

Energiespeicher Beton

Thermische Bauteil- aktivierung

Infoblatt Simulation

Michael Moltinger | Daniel Heidenthaler | Markus Leeb

Interreg
Alpine Space



Co-funded by
the European Union

Cool*Alps

This project is co-funded by the European Union through the Interreg Alpine Space programme.

Klima- neutral bis 2040

„Wir brauchen den vollen Instrumentenkoffer, um die Klimaneutralität für Österreich bis 2040 zu erreichen. Die Bauteilaktivierung ist dabei ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Denn auch im Gebäudesektor müssen wir die Emissionen auf null reduzieren. Solche innovativen Technologien unterstützen diesen Weg maßgeblich.“

Klimaschutzministerin Leonore Gewessler



Abb. 1 links oben
**Zentrum für
Sonnenenergie und
Wasserstoff-Forschung**
Baden-Württemberg
©ZSW



Abb. 2 Windpark NÖ @ stock.adobe.com

Abb. 3 rechts **Wohnbau
Sommerein** @Christian
Husar



Die thermische Bauteilaktivierung fördert durch ihre Speicherwirksamkeit den Einsatz erneuerbarer Energie fürs Heizen und Kühlen

Zur Erreichung der Klimaschutzziele muss der Gebäudebestand bis 2040 CO₂ neutral werden. Dazu gehören sowohl die Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs als auch der Ersatz fossiler Energie durch erneuerbare Energieträger.

Klimaszenarien lassen eine deutliche Zunahme von Hitzewellen und Extremwetterereignisse erwarten. Gerade im alpinen Raum werden stetig mehr Hitzetage verzeichnet, was zu einer signifikanten Erhöhung des Gebäudekühlenergiebedarfs führt.

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.

Das Programm Interreg Alpine Space unterstützt mit dem Projekt „Cool*Alps – TABS goes Green Deal“ die Anwendung der thermischen Speicherkapazität von Bauteilen zur Maximierung des Einsatzes von erneuerbaren Energien zum Heizen und Kühlen von Gebäuden mit dem Ziel die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel und die Energiesicherheit im Alpenraum zu verbessern.

In diesem Infoblatt sind grundlegende Erkenntnisse aus dem Projekt zum Thema „Simulation von Gebäuden mit Bauteilaktivierung“ aufgearbeitet und zusammengefasst.

Welchen Beitrag kann die Bauwirtschaft zur Erreichung der Klimaziele leisten?



**Bmstr. Ing. Robert
Jägersberger**
Bundesinnungsmeister Bau
@ Wilke

Die Entwicklung hin zu nachhaltigen Gebäuden stellt zweifellos neue Anforderungen an die Bauwirtschaft. Die thermische Bauteilaktivierung ist eine vielversprechende Lösung, die sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bietet. Ihre Vielseitigkeit in Bezug auf Heizen und Kühlen macht sie besonders attraktiv, insbesondere angesichts des zunehmenden Bedarfs an Kühlung während Hitzeperioden.

Die Tatsache, dass die thermische Bauteilaktivierung mit bereits vorhandenen Bauelementen arbeitet, macht sie auch finanziell attraktiv und erleichtert die Integration in bestehende Strukturen. Die Einsparung bei den Betriebskosten und die Möglichkeit, erneuerbare Energiesysteme zu integrieren, machen sie zu einer interessanten Option.

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. Untersuchungen haben gezeigt, dass – je nach Dämmstandard des Gebäudes – ein Zeitraum von bis zu 5 Tagen ohne Energiezufuhr überbrückt werden kann. Daher ist die Bauteilaktivierung gut mit erneuerbaren Energiesystemen kombinierbar.

Eine gründliche Planung ist jedoch unerlässlich, um die volle Effizienz und Funktionalität dieses Systems zu gewährleisten. Das vorliegende Infoblatt soll ergänzend zum 2016 vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie herausgegebenen Planungsleitfaden „Energiespeicher Beton - Thermische Bauteilaktivierung“ aktuelle Entwicklungen und Möglichkeiten aufzeigen.

Insgesamt ist die thermische Bauteilaktivierung eine vielversprechende Technologie, die nicht nur den aktuellen Anforderungen an nachhaltiges Bauen gerecht wird, sondern auch einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten kann. Es ist ermutigend zu sehen, wie Innovationen in der Bauwirtschaft dazu beitragen können, eine nachhaltigere Zukunft zu gestalten.

