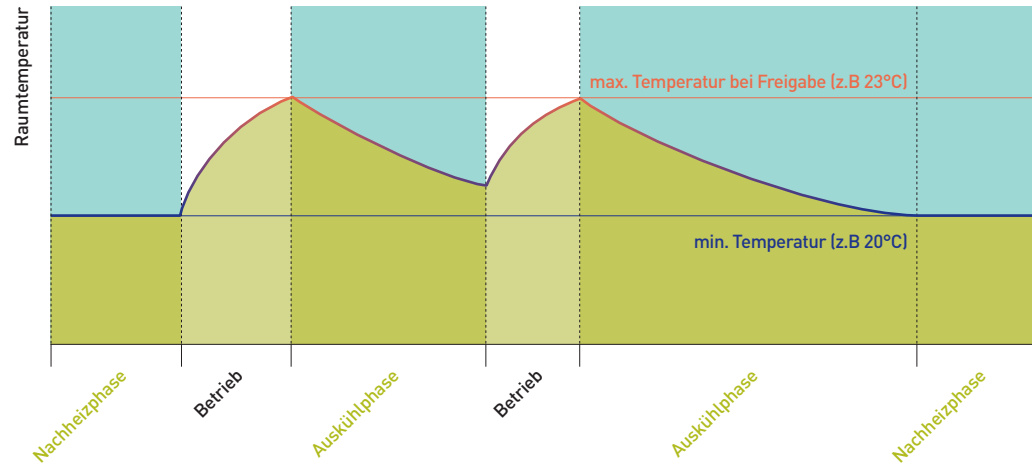
1 [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz\\_pdf/schriftenreihe-2016-19\\_urban-py-geotherm.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2016-19_urban-py-geotherm.pdf)

2 <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0328.pdf>

3 <https://www.klimaaktiv-elearning.at/Lernplattform/course/view.php?id=45#section-5>

## 08 Wie wird eine Bauteilaktivierung gesteuert?

Das Grundprinzip der Regelstrategie zur Speicherung von thermischer Energie aus Netzstrom innerhalb der Gebäudestruktur. Freigabe steht z. B. für Bezug von Wärme aus Solarthermie, Strom aus PV, billigen Strom eines Windkraft-Energieversorgers.



→ nach S. Handler 2015

Im Grunde erfolgt die Regelung ähnlich einer Fußbodenheizung. Die Aufteilung des Vorlaufs auf die einzelnen Heizkreise erfolgt über einen Verteiler. Die einzelnen Heizkreise können über motorbetriebene Stellventile geschlossen oder geöffnet werden, welche über einen Raumthermostat oder zentral angesteuert werden.

Der Nutzer hat üblicherweise die Möglichkeit, das Temperaturniveau über eine einfache Regelung zu beeinflussen. Regelungen sind für einzelne Räume oder für die Wohnung möglich, auf Grund der Trägheit des Systems kann aber keine rasche Reaktion erwartet werden. Dies stellt jedoch kein Problem dar, da gute gedämmte Gebäude mit ausreichender Speichermasse auch nur mehr sehr langsam selbst auf große Temperaturschwankung der Außenluft reagieren. Auch bei Störungen der Strom- oder Wärmeversorgung erweisen sich die große Speichermasse und die Trägheit als Vorteil. Das Gebäude kühlt sehr langsam aus, womit z. B. auch längere Ausfälle des Wärmeerzeugers (z. B. Blackout) für die Beheizung kein großes Problem darstellen.

### SPEICHERUNG VON THERMISCHER ENERGIE AUS NETZSTROM

Die Speicherkapazität der aktivierten Bauteile in Verbindung mit einer leichten

Überwärmung im Rahmen des festgelegten Komfortbandes ermöglicht es, günstige Stromtarife und erneuerbaren Strom zu nutzen.

Die Freigabezeiten werden der Gebäuderegelung mit einem Fernsignal vom Energieversorger übergeben. Die Anlagensteuerung der TBA ist so programmiert, dass einerseits ein definierter Komfortbereich eingehalten wird, andererseits vorrangig Energie aus sauberer Stromproduktion bezogen wird.

Es muss erst dann „normaler“ Strom bezogen werden, wenn der Wärmespeicher soweit entladen ist und das Gebäude aus dem Komfortbereich gerät (zu weit abkühlt). Während der Freigabezeiten werden die aktivierten Bauteile auf ein leicht erhöhtes Temperaturniveau aufgewärmt (definiertes Komfortband, z. B. max. 23 °C, siehe Abbildung).

