



Thermische Bauteilaktivierung - von der Theorie in die urbane Praxis

Master Thesis zur Erlangung des akademischen Grades
"Master of Engineering"

eingereicht bei
Ass. Prof. DI Dr. techn. Stieldorf Karin

Ing. Jörg Hoffmann

01634303

Wien, 01.09.2018

Eidesstattliche Erklärung

Ich, **ING. JÖRG HOFFMANN**, versichere hiermit

1. dass ich die vorliegende Master These, "THERMISCHE BAUTEILAKTIVIERUNG - VON DER THEORIE IN DIE URBANE PRAXIS", 181 Seiten, gebunden, selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe, und
2. dass ich diese Master These bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, 01.09.2018

Unterschrift

Kurzfassung

Diese Masterarbeit befasst sich mit der Umsetzung einer neuen Technologie im großvolumigen Wohnbau und dessen Herausforderungen. Das Heizen und Kühlen mittels thermisch aktivierten Decken steht im Fokus dieser Arbeit. Die massiven Decken der tragenden Struktur stellen aufgrund der guten Eigenschaften des Werkstoffs Beton, mit der hohen Wärmeleitfähigkeit und Wärmespeicherfähigkeit, ein optimales Speichermedium dar. Ein hoher thermischer Komfort während des gesamten Jahres wird durch die Möglichkeit des Heizens und Kühlens gewährleistet. Eine einfache haustechnische Anlage in Kombination mit einer Wärmepumpe ermöglicht eine optimale Nutzung des Potenzials erneuerbarer Energien.

Zurzeit gibt es noch wenig Erfahrung bei der Umsetzung einer thermischen Bauteilaktivierung (TBA) im großvolumigen Wohnbau und wenig Erfahrungen im Betrieb.

Ziel dieser Masterarbeit ist das System der thermischen Bauteilaktivierung anhand eines großvolumigen Wohnbauprojekts zu analysieren und den Veränderungsbedarf an die Projektentwicklung, Planung, Umsetzung und der Nutzungsphase darzustellen. Die wesentlichen Parameter, die für eine Umsetzung einer thermischen Bauteilaktivierung erforderlich sind, werden mit zwei Projekten mit herkömmlichen Heizsystemen verglichen. Eine Checkliste soll in der Projektentwicklung für zukünftige Projekte eine Art Leitfaden darstellen, um rasch eine Entscheidung für eine TBA im Wohnbau treffen zu können.

Die Abläufe und Risiken werden dargestellt, um entsprechende Maßnahmen setzen zu können um diese zu minimieren.

Anhand einer Expertenbefragung wird der Wissens- und Erfahrungsstand mit einer TBA in der Praxis unter Planern und Ausführenden erhoben und analysiert. Die praktischen Erfahrungen werden in diese Arbeit aufgenommen.

Abstract

The purpose of this master thesis is the implementation of a new technology in housing construction and its challenges. The main focus lies on heating and cooling through thermal-activated ceilings. Thanks to good features of the material cement, including its high heat conductivity and heat storage capacity, the solid ceilings of the load bearing structure represent an ideal storage medium. Due to the capability of heating and cooling during the whole year, a high thermal comfort is guaranteed. In combination with a simple service installation, a thermal heat pump enables an ideal usage of renewable energies. Currently, there is little expertise in implementing thermal component activation in housing construction and operation.

This master thesis aims to analyse the system of thermal component activation based on a housing construction project and to identify the required modifications during project development, planning, implementation and utilization phase. The most essential parameters for implementing thermal component activation are compared to two projects with conventional heating systems. For future projects a provided catalogue of measures is a guideline throughout the project development to enable a thermal component activation in housing construction. Processes are outlined to take certain actions and thus minimize illustrated risks. Based on expert interviews, e.g. planer and operator, the level of knowledge and expertise of buildings with thermal activated components in practice was surveyed and analyzed. The practical knowledge is incorporated in this study.