Bauteile thermisch aktivieren, was heißt das?

Die thermische Bauteilaktivierung (kurz „TAB“ vom Englischen „Thermal Activated Buildings“) ist eine einfache Technologie. Seit vielen Jahren ist sie im gewerblichen Bereich ein Standardsystem für Heizung und Kühlung und ist auch in Wohngebäuden auf dem Vormarsch. Mit Klimaveränderung und Energiewende wird insbesondere die Ausnutzung der Speicherkapazität von Massivbauteilen zunehmend interessanter.

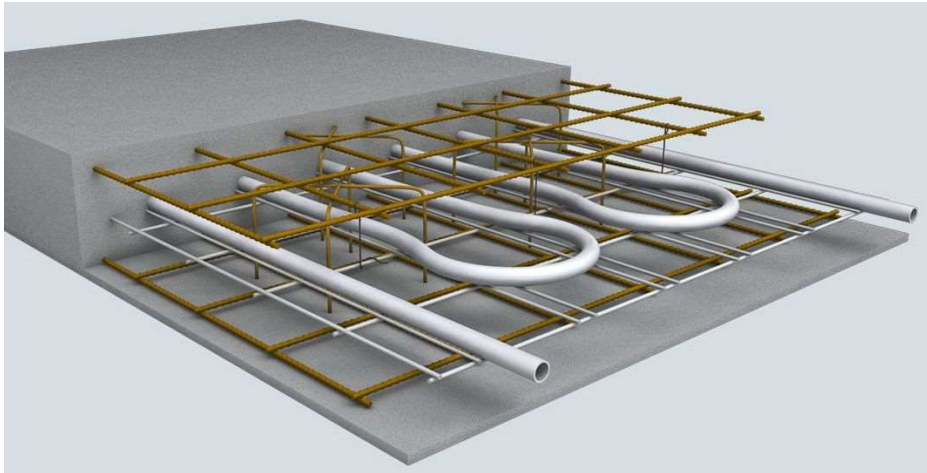


Abb. 4 **Modell einer aktivierten Betondecke** - das Rohrsystem ist zentral im Bauteil montiert (@ Uponor)

Die TAB ist eine Flächenheizung und/oder -kühlung bei der Rohrleitungen in Massivbauteilen integriert sind, durch die Wasser als Heiz- bzw. Kühlmedium fließt. So wird das Bauteil thermisch aktiviert und gibt über seine gesamte Fläche Wärme ab oder nimmt sie wieder auf – je nach Heiz- oder Kühlbetrieb.

Im Gegensatz zur Fußbodenheizung, die im Estrich verlegt wird, werden bei der TAB die Rohrleitungen vor dem Betonieren oberflächennah oder im Kern von Betondecken oder -wänden verlegt.

Ein **guter thermischer Gebäudestandard** ist Voraussetzung, wenn die TAB das einzige Heizsystem ist und die aktivierten Bauteile ausreichen sollen und keine weiteren Wärmeabgabesysteme wie z. B. Heizkörper oder Fußbodenheizung erforderlich sind.

Aus konstruktiver Sicht sind keine Änderungen erforderlich, da die **üblichen Betondeckendicken ausreichend** sind, um das Rohrsystem in diesen zu integrieren.

Die **Systemtemperaturen** können durch die großen Übertragungsflächen sehr niedrig gehalten werden. Die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Raumluft liegt bei ca. 1°- 6°C. Daher ist die Bauteilaktivierung sehr gut für die Nutzung regenerativer Energien geeignet.

Neben der Abgabe von Heizungswärme ist die Aktivierung von Decken hervorragend für die Raumtemperierung in der warmen Jahreszeit geeignet. Die **Kühlung über die aktivierten Bauteile** wird als besonders angenehm empfunden, punktet mit einer hohen Energieeffizienz und sorgt für einen optimalen Komfort für die Bewohner.