Die dadurch gespeicherte Energie wird genutzt, um längere Zeiträume ohne Freigabe (oder Freigabe von Wind- oder PV- Strom) überbrücken zu können. Eine Wetterprognose kann in die Steuerung einbezogen werden.

Ein fernauslesbarer Smart Meter („intelligenter Stromzähler“) übermittelt die Daten an den Netzbetreiber, der sie dann an den Stromanbieter für die Abrechnung weiterleitet.

## Wie kann das Warmwasser 09 bereitet werden?

Es ist sinnvoll, die Warmwasserbereitung in Abstimmung mit der TBA zu konzipieren. Eine Möglichkeit ist eine (zweite) Wärmepumpe mit höherem Temperaturniveau. Auch diese kann in Verbindung mit einem Warmwasserspeicher flexibel und damit netzdienlich betrieben werden. Auch die Warmwasserbereitung kann und soll bestmöglich mit erneuerbaren Energien erfolgen, und, bei der Verwendung von Strom, netzdienlich und bestmöglich mit Wind- und Solarstrom, betrieben werden. Eine vorteilhafte Art der Warmwasserbereitung ist beispielsweise die Nutzung von Abwärme, um einer „Wärmeverschmutzung“ der Umgebung effizient entgegenzuwirken – in Ballungsräumen zunehmend relevant, siehe „heat island effect“:

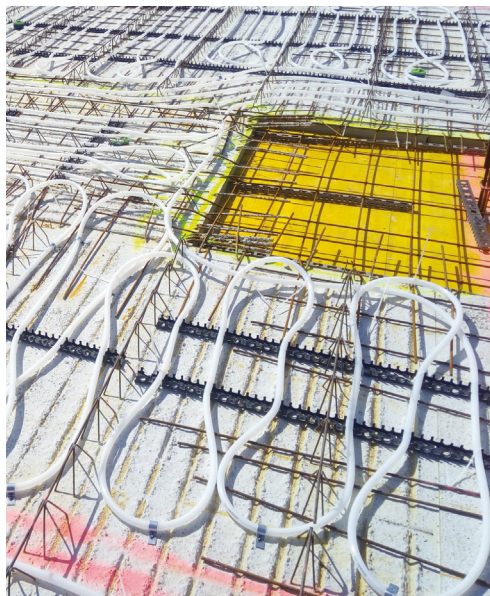
- > Warmwasserbereitung als Senke für Rückkühlung bei Betrieb einer Wärmepumpe zur Kühlung
- > dezentrale Wärmepumpen, die Wärme aus dem Rücklauf der Bauteilaktivierung nutzt

Wird das bauteilaktivierte Gebäude aus einem Fernwärmenetz versorgt, kann die Warmwasserbereitung entweder ebenso von der Fernwärme übernommen oder – insbesondere bei Einbindung der Gebäudeversorgung in den Fernwärme-Rücklauf – eine zentrale Wärmepumpe installiert werden, welche den Fernwärme-Rücklauf als Quelle nutzt.

## Wie hoch ist die erwartete 10 Lebensdauer von TBA - Anlagen?

Die geringen Temperaturbelastungen und hochwertigen Rohrmaterialien ohne Kupplungen in betonierten Bauteilen ermöglichen grundsätzlich ein wartungsfreies und langlebiges Wärme- und Kälteabgabesystem, auch wenn Hersteller keine Garantien über hundert Jahre geben.

Durch die Lage im Beton sind die Rohre grundsätzlich gut geschützt. Wenn beim Verlegen oder Betonieren etwas beschädigt wird, wird dies bei der Druckprobe bemerkt und kann noch während der Bauarbeiten behoben werden. Das Anbohren der Rohrregister muss, wie auch bei Stromleitungen, verhindert werden. Maximale Bohrtiefen sind anzugeben (z.B. 6 cm). Undichte Stellen in Rohrleitungen in Betonplatten können jedoch mit mehreren Methoden geortet und dauerhaft repariert werden.



Die Rohrregister sind auf den Elementdecken verlegt und werden anschließend einbetoniert. Die Durchführungen sind mit dem Statiker abgeklärt.

→ Bild: AEE INTEC

# 11 Wie werden Behaglichkeit und Komfort sichergestellt?

<sup>4</sup> <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibomagazin-online/ibo-magazin-artikel/data/neue-grenzen-der-luftdichtigkeit/>

Die Rahmenbedingungen für die Behaglichkeit werden für alle Heizsysteme in der Planung festgelegt. Thermische Behaglichkeit ist gegeben, wenn die Lufttemperatur, Oberflächentemperatur, Temperaturunterschiede, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit innerhalb bestimmter Komfortbereiche bleiben. Dies ist bei einer richtig geplanten und richtig ausgeführten Bauteilaktivierung gegeben, wenn auch die Gebäudehülle fehlerfrei und sehr gut wärmegeklämt ausgeführt wird. Eine qualifizierte Bauaufsicht macht sich hier besonders bezahlt.