Inhalt

1	ALLGEMEINER TEIL	1
1.1	EINLEITUNG.....	1
1.2	MOTIVATION.....	5
1.3	PROBLEMSTELLUNG.....	7
1.4	ZIELSETZUNG.....	10
2	THEMATISCHE GRUNDLAGEN	11
2.1	DEFINITION TBA.....	11
2.2	WÄRMEABGABESYSTEME.....	11
2.2.1	<i>Luftheizung</i>	12
2.2.2	<i>Wasserheizungssysteme</i>	12
2.3	THERMISCHER KOMFORT / THERMISCHE BEHAGLICHKEIT.....	17
2.4	EIGENSCHAFTEN UND WIRKUNGSWEISE EINER TBA.....	20
2.4.1	<i>Beton als Energiespeicher</i>	21
2.4.2	<i>Das Gebäude als Energiespeicher</i>	22
2.4.3	<i>Aktives und passives Kühlen</i>	24
2.5	ANFORDERUNG AN DAS GEBÄUDE.....	27
2.6	DAS ENERGIEKONZEPT.....	30
2.6.1	<i>Wärmebereitstellungssysteme</i>	31
2.6.2	<i>Einsatz regenerativer Energie</i>	32
2.7	ANLAGENSTEUERUNG.....	40
2.8	AUFBAU EINER THERMISCH AKTIVIERTEN DECKE.....	42
3	METHODISCHE VORGANGSWEISE	44
4	PROJEKTDARSTELLUNG	45
4.1	BESCHREIBUNG DER WOHNHAUSANLAGE SOMMEREIN-WOLFSBRUNN.....	46
4.2	BESCHREIBUNG DER WOHNHAUSANLAGE GRAFENBACH-ST. VALENTIN.....	48
4.3	BESCHREIBUNG DER WOHNHAUSANLAGE THERESIENFELD.....	49
5	ERGEBNISSE	51
5.1	GEBÄUDEHÜLLE.....	51
5.2	HAUSTECHNISCHE AUSLEGUNG DER ANLAGE.....	53
5.2.1	<i>Wärmebereitstellung und Wärmeabgabesystem</i>	54
5.2.2	<i>Rohrmaterial</i>	56
5.2.3	<i>Rohrdimensionierung</i>	57
5.2.4	<i>Rohrabstand und Rohrlängen</i>	58
5.2.5	<i>Deckenstärke und Betonüberdeckung</i>	62
5.2.6	<i>Heizmitteltemperatur</i>	64
5.2.7	<i>Regelung der Wärmebereitstellung</i>	65
5.2.8	<i>Aktive oder passive Kühlung</i>	68
5.3	PLANUNGSPHASE.....	70
5.4	BAUSTELLENABWICKLUNG.....	73
5.5	NUTZERHINWEISE.....	78
5.6	KOSTENANALYSE.....	80
5.7	RISIKOANALYSE.....	81
5.8	CO ₂ - VERGLEICH.....	83

5.9	EXPERTENANALYSE.....	84
6	DISKUSSION.....	85
7	CONCLUSIO.....	91
7.1	STRATEGIE.....	91
7.2	AUSBLICK.....	93
8	BESICHTIGTE REFERENZOBJEKTE.....	97
	LITERATURVERZEICHNIS.....	98
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	102
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	104
	TABELLENVERZEICHNIS.....	107
	EXPERTENVERZEICHNIS.....	108
	ANHANG.....	110

1 Allgemeiner Teil

1.1 Einleitung

„Die Union steht vor beispiellosen Herausforderungen, die auf die verstärkte Abhängigkeit von Energieimporten, knappe Energiere Ressourcen sowie das Erfordernis, dem Klimawandel Einhalt zu gebieten und die Wirtschaftskrise zu überwinden, zurückzuführen sind. Energieeffizienz ist ein wertvolles Instrument, um diese Herausforderungen anzugehen. Sie verbessert die Versorgungssicherheit der Union durch die Verringerung des Primärenergieverbrauchs sowie der Energieeinfuhren. Sie trägt dazu bei, Treibhausgasemissionen kostenwirksam zu senken und dadurch den Klimawandel abzumildern. Der Umstieg auf eine energieeffizientere Wirtschaft sollte auch die Verbreitung innovativer technologischer Lösungen beschleunigen sowie die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie in der Union verbessern und dadurch das Wirtschaftswachstum fördern und hochwertige Arbeitsplätze in einer Reihe von Branchen, die mit Energieeffizienz zusammenhängen, schaffen.“ (Europäisches Parlament 2012, 1)

Weltweit ist ein stetiger Anstieg des Energieverbrauches erkennbar (OECD 2012, 1). In Österreich ist, wie in der Abbildung 1 des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft für den Zeitraum von 2005 bis 2014 erkennbar, ein leichter Rückgang des Bruttoinlandsverbrauches gegeben.