Näheres zu den Voraussetzungen und generellen Anforderungen finden Sie im Planungsleitfaden Energiespeicher Beton: [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) <<

Abb. 6
Sanierungsprojekt in



Abb. 5
Mehrfamilienhaus
„Tante Käthes Grätz 1“
@Baumschlager Hutter



Die Vorteile des Systems zusammengefasst:

- Heizen und Kühlen mit einem System
- Energieflexibilität durch Speicherwirksamkeit
- geringe Investitionskosten und Betriebskosten
- Gute Kombinationsmöglichkeit mit regenerativer Energie möglich
- niedriges, energetisch günstiges Vorlauftemperaturniveau
- geringe Oberflächentemperaturen
- hoher Komfort im Raumklima und keine Zuglufterscheinungen



Abb. 7 @ Fotolia

Simulation der Bauteilaktivierung

Damit ein Gebäude Anforderungen an den Komfort und die Energieeffizienz erfüllt und somit auch am kältesten oder wärmsten Tag im Jahr angenehme Temperaturen aufweist, ist vorab eine gute Planung und Konzipierung aller für die Wärmeversorgung notwendigen Bestandteile erforderlich. Herkömmliche Berechnungsverfahren beruhen oftmals auf Vereinfachungen und vernachlässigen für eine korrekte und detaillierte Berechnung wichtige Zusammenhänge.

Insbesondere in Zusammenhang mit der thermischen Bauteilaktivierung ergeben sich in der Praxis bei herkömmlichen Berechnungsmethoden, wie etwa bei der dem Energieausweis zugrundeliegenden Normung oder der normierten Heizlastberechnung, nicht praktikable Ergebnisse. Ein Grund für diese Diskrepanz ist die thermische Speichermasse und deren Auswirkung auf das Heizen und Kühlen von Gebäuden.

Eine Abhilfe für den derzeitigen Mangel an korrekten Berechnungsmethoden schafft hier die Verwendung von Simulationstools. Mithilfe von Simulationen können je nach Bedarf einzelne Bauteile und Systeme bis hin zu ganzen Wohnungen oder Gebäuden im Detail untersucht, die Gebäudetechnik genau auf die Bedürfnisse des jeweiligen Gebäudes optimiert und in der Regel eine Überdimensionierung vermieden werden.

Um nachzuweisen, dass jeder Einzelraum auch bei längeren Kälteperioden behaglich beheizt werden kann, wird die Bemessung der TAB mittels thermischer Simulation empfohlen. <<

Insbesondere in der Sanierung kann nicht auf Standardlösungen zurückgegriffen. <<

Aufbau und Funktionsweise einer Gebäudesimulation

Basierend auf den Eingaben zum Klima, den Bauteilaufbauten und der Gebäudetechnik können mithilfe der Simulation die Raumtemperatur, der Komfort oder der Energieverbrauch des Gebäudes bestimmt werden. <<

Eine computergestützte Simulation basiert auf einem mathematischen Modell, welches die realen Bedingungen und Gegebenheiten in einer virtuellen Umgebung nachbildet. Die zunehmende Komplexität der Gebäude, einerseits aufgrund der umfassenden Anforderungen und andererseits als Resultat der vielfältigen technologischen Möglichkeiten, welche heute zur Verfügung stehen, stellen für den Planer eine große Herausforderung dar.

Durch die Simulation kann dieser Planungsprozess wesentlich vereinfacht und Entscheidungen über den Entwurf, die Gebäudetechnik und sonstige Bestandteile basierend auf exakten Berechnungen getroffen werden.

Sommerliche Überwärmung, Unter- oder Überdimensionierung der Heizung und Kühlung oder sonstigen gebäudetechnischen Anlagen, Feuchteprobleme, schlechte Tageslichtversorgung von Räumen und ähnliche Probleme werden durch die sorgfältige Simulation vorab vermieden. Dadurch können Energieeffizienz und Komfort bereits bei der Planung in Einklang gebracht und Kosten- sowie Zeiteffizienz erzielt werden.

Stationäre Berechnungen und dynamische Simulation

Der Effekt der thermischen Speichermasse kann bei der dynamischen Simulation berücksichtigt werden. <<

Ein wesentlicher Unterschied zwischen einer detaillierten Gebäudesimulation und stationären oder quasistationären Berechnungen ist die zeitliche Auflösung der Berechnung. Während beispielsweise beim Monatsbilanzverfahren im Energieausweis durchschnittliche Monatswerte herangezogen werden, basiert die dynamische Gebäudesimulation häufig auf stündlichen Eingabewerten. Im Bedarfsfall sind aber auch geringere Zeitschritte möglich. D. h. in vereinfachten Verfahren können stündliche Schwankungen der Außentemperatur oder auch der solaren Einstrahlung nicht für die Berechnung berücksichtigt werden.