Bei der Planung einer Bauteilaktivierung geht man meistens von einer Raumtemperatur von 22 °C und einer Temperatur der Decke von 26 °C aus. Je mehr sich die Raumtemperatur der Deckentemperatur annähert, umso weniger Temperatur kann die Decke abgeben. Wenn die Raumtemperatur gleich hoch wie die Deckentemperatur ist kann der aktivierte Bauteil keine Wärme mehr abgeben. Diesen Effekt, der bei Heiz- und Kühlsystemen mit relativ niedrigen Betriebstemperaturen auftritt, nennt man Selbstregelleffekt.

Bei entsprechenden Komfortanforderungen kann die Deckentemperatur flexibel angepasst werden, ohne dass es zu Einbußen im Komfort kommt. Zur Absicherung kann ein normativer Nachweis der Behaglichkeit hilfreich sein. ÖNORM EN ISO 7730, ÖNORM EN 15251, Hintergründe dazu siehe [www.bauteilaktivierung.info](http://www.bauteilaktivierung.info)

## KOMFORT IM WINTER

In Gebäuden mit geringen Heizlasten ist eine aktivierte Decke ein komfortables Heizsystem. Ein strenges Komfortkriterium, das allerdings nur empfehlenden Charakter hat besagt, dass für die alleinige Beheizung mit TBA die erforderliche Heizleistung nicht mehr als 25 W/m<sup>2</sup> betragen soll. Dieser Wert ist insbesondere in exponierten Räumen nicht ohne kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung erreichbar.

Eine realitätsnahe Modellierung ermöglicht in der Regel die Berechnung mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP), alternativ mit dynamischer thermischer Gebäudesimulation.

Der **Strahlungsanteil** (Infrarot) von Flächenheizungen ist besonders hoch, wodurch kaum Konvektion (Luftbewegung) auftritt. Die Strahlung wärmt nach einiger Zeit Wände und Fußboden auf (Kachelofeneffekt). Bei den geringen Temperaturdifferenzen zwischen Oberfläche und Raumluft von einigen wenigen Grad ist eine Ortung der Strahlung kaum möglich (geringe Strahlungsasymmetrie). Unter derartigen Verhältnissen ist das Heizen von der Decke unproblematisch.

Die geringen Temperaturunterschiede unterscheiden die Bauteilaktivierung von Heizungen mit punktueller Wärmeabgabe (z.B. Heizkörper), welche aufgrund der weitaus größeren Temperaturunterschiede immer mit Luftbewegungen (Konvektion) und damit auch mit Staub verbunden sind. Diese Qualität wird von Bewohnern von bauteilaktivierten Gebäuden als besonders angenehm beschrieben.

Für gute **Frischluftversorgung** ist eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung heute Stand der Technik. Nicht zu empfehlen ist es, im Zusammenhang mit der TBA zwar auf die Minimierung der Wärmeverluste durch die Herstellung einer sehr **dichten Gebäudehülle** zu achten, aber keine Luftnachführung vorzusehen. Ohne kontrollierte Be- und Entlüftung können hohe Luftdichtigkeiten der Gebäudehülle (n50 deutlich unter 1,0/h) zu unangenehmen bauphysikalischen Problemen führen. Dieser Hinweis begründet sich auf aktuelle Berichte zu Problemen wie Geräuschentwicklung, Geruchsübertragung, Schadstoffeintrag oder schlecht öffnende Türen.<sup>4</sup>

Die **Wärmebrückenwirkung** kann bei aktivierten Zwischendecken dazu führen, dass relevante Wärmemengen abfließen.



Schemaskizze Wärmestrahlung: Jeder Punkt der aktivierten Decke und der anderen raumumschließenden Bauteile strahlt genauso wie die in der Grafik zufällig ausgewählten Punkte halbkugelförmig Wärme in den Raum ab.

Das kann auch im Falle von größeren Iso-Korb Elementen der Fall sein. In derartigen Situationen ist daher die TBA in den Berechnungen zu berücksichtigen.