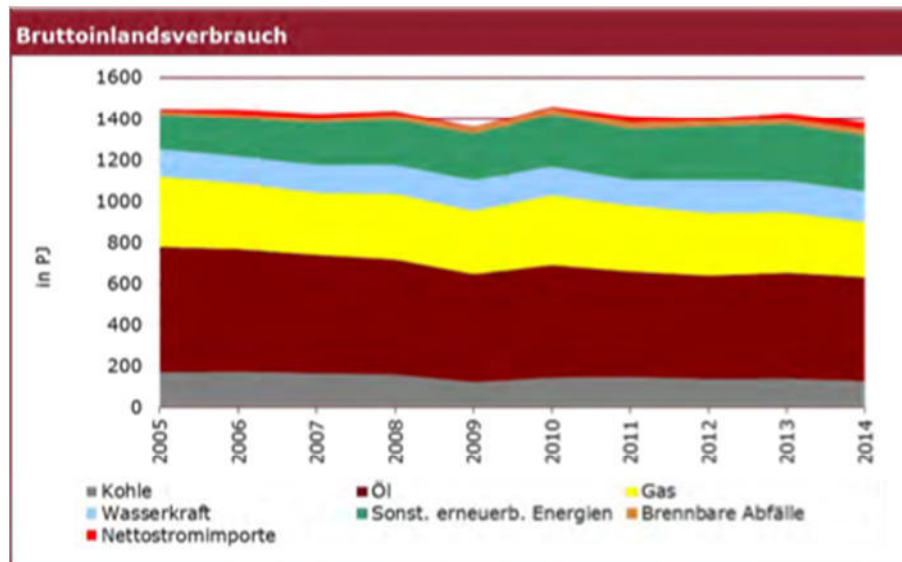


Abbildung 1: Bruttoinlandsverbrauch Energie 2005-2014

(Quelle: Energiestatus 2016, Bmfw, 2016, S.14.)

Durch diesen Trend werden jedoch die von der EU und der österreichischen Regierung beschlossenen Ziele nicht erreicht werden können.

Ein übergeordnetes Ziel der EU sind Maßnahmen zur Förderung von Energieeffizienz. Bis 2020 soll eine Energieeffizienzverbesserung um 20 % erreicht werden (Europäisches Parlament 2012, 3).

In Österreich soll sich der Endenergieverbrauch bis 2020 auf 1.050 PJ stabilisieren. Dies wurde mit der Richtlinie zum Energieeffizienzgesetz festgelegt. (Bundeskanzleramt 2014, 3)

2016 lag der Endenergieverbrauch in Österreich bei 1.121PJ. Im Vergleich zu 2015 ist dies wiederum eine Steigerung um 3 %. Dieser Anstieg wurde großteils im Industriesektor und im Bereich der Haushalte verursacht. (Statistik Austria 2017a, 1)

Ein ebenso entscheidendes Ziel der EU ist, den Anteil der erneuerbaren Energiequellen am Bruttoendenergieverbrauch zu erhöhen. Dieser Anteil soll sich bis 2020 auf 20 % erhöhen, im Sektor Verkehr auf mindestens 10 % (Europäisches Parlament 2009, 2). Alle Mitgliederstaaten wurden aufgefordert, nationale Aktionspläne zu erstellen, die darstellen sollen, wie die Ziele erreicht werden können. Österreich hat, zur Erreichung des gemeinschaftlichen, europäischen Ziels, aufgrund ihrer Möglichkeiten eine Erhöhung dieses Anteils auf 34 % bis 2020

bekanntgegeben. (Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend 2010, 1)
 Dies wurde auch durch die Statistik Austria graphisch dargestellt (s. Abbildung 2).

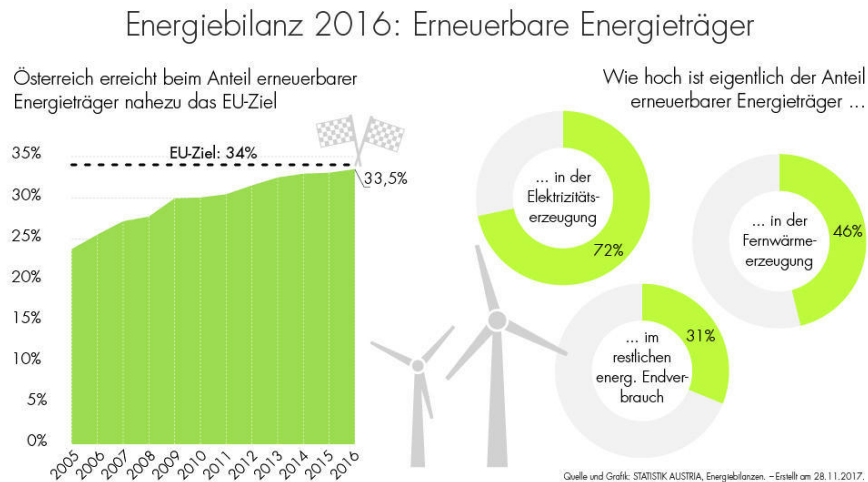


Abbildung 2: Energiebilanz 2016 - Erneuerbare Energieträger

(Quelle: Energiebilanz 2016, Statistik Austria, 2018)

2016 konnten die Anteile der erneuerbaren Energien an der Primärproduktion um 5% gesteigert werden (Statistik Austria 2017b, 5).