Die dynamische Betrachtung erlaubt es, speicherwirksame Massen und deren Auswirkungen im zeitlichen Verlauf zu berücksichtigen. Insbesondere bei trägen Systemen wie der Bauteilaktivierung sind diese dynamischen Effekte von großer Bedeutung. Solange die Temperatur der raumzugewandten Oberfläche des thermisch aktivierten Bauteils höher als die Raumtemperatur ist, erfolgt eine Wärmeabgabe an den Raum. Und das auch, wenn keine Wärmezufuhr an das Bauteil mehr erfolgt. Diese Trägheit des Systems bewirkt also einen Speichereffekt, welcher es erlaubt, die eigentlich resultierende Heizlast eines Raumes oder Gebäudes bei der Dimensionierung und Auslegung der Heizung zu unterschreiten.

Abb. 8 zeigt die Temperaturverteilung einer außenliegenden Bauteilaktivierung in einer Betonwand mit Dämmung über einen zeitlichen Verlauf von 5 Stunden. Das erste Bild zeigt den Ausgangszustand bei abgeschalteter Bauteilaktivierung (Randbedingungen: Außentemperatur = 0 °C, Innentemperatur = 22 °C, Heizmitteltemperatur = 35 °C).

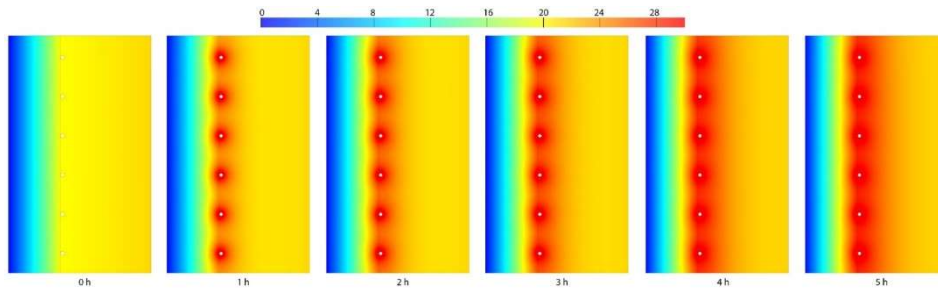


Abb. 8 **Dynamisches Aufheizverhalten einer außenliegenden Bauteilaktivierung in einer Betonwand mit Dämmung** @FH Salzburg

Nach dem Start der Wärmezufuhr in die bauteilaktivierte Wand beginnt sich diese langsam zu durchwärmen, bis sich nach einigen Stunden ein stationärer Zustand einstellt, sofern keine Veränderung der Randbedingungen (e.g. der Außen-, Innen-, oder Heizmitteltemperatur) stattfindet. Bis zum Erreichen dieses stationären Zustandes findet eine stetige Zunahme der Wärmeabgabeleistung statt. Je nach Bauteilaufbau, Material und Position der Rohrleitungen kann die Dauer bis zur vollständigen Durchwärmung des Bauteils Stunden bis in Extremfällen sogar Tage betragen. In gegenständlichem Beispiel findet selbst nach über 90 Stunden noch eine Zunahme der Wärmeabgabeleistung statt, wobei nach ca. 34 h bereits 80 % der maximalen Leistung erreicht sind, wie die Ergebnisse der Simulation zeigen (Abb. 9).