### KOMFORT IM BADEZIMMER

Wie bei allen Flächenheizungen mit niedrigen Temperaturen werden fallweise die Trägheit und das Fehlen einer spürbar warmen Heizung als Nachteil gesehen. Für besondere Anforderungen im Badezimmer - kurzzeitig höhere Temperaturen, Wärmebedarf auch in den Übergangszeiten und im Sommer - kann z.B. ein Heizkörper/eine Fußbodenheizung im Badezimmer installiert werden, die bspw. durch Einbindung in die Warmwasserbereitung oder direkt elektrisch betrieben werden könnte.

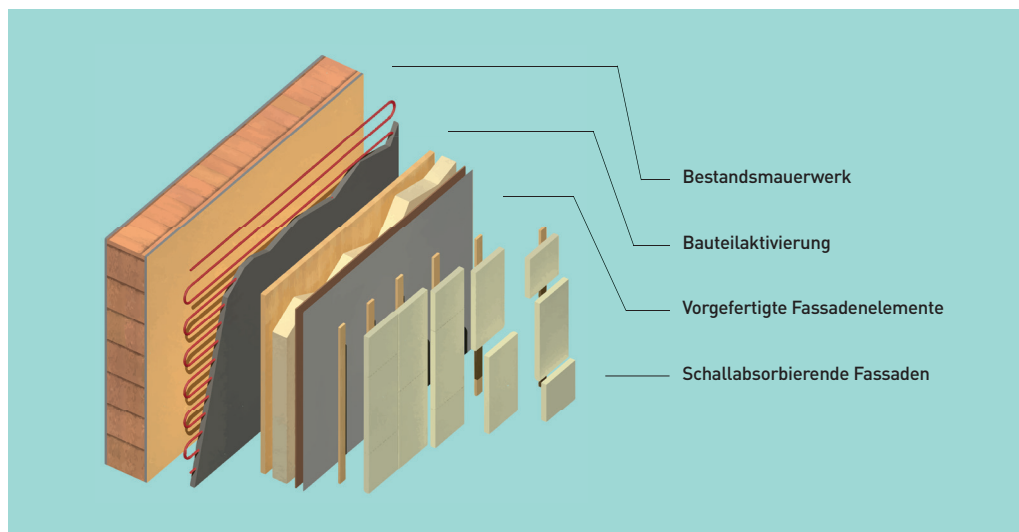
### KOMFORT IM SOMMER

Die große Fläche einer TBA macht es möglich, dass schon mit geringen Temperaturunterschieden eine angenehme Kühlwirkung erzielt wird. Die Temperierung über eine bauteilaktivierte Decke ist hinsichtlich des Komforts deutlich günstiger als über einen gekühlten Fußboden. Die Kühlleistung ist allerdings beschränkt, es ist daher wichtig, dass andere Maßnahmen ebenfalls wirksam eingesetzt werden (Beschattung, Minimierung von Wärmequellen in der Wohnung, etc.) und das Gebäude die Mindestanforderungen für den sommerlichen Wärmeschutz erfüllt (Kühllastberechnungen: ÖNORM H 6040, Berechnung der sensiblen und latenten Kühllast sowie der sommerlichen Temperaturgänge von Räumen und Gebäuden).

## 12 Ist Bauteilaktivierung auch bei einer Sanierung möglich?

Beim Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Wohnen findet Stadt“ wurde die Aktivierung eines Bestandsgebäudes von Außen implementiert.

→ Rendering:  
Smart City Demo – Wohnen  
findet Stadt – FH Salzburg



Die nachträgliche Bauteilaktivierung befindet sich noch im Forschungs- bzw. Versuchsstadium. In der Gebäudesanierung gibt es aber die Möglichkeiten ein Flächenheiz- oder kühlssystem nachzurüsten und damit zumindest den Vorteil niedrigerer Vorlauftemperaturen (im Kühlfall umgekehrt) und der Strahlungswärme zu nutzen. Zum Beispiel Gipskarton mit integrierten Rohrleitungen bzw. elektrischen Heizelementen ist aufgrund der einfachen Montage in der Decke oder auf der Wand eine gute Möglichkeit für Sanierung und Restaurierung. Die Kapillarrohrmatten haben eine Höhe von ca. 5 mm. Gleich wie die „konventionelle Bauteilaktivierung“ im Neubau benötigen diese Systeme Vorlauftemperaturen von 25 bis 30 °C, was den Einsatz dieser Systeme speziell bei Sanierungen auf Niedrigenergie- oder Passivhausstandard attraktiv macht. Auch Nassputzsysteme mit „Rohr auf Schiene“-Montagesystemen mit geringer Putzüberdeckung für Wand und Decke und Trockenbausysteme (von vorgefertigten Verlegeplatten, die beplankt werden können bis zu Rohr auf Gipskartonplatten fertig installiert) sind am Markt verfügbar. Die Kosten bei den Nassputzsystemen (inkl. Anbindungsleitungen

bis zum Verteiler) liegen lt. Herstellerangaben bei ca. 30 bis 50 €/m<sup>2</sup> zuzüglich Kosten für den Nassputz (Endkundenpreise exkl. USt). Mit speziellen Rohrmaterialien sind auch bei dieser Methode Aufbauhöhen ab 2,5 bis 3 cm möglich (Rohr inkl. Putzüberdeckung).