Diese Steigerung bedeutet einen Anstieg am Anteil der anrechenbaren erneuerbaren Energie am Bruttoenergieverbrauch um knapp 0,5 % auf 33,5 % im Vergleich zu 2015. Den höchsten Anteil an erneuerbarer Energie gab es beim erneuerbaren Strom (aus Wasserkraft, Wind, Photovoltaik, Erdwärme und Biomasse) mit 71,7 % am Gesamtstromverbrauch. An zweiter Stelle lag die erneuerbare Fernwärme aus Biomasse, Solar- und Erdwärme mit 46,1 % der gesamten Fernwärmeproduktion, gefolgt vom direkten Einsatz erneuerbarer Wärme (Biowärme, Umgebungswärme, Erdwärme und Solarwärme) mit 31,2 % des Gesamtwärmeverbrauchs. (Statistik Austria 2017a, 2)

Da für den Rest der Energieerzeugung zum Großteil fossile Brennstoffe zum Einsatz gelangen, liegen im direktem Zusammenhang mit dem Energieverbrauch die damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Eine Senkung der Treibhausgasemission um damit dem Klimawandel entgegenzuwirken, ist ein klarer Auftrag für die Zukunft.

Über das Klimaschutzgesetz hat Österreich das Ziel, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 16 % gegenüber Ausgangspunkt 2005 zu reduzieren. (Bundeskanzleramt 2011, 4)

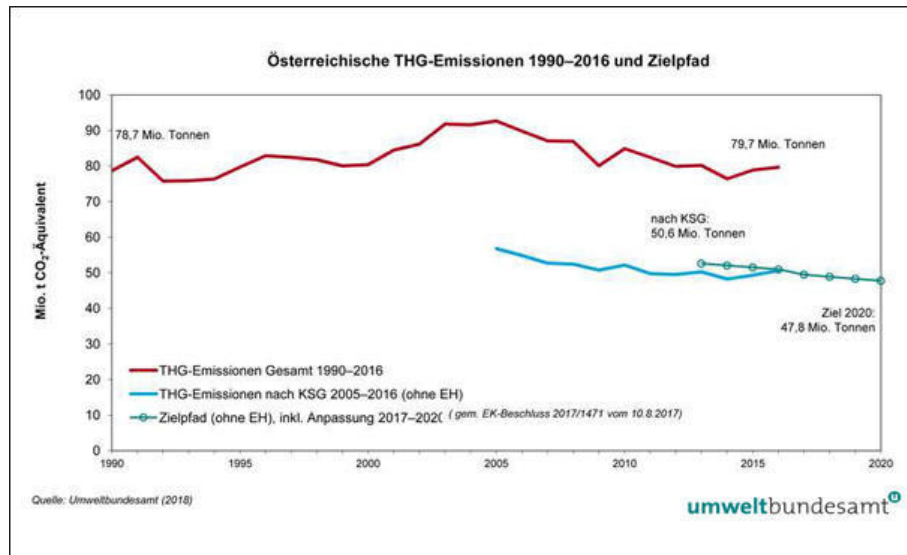


Abbildung 3: Treibhausgasemissionen in Österreich 2016
(Quelle: Klimaschutzbericht 2017, Anderl u.a., 2017, S.6.)

Aus der Abbildung 3 ist ersichtlich, dass wir noch weit von den nationalen Zielen entfernt sind und entsprechende Maßnahmen und Strategien entwickeln müssen, um diese Ziele erreichen zu können.

Einen großen Anteil am Energieverbrauch und somit auch an den Treibhausgasemissionen haben Gebäude. Der Anteil am Gesamtenergieverbrauch liegt bei ca. 40 % (Europäisches Parlament 2010, 1) und der Anteil an den THG-Emissionen bei ca. 10 % der Gesamtemissionen, wie in der Abbildung 4 des Klimaschutzberichtes 2017 des Umweltbundesamt dargestellt.