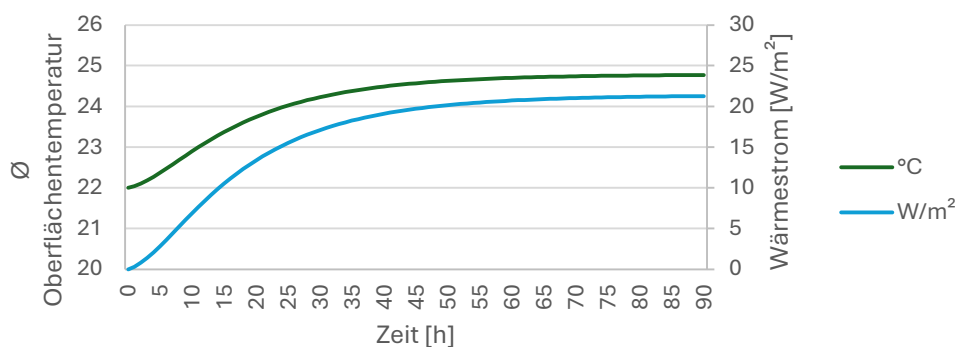


Abb. 9 **Durchschnittliche Oberflächentemperatur und Wärmestrom während dem Aufheizvorgang der außenliegenden Bauteilaktivierung** in einer Betonwand im zeitlichen Verlauf @ FH Salzburg

Wird nun die Heizung ausgeschaltet und die Wärmezufuhr gestoppt, kühlt das Bauteil wieder langsam auf den Ausgangszustand ab. Während diesem Abkühlprozess wird weiterhin stetig Wärme an den Raum abgegeben, wobei die

Wärmeabgabe über die Zeit abnimmt. Die dynamische Simulation kann nun beispielsweise an einem kalten Wintertag die in den Stunden vor Auftreten der minimalen Temperatur im Bauteil eingespeicherte Wärmemenge berücksichtigen und so die notwendige Heizlast reduzieren.

Mit einer detaillierten 2D-Simulation wie in Abb. 10 können individuelle Systeme auf deren Funktionalität und Effizienz untersucht und optimiert werden. Beispielsweise können verschiedene Befestigungsarten der Bauteilaktivierung an eine bestehende Außenwand verglichen und die notwendigen Heizmitteltemperaturen zur Erzielung einer ausreichenden Wärmeabgabeleistung ermittelt werden. In Abb. 10 findet sich ein Vergleich von vier Einbringungsvarianten einer außenliegenden Bauteilaktivierung und die daraus resultierende Durchwärmung des Bauteils nach 8 h und nach 94 h Aufheizen. Ebenso ermittelt werden kann die Temperaturverteilung an der Oberfläche, die minimal und maximal auftretende Temperatur, die Wärmeabgabeleistung zu verschiedenen Zeitpunkten, die Verluste der Bauteilaktivierung nach außen (sofern sich die Bauteilaktivierung in einem Bauteil der thermischen Gebäudehülle befindet) oder die Aufteilung der Wärmeströme in zwei aneinandergrenzende thermische Zonen (sofern sich die Bauteilaktivierung in einem Innenbauteil wie etwa einer Zwischendecke befindet).

Die Gebäudesimulation kann verwendet werden, um die optimale Heizkurve zu ermitteln und verschiedene Regelungsstrategien zu prüfen. <<