Neben dem Abstand der Rohre, dem Rohrdurchmesser und der Wärmeleitfähigkeit des Bauteils bzw. der Putzschicht spielt die Lage des Rohrregisters im Bauteil im Hinblick auf die „Wärmeeindringtiefe“ in den Bauteil, die Oberflächentemperatur sowie die Reaktionsgeschwindigkeit auf veränderte Raumbedingungen (Änderung interne Lasten, Sonneneinstrahlung, etc.) eine zentrale Rolle.

Beispiel: Der Einsatz der Bauteilaktivierung in der Sanierung mittels Aufbringen von Rohrleitungen an der Außenwand eines Wohnhauses und Anbringen einer vorgefertigten, wärme gedämmten Fassade aus Holzwerkstoffen wurde in einer Zusammenarbeit der TU Wien mit der FH Salzburg und Kooperationspartnern aus der Wirtschaft im Forschungsprojekt „Smart Skin – Salzburger Multifunktionsfassade“ erfolgreich angewandt.



# Was kann über die Kosten allgemein 13 gesagt werden?

Die reinen Baukosten für die Aktivierung von Bauteilen sind im Allgemeinen nicht höher als für Fußbodenheizungen, auf Grund der Einfachheit des Systems tendenziell eher niedriger. Solange keine Standard-Regelungssysteme für eine vorausschauende Regelung am Markt sind, ist dafür noch mit Mehrkosten im Vergleich zu herkömmlichen Systemen zu rechnen.

Wenn der Wärmeschutz in der Vergleichsvariante nur der Mindestanforderung entspricht (für die TBA hingegen die Heizleistung geringer gehalten werden soll), dann könnten Mehrkosten angeführt werden.

Im Bereich der Planung ist mit höherem Aufwand für Koordination und zusätzliche Planungen, z.B. thermische Simulation, zu rechnen. Die Kosten für eine Simulation machen sich aber rasch bezahlt, wenn damit eine effizientere Auslegung der TBA und ggf. der Wärmepumpe möglich wird. Wartungskosten fallen für die TBA direkt keine an. Die Betriebskosten für die Kühlung sind

gering, da bereits mit dem Durchleiten von kaltem Wasser (free cooling) ein Effekt erreicht wird. Dafür muss lediglich Energie für die Umwälzpumpe aufgewendet werden.

Ein Kühlbetrieb mittels Wärmepumpe ist bei höheren Kühllasten, solange kein Kondensat ausfällt, auch möglich. Dafür wird entsprechend der Leistungsaufnahme der Wärmepumpe beim entsprechenden Betriebszustand Strom benötigt, allerdings weniger als im Kühlbetrieb mit z.B. Splitgeräten.

Das Risiko für hohe Energiekostenrechnungen in der Zukunft ist mit einer TBA auf Grund der Energiemengen und der Flexibilität vergleichsweise gering (eine Bepreisung von CO<sub>2</sub> sowie höhere Kosten für Lastspitzen ist in den nächsten Jahren nicht unwahrscheinlich ...).

Weiterführende Informationen und Hinweise für die Planung finden Sie auf der speziell für das Programm des Klima- und Energiefonds eingerichteten Webseite ***[www.bauteilaktivierung.info](http://www.bauteilaktivierung.info)***

# Impressum

## EIGENTÜMER, HERAUSGEBER UND MEDIENINHABER

**Klima- und Energiefonds**  
Gumpendorferstraße 5/22  
1060 Wien  
[www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)

## INHALTLICHE AUSARBEITUNG

**17&4 Organisationsberatung GmbH**  
DI Johannes Fechner

**AEE - Institut für Nachhaltige Technologien**  
DI Walter Becke

## GESTALTUNG

**Visuelle Kommunikation | Robert Six**  
[www.robertsix.com](http://www.robertsix.com)

## HERSTELLUNGSORT

Wien, 2020



Antworten auf die wesentlichen Fragen  
zum Thema thermische Bauteilaktivierung