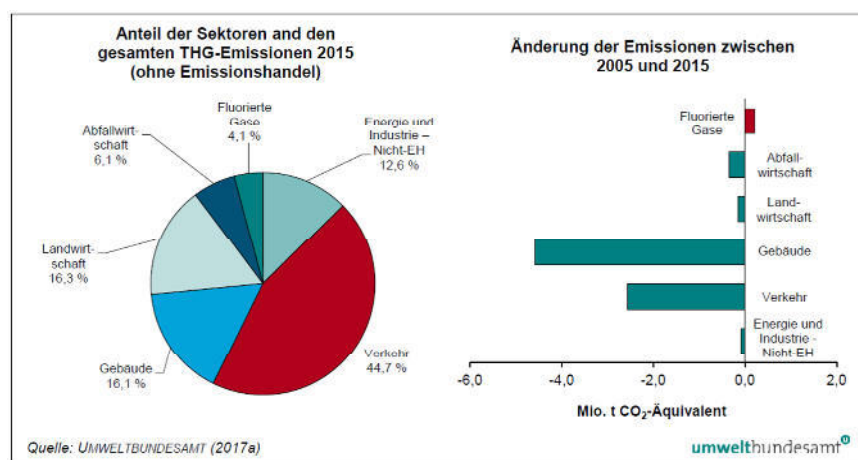


Abbildung 4: Anteile der Treibhausgasemissionen in Österreich 2016
(Quelle: Klimaschutzbericht 2017, Anderl u.a., 2017, S. 50.)

Energiesparendes Planen und Bauen ist daher ein Gebot der Stunde und bedarf eines umfassenden Wissens. Der zielgerechte Einsatz von erneuerbaren Energien und die Reduzierung von CO₂-Emissionen sind über eine entsprechende Planung strategisch umzusetzen. Regionale Möglichkeiten, vorhandene Ressourcen, Bauweisen, Materialien, etc. sind entsprechend einzusetzen.

1.2 Motivation

Richtungsweisend im Hinblick zu den Erkenntnissen des Klimawandels in Verbindung mit den CO₂-Emissionen, war der Beginn der internationalen Umweltpolitik 1972 mit der Gründung der UNEP - „United Nations Environment Programme“

Aus dem Brundtland-Bericht 1987 prägte die Begriffsdefinition der „Nachhaltigen Entwicklung“ folgende Textpassage: *„Sustainable Development - Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“* (UN Weltkommission für Umwelt und Entwicklung 1987, 16).

[„Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“].

Eine „Nachhaltige Entwicklung“ wird bei Wohngebäuden immer mehr zu einem zentralen Faktor. *„Energieeffizienz alleine macht noch kein nachhaltiges Gebäude aus“* (Lechner u. a. 2014, 6). Ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit sind drei gleichwertige Säulen, die in jeder Projektentwicklung eingebracht werden sollten. Wohnen ist ein Grundbedürfnis der Menschen und hat daher einen hohen Stellenwert. Der Mensch sollte dabei immer im Mittelpunkt der Betrachtung stehen. Bauträger, und im speziellen die gemeinnützigen Wohnbauträger, werden in diesen Bereichen vor immer größere Herausforderungen gestellt und haben dabei eine sehr große Verantwortung für die Gesellschaft.

Die Ziele der EU, sowie die damit vereinbarten Verpflichtungen des Staates Österreich zu den erforderlichen Energieeinsparungen, Effizienzsteigerung und

Reduzierung der Treibhausgasemissionen, spiegeln sich aufgrund des hohen Anteils am Energieverbrauch von ca. 40 % (Europäisches Parlament 2010, 1) speziell im Bereich der Gebäude wieder. Die Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über gemeinsame Qualitätsstandards für die Forderung der Errichtung und Sanierung von Wohngebäuden zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen (am 22. Jänner 2006 in Kraft getreten, BGBl. II Nr. 19/2006) finden sich in den laufenden Anpassungen der jeweiligen Bauordnungen bzw. OIB Richtlinien sowie den länderspezifischen Wohnbauförderungsrichtlinien wieder.

Gemäß EU-Richtlinie sollen alle Gebäude ab 2021 Niedrigstenergiegebäude sein. Dies sind Gebäude, die eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweisen. Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. (Europäisches Parlament 2010, 21)

Im „Nationalen Plan“ vom 28. März 2014 zur Umsetzung der gemäß Artikel 9 (3) zu Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 geforderten Gesamtenergieeffizienz für Gebäude, wurden die Mindestanforderungen an Gebäude bis 2020 national festgelegt. In der Tabelle 1 sind die aus dem nationalen Plan hervorgehenden Zielvorgaben für *Neubau Wohngebäude* bis inklusive 2020 dargestellt.