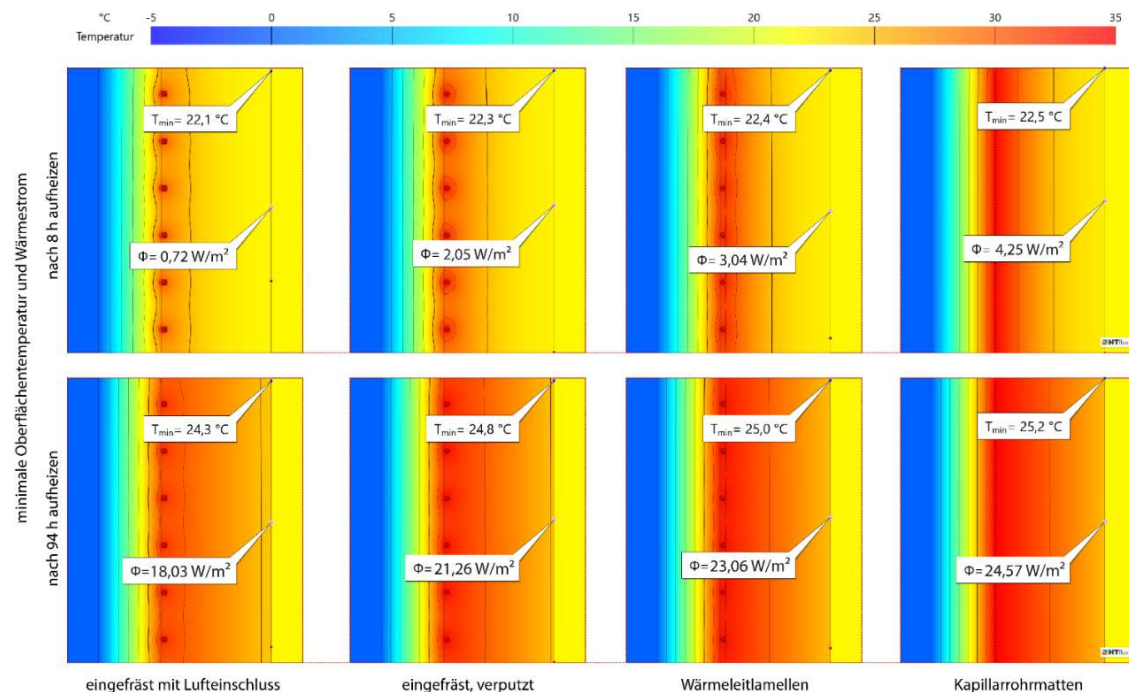


Abb. 10 Vergleich der Wärmeverteilung verschiedener Varianten der **außenliegenden Bauteilaktivierung** in einer Betonwand im 2D-Simulationstool HTflux @ FH Salzburg

Je nach verwendetem Simulationstool können über thermische Untersuchungen hinaus auch hygrische oder schallschutztechnische Analysen durchgeführt werden. Es gibt eine Vielzahl an Programmen für verschiedene Anwendungsbereiche.

Bauteilsimulation versus Gebäudesimulation

Neben den dargestellten Simulationen auf Bauteilebene besteht überdies die Möglichkeit einer ganzheitlichen Betrachtung auf Wohnungs- oder Gebäudeebene. Während bei ersterem der Fokus auf Details wie etwa der Einbringungsart, dem Rohrabstand, dem Rohrdurchmesser, der Wärmeverteilung im Bauteil oder der Welligkeit der Temperatur an der Oberfläche liegt, werden bei umfassenderen Gebäudesimulationen zumeist übergeordnete Untersuchungen zum Beispiel hinsichtlich Komfort oder Energieeffizienz durchgeführt.

Damit sowohl Zeitaufwand als auch Aufwand für die Erstellung einer solchen Simulation reduziert werden können, erfolgt hier meistens eine vereinfachte Abbildung der Bauteilaktivierung. Manche Gebäudesimulationssoftware bildet die Bauteilaktivierung mittels der Berechnungsmethode gemäß EN ISO 11855-2 ab. Bei dieser Methode wird nicht der detaillierte Aufbau der Bauteilaktivierung in der Simulation abgebildet, sondern stattdessen eine mittlere Temperatur der wärmeleitenden Schicht angesetzt.

Dafür wird unterschieden zwischen dem Widerstand in der Rohrleitungsebene (umfasst Einflüsse des Rohrtyps, des Rohrabstands, des Wasserstroms und des Widerstands der wärmeleitenden Schicht, in welcher sich die Rohrleitungen befinden), und dem Widerstand zwischen dieser wärmeleitenden Schicht und dem Raum (umfasst den Widerstand der einzelnen, über/unter der Rohrleitung liegenden Schichten sowie die Wärmeübergangswiderstände an der Oberfläche).

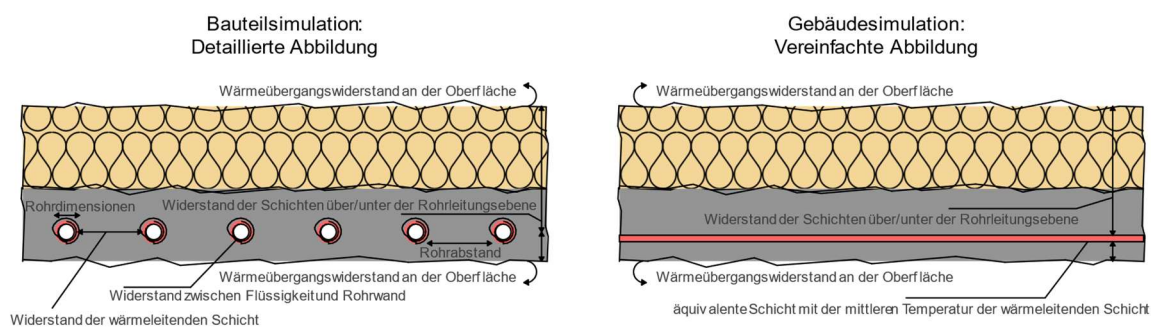


Abb. 11 Schematische Gegenüberstellung der Abbildung einer Bauteilaktivierung in einer detaillierten Bauteilsimulation und der vereinfachten Abbildung in der Gebäudesimulation nach EN ISO 11855-2 @ FH Salzburg