	HWB_{max} [kWh/m ² a]	EEB_{max} [kWh/m ² a]	$f_{GEE,max}$ [-]	PEB_{max} [kWh/m ² a]	$CO2_{max}$ [kg/m ² a]
2014	$16 \times (1 + 3,0 / lc)$	mittels $HTEB_{Ref}$	0,90	190	30
2016	$14 \times (1 + 3,0 / lc)$	mittels $HTEB_{Ref}$	0,85	180	28
	$16 \times (1 + 3,0 / lc)$	oder			
2018	$12 \times (1 + 3,0 / lc)$	mittels $HTEB_{Ref}$	0,80	170	26
	$16 \times (1 + 3,0 / lc)$	oder			
2020	$10 \times (1 + 3,0 / lc)$	mittels $HTEB_{Ref}$	0,75	160	24
	$16 \times (1 + 3,0 / lc)$	oder			

Tabelle 1: Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz - Neubau Wohngebäude 2014 - 2020

(Quelle: Erläuternde Bemerkungen OIB-RL 6 - „Nationaler Plan“, 2014, S.2.)

Diese Mindestanforderungen werden in den Novellierungen der OIB-Richtlinie 6 laufend umgesetzt. Die in der Tabelle 1 mit 2016 dargestellten Werten sind in der gültigen OIB-RL 6 per 01.01.2017 bereits umgesetzt und Grundlage für alle neuen Wohngebäude.

Mit der Errichtung von ca. 15.000 Wohneinheiten im Jahr (15.272 WE im Jahr 2016 (Gemeinnützige Bauvereinigung 2016, 1)) stellen die gemeinnützigen Wohnbauträger eine zentrale Rolle bei der Errichtung von Wohngebäuden dar. Daher sind gerade in diesem Bereich Strategien zu entwickeln, um ökologische Maßnahmen im Spannungsfeld der Baukosten umsetzen zu können.

Der gemeinnützige Wohnbau hat in vielen Bereichen immer wieder Vorreiterrollen eingenommen. Der Passivhausstandard im großvolumigen Wohnbau hat sich im Westen von Österreich bereits durchgesetzt, wobei dies im Osten Österreichs noch immer ein umstrittenes Kosten/Nutzen Thema ist und der ökonomische dem ökologischen Faktor (noch) vorgezogen wird.

„Die NEUE HEIMAT TIROL (NHT) beschreitet neuerlich pionierhafte Wege und errichtet mit 354 Wohnungen am Innsbrucker Lodenareal den ersten wirklich großen mehrgeschoßigen Passivhauskomplex in Tirol“ (Neue Heimat Tirol 2007)

1.3 Problemstellung

Einer der wichtigsten Aufgaben der gemeinnützigen Wohnungswirtschaft ist das Bereitstellen von leistbaren und zeitadäquaten Wohnraum. Der geförderte Wohnbau ist in den letzten Jahren jedoch immer mehr in das Spannungsfeld zwischen steigenden Anforderungen an die Gebäude und leistbaren Wohnraum geraten. Die stetig steigenden Grundstücks- sowie Baupreise und die parallel dazu steigenden technischen Anforderungen aus den Bauordnungen, OIB-Richtlinien, ÖNORMEN an die Gebäude, lassen wenig Spielräume zu. Grund und Boden als wertvolles Gut und Grundlage für Spekulationen (Baulandhortung) lassen die Preise in Höhe treiben. Ein aus ökologischen Gründen zu reduzierender Bodenverbrauch spricht zusätzlich für eine Verschlechterung der Situation und ruft nach Verdichtung bei gleichzeitigem Auftrag zur Erfüllung von erforderlichen Freiräumen für die Bewohner und Verträglichkeit in der örtlichen Raumordnung.

Der Bedarf an leistbarem Wohnraum wird aufgrund einkommensschwacher Haushalte jedoch immer größer und auch der demographische Wandel und Integration von migrantischen Haushalten stellt die Länder vor zusätzlichen Herausforderungen.

Einerseits hat die Wohnbauförderung hier die Aufgabe, entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, um gemeinsam mit den gemeinnützigen Wohnbauträgern in den verschiedensten Wohnformen wie Familienwohnen, Betreutes Wohnen, Junges Wohnen, Generationenwohnen, etc. leistbaren Wohnraum zu ermöglichen, andererseits stellt die Wohnbauförderung ein wesentliches Instrument zur Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung, Verwendung erneuerbarer Energieträger und somit das Ziel für weitere CO₂ Einsparungen dar. Wenn Vorgaben nicht erfüllt werden, werden auch keine Fördermittel zur Verfügung gestellt.

Um diese Kriterien der Wohnbauförderung erfüllen zu können, werden jedoch oft höhere Anforderungen an die Gebäude gestellt, als die baurechtlichen Anforderungen vorgeben. Dies ist in der Regel auch mit Mehrkosten verbunden.