Diese mittlere Temperatur der wärmeleitenden Schicht kann basierend auf der Vorlauftemperatur und dem Widerstand in der Rohrleitungsebene R_t ermittelt werden. Der Widerstand R_t kann dabei mit folgender Formel berechnet werden:

$$R_t = R_z + R_w + R_r + R_x$$

Dabei ist

R_t der Widerstand zwischen der Vorlauftemperatur θ_v und der mittleren Temperatur der wärmeleitenden Schicht $\bar{\theta}_e$ in $(m^2 \cdot K)/W$

R_z der fiktive Widerstand zwischen der Vorlauftemperatur θ_v und der mittleren Heizmitteltemperatur, in $(m^2 \cdot K)/W$

R_w der Widerstand zwischen der Flüssigkeit und der Rohrwand ($1/h_w$), in $(m^2 \cdot K)/W$

R_r der Widerstand der Rohrwand, in $(m^2 \cdot K)/W$

R_x der Widerstand zwischen der Temperatur der Rohraußenseite und der mittleren Temperatur der wärmeleitenden Schicht, in $(m^2 \cdot K)/W$

Soll eine thermische Bauteilaktivierung in der Gebäudesimulation abgebildet werden, bedarf es der Kenntnis und Berechnung dieser Widerstände. Sind diese bekannt, ist die weitere Eingabe kein großer Aufwand mehr.

Neben den Widerständen muss die Bauteilaktivierung noch den entsprechenden Flächen, welche aktiviert werden sollen, zugewiesen, die Lage der Rohrleitungen (also der Abstand zur Bauteiloberfläche) angegeben und die Auslegungsleistung bestimmt werden. Hierbei ist es wichtig darauf zu achten, dass die angegebene Fläche der Bauteilaktivierung der tatsächlichen, aktivierten Fläche entspricht und etwaige Randzonen und Bereiche, in welchen keine Rohrleitungen verlegt sind, abgezogen werden. Ebenso ist es wichtig, auf eine korrekte Angabe der Lage zu achten. Besonders bei Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit hat die Lage der Rohrleitungen einen hohen Einfluss auf die erzielbare Heiz- und Kühlleistung.

Die Kosten für diese Simulation können sich rasch bezahlt machen, wenn damit eine effizientere Auslegung der TAB möglich wird. <<

Neben den Parametern der Bauteilaktivierung ist es auch wichtig, das Wärmeerzeugungssystem in der Gebäudesimulation auf die Bauteilaktivierung abzustimmen. Erfahrungswerte zeigen, dass bei der Bauteilaktivierung in vielen Fällen eine flachere Heizkurve und folglich geringere Vorlauftemperaturen als vergleichsweise bei der Fußbodenheizung möglich sind. Zusätzlich können in der Gebäudesimulation verschiedene Steuerungs- und Regelungsstrategien und deren Auswirkung auf den Energiebedarf sowie die Effizienz des Systems betrachtet werden. Bei trägen und speicherbehafteten Systemen empfiehlt es sich, eine Glättung der Eingangsparameter über mehrere Stunden zu implementieren (zum Beispiel eine Glättung der Außentemperatur bei außentemperaturgeführter Vorlauftemperaturregelung). Durch die thermischen Speichermassen kann nur stark zeitverzögert auf eine Änderung der Randbedingung reagiert werden. Wird auf diese zeitliche Verzögerung und Trägheit nicht Rücksicht genommen, kann die Regelung zu schwingen beginnen. Eine Glättung kann hier für eine gleichmäßige Wärmeabgabe an das Bauteil und in weiterer Folge den Raum sorgen und ein Schwingen der Heizung vermeiden.

Zusammengefasst bietet die Gebäudesimulation viele Vorteile und erlaubt die Untersuchung von innovativen Konzepten und Systemen, welche ansonsten nur schwer oder gar nicht abbildbar sind. Insbesondere in Zusammenhang mit der Bauteilaktivierung ist die Gebäudesimulation gängige Praxis und in vielen Fällen unumgänglich. Um zielgerichtete Ergebnisse zu erhalten und unnötigen Aufwand zu vermeiden empfiehlt sich vorab die Formulierung konkreter Fragestellungen, welche durch die Simulation beantwortet werden sollen. Dadurch kann Kosten- und Zeiteffizienz in der Planung sichergestellt werden.

Vorteile der Gebäudesimulation



Ganzheitlicher Ansatz: Berücksichtigung von Interaktionen zwischen verschiedenen Gebäudekomponenten und Systemen.



Energieeffizienz: Optimierung von Heiz- und Kühlsystemen zur Effizienzsteigerung.



Präzise Modellierung: Detaillierte Darstellung eines Gebäudes inklusive Gebäudetechnik und Materialien für realistischere Ergebnisse.



Flexibilität: Anpassung an verschiedene Szenarien und Nutzungsprofile für optimale Betriebsbedingungen.



Dynamische Simulation: Erfassung von zeitlichen Verläufen und transienten Zuständen für genauere Analyse.



Frühzeitige Fehlererkennung: Identifikation von potenziellen Problemen in der Planungsphase, um kostspielige Änderungen zu vermeiden.



Randbedingungen: Einbeziehung von Wetterdaten und äußeren Einflüssen für realitätsnahe Simulationen.



Thermische Speichermassen: Berücksichtigung der thermischen Speichermassen für eine präzise Steuerung der Bauteilaktivierung.

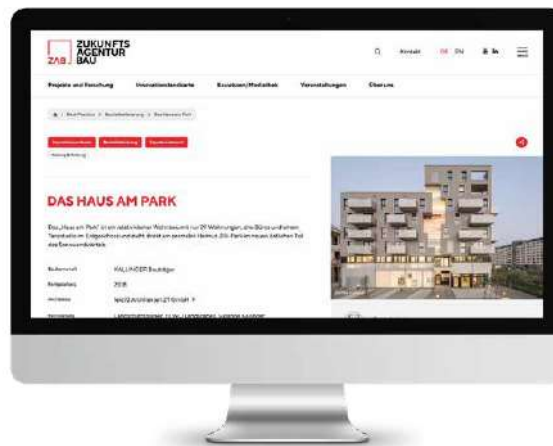
Abb. 12 Vorteile der Gebäudesimulation @ FH Salzburg

Wo gibt es Informationen zu bereits erfolgreich umgesetzten Projekten?

Die Innovationslandkarte der ZAB Zukunftsagentur Bau bietet eine Sammlung von innovativen Bauprojekten zu unterschiedlichen Themenbereichen. Zum Thema „thermische Bauteilaktivierung“ sind bereits über 120 Projekte aus 4 Ländern eingetragen. Die Projekte reichen von Sanierungen mit nachträglich eingefrästen Leitungen, über den Neubau von Mehrfamilienhäusern, bis hin zu öffentlichen Bauten wie Schulen, Universitätsgebäuden oder Büros.

Zu jedem Projekt gibt es eine Infobox mit den wichtigsten Daten, ein paar Fotos und eine kurze Beschreibung. So bekommen Sie einen guten Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten der thermischen Bauteilaktivierung, wertvolle Details, ausführende Firmen oder beteiligte Experten!

www.zukunft-bau.at/innovationslandkarte



Wo finde ich weitere Details zur Bauteilaktivierung?

FactSheet Klima- und Energiefonds
« klimafonds.gv.at

Planungsleitfaden TAB
« zement.at

Alpine Space Projekt „Cool*Alps“
« alpine-space.eu/project/coolalps

Fachhochschule Salzburg
« fh-salzburg.ac.at

Projektpartner

ZAB Zukunftsagentur Bau GmbH
« zukunft-bau.at

BETONSUISSE Marketing AG
« betonsuisse.ch

KlimaHaus
« klimahaus.it/

Innovation Salzburg GmbH
« innovation-salzburg.at

BI Bayern innovativ GmbH
« bayern-innovativ.de/de

TH Rosenheim
« th-rosenheim.de