„Die verstärkte Ökologisierung des sozialen Wohnbaues sowie die aus Gründen des Klimaschutzes ständig erhöhten energetischen Standards (Passivhausstandard, „nearly zero energy building“) und die dafür notwendigen Maßnahmen wie hoch gedämmte Gebäudehüllen, kontrollierte Be- und Entlüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung, Einbau alternativer Energieträger, etc. zogen eine stetige Erhöhung der Baukosten nach sich.“
(Zechner, In: GBV/ÖMB/MVÖ, 2012, 151)

In einigen Bundesländern (z.B.: Wien und Niederösterreich) wurden bereits Baukostenobergrenzen eingeführt, um den gewünschten, „leistbaren“ Wohnraum zu gewährleisten. Dies bedeutet eine weitere Einengung bei den Handlungsspielräumen zur Konzipierung von Gebäuden. Es werden einerseits hohe ökologische, energieeffiziente Ansprüche gesetzt, andererseits die ökonomischen Möglichkeiten begrenzt.

Viele Wohnbauträger sind daher bereits bemüht, Wohngebäude ohne Wohnbaufördermittel zu errichten, um einerseits die Zusatzanforderungen der Wohnbauförderungen zu umgehen und andererseits den Wohnbedarf abzudecken, da nicht unbegrenzte Wohnbaugelder der Länder vorhanden sind. Dies stellt jedoch einen weiteren, massiven Rückschritt für die Umsetzung ökologischer Maßnahmen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen dar.

„Die österreichische Wohnungsgemeinnützigkeit zählt zu den wichtigsten Säulen der österreichischen Wohnungswirtschaft. Neben der Wohnbauförderung, den Wohnbaubanken und Bausparkassen ist sie eine Stütze der Wohnungswirtschaft. Sie trägt zur wirtschaftlichen Stabilität sowohl in der Gesamtwirtschaft als auch in der Wohnungswirtschaft wesentlich bei. Konjunkturschwankungen konnten durch eine kontinuierliche Bautätigkeit der gemeinnützigen Wohnungswirtschaft verringert werden. Die Sicherung der Beschäftigung und der Beitrag zur regionalen Wertschöpfung machen die Gemeinnützigkeit zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor“ (Czerny In: GBV/ÖMB/MVÖ, 2012, 41)

1.4 Zielsetzung

Eine Technologie, die einen wesentlichen Beitrag zu den Klimaschutzziele leisten kann, ist die thermische Bauteilaktivierung (TBA).

Ziel dieser Masterarbeit ist das System der thermischen Bauteilaktivierung anhand eines großvolumigen Wohnbauprojekts zu analysieren und den Veränderungsbedarf an die Projektentwicklung, Planung und Umsetzung darzustellen, um für zukünftige Projekte einen Maßnahmenkatalog erstellen zu können.

Es ergibt sich daher folgende Forschungsfrage:

„Welche Maßnahmen sind im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise erforderlich, um eine thermische Bauteilaktivierung für die Beheizung und Kühlung eines großvolumigen Wohnbaues einsetzen zu können?“

Unterfragen:

- Es wird untersucht, welche Parameter sich ändern bzw. angepasst werden müssen und welche Bauteile von der Systemänderung betroffen sind.
- Worauf ist bei der Umsetzung einer TBA zu achten?
- Welche Risiken könnten entstehen und wie können diese minimiert werden?
- Wie muss der Nutzer mit dem System vertraut gemacht werden und wie ist der Umgang im Vergleich zu den Standardsystemen?
- Wie wirkt sich das System auf die Baukosten aus?
- Welche gesetzlichen Rahmenbedingungen sind vorhanden, bzw. sollten sich ändern?
- Kann mit dem Einsatz der TBA im Wohnbau und damit bei allen zukünftigen Gebäuden in dieser Bauweise folgende Ziele erreicht werden:
 - Reduzierung des Energieverbrauchs
 - Einsatz erneuerbarer Energieträger
 - Nutzung der Umweltwärme

Unsere weltweiten Ziele, Energie speichern zu können und Umweltenergien besser auszunutzen zu können und damit CO₂ einzusparen, kann bei dem zu untersuchenden System TBA umgesetzt werden. Der großvolumige Wohnbau kann hier in der Zukunft eine wesentliche Rolle spielen.

2 Thematische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Themen einer thermischen Bauteilaktivierung erarbeitet, welche die Basis für die weiteren Betrachtungen darstellen.

2.1 Definition TBA

Für den in dieser Arbeit oftmals verwendeten Begriff der thermischen Bauteilaktivierung konnte keine eindeutig anerkannte Definition zugeordnet werden. In der Fachliteratur werden unterschiedliche Bezeichnungen, wie thermoaktive Bauteilsysteme (TABS), Betonkernaktivierung, Baukernaktivierung, Betonkerntemperierung, etc. angeführt.

Für diese Arbeit wird durchgehend der Begriff thermische Bauteilaktivierung angewendet und beschreibt in dieser Arbeit massive Deckenkonstruktionen mit bauteilintegrierten, wassergeführten Rohrregistern. Es können auch Betonwände aktiviert werden. Die massiven Decken werden aufgrund Ihrer Speicherfähigkeit zur alleinigen Raumheizung bzw. Kühlung verwendet. Sie fungieren als Speicher und Wärmeüberträger.

2.2 Wärmeabgabesysteme

Wärme an einen Raum abzugeben, kann durch eine Vielzahl an Systemen erfolgen. In manchen Fällen können sogar Kombinationen aus mehreren Systemen angewendet werden. Wärmeabgabesysteme mittels Heizkörper sind das verbreitetste System. Flächenheizungen wie Fußboden-, Wand- und Deckenheizungen sind aufgrund der Vielzahl an positiven Eigenschaften in den neuen Gebäuden nahezu Standard. Ein weiteres, jedoch im Wohnbau eher selten eingesetztes System, ist die Luftheizung.

2.2.1 Luftheizung

Bei der Luftheizung erfolgt die Wärmeabgabe in den Raum über ein Lüftungssystem. Ventilatoren für die Zu- u. Abluft bringen einerseits frische, vorgewärmte Luft in den Raum, andererseits wird die verbrauchte Luft wieder abgesaugt. Somit ist ein stetiger, hygienischer Luftwechsel gegeben. Die Vorwärmung der dem Raum zugeführten Luft erfolgt in der Regel über Wärmerückgewinnung aus der Abluft. Die Anhebung der Temperatur auf die erforderliche Einblastemperatur erfolgt über elektrische- oder Wasserheizregister. Um den Komfort im Raum nicht zu beeinträchtigen, ist die Einblastemperatur sowie die Luftgeschwindigkeit zur Vermeidung von Zugerscheinungen zu begrenzen. Unter diesen Voraussetzungen ist die Heizleistung ziemlich gering, wodurch dieses System als alleiniges Heizsystem lediglich bei geringen Transmissions- und Infiltrationsverlusten eingesetzt werden kann (Passivhaus). Die maximal mögliche Heizlast bei Nichtüberschreiten des hygienisch erforderlichen Luftwechsels liegt im Bereich von 10 - 14 W/m² Wohnfläche. Höhere Luftwechselraten können im Winter zu einer unangenehm geringen Luftfeuchtigkeit führen. (Streicher u. a. 2004, 119)

Da bei Passivhäusern eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung ein notwendiges, haustechnisches Bauteil ist, ist diese Art der Heizung ein gängiges System um kein zweites System einsetzen zu müssen.

2.2.2 Wasserheizungssysteme

Bei Wasserheizungssystemen dient Wasser als Wärmeträgermedium. Durch die höhere Wärmekapazität und Dichte des Mediums Wasser im Vergleich zur Luft, kann mehr Energie transportiert und daher geringere Dimensionen verwendet werden. Über einen Wärmeerzeuger (z.B.: Fernwärmeumformer, Heizkessel, Wärmepumpe, etc.) wird dem Wasser Energie zugeführt und über gedämmte Leitungen bis zum Wärmeabgabesystem (Radiatoren, Fußbodenheizung, Wandheizung, Deckenheizung) geführt. (Streicher u. a. 2004, 120)

Radiatorenheizung

Bei der Radiatorenheizung handelt es sich in der Regel um ein Heizsystem mit höheren Vorlauftemperaturen. Bei älteren Gebäuden können diese bis zu 90 °C ausfallen. Die Art und Größe der Heizkörper sind abhängig von der Qualität der Gebäudehülle und der Vorlauftemperatur. Die Positionierung ist meist unter den Fenstern, um hier die Kälteabstrahlung des Fensters zu reduzieren sowie den kalten Abwärtsstrom der Luft umzudrehen. Da dadurch auch das Glas erwärmt wird, erhöhen sich die Transmissionswärmeverluste. Die Wärmeabgabe erfolgt großteils mittels Konvektion. Warme Luft steigt vom Heizkörper auf und sinkt auf der anderen Seite abgekühlt wieder ab. So entsteht eine Art Kreislauf, wodurch es einerseits zu einer unterschiedlichen Temperaturverteilung im Raum kommt und andererseits auch zu Staubaufwirbelungen, was speziell bei Allergikern Probleme bereiten kann. Je nach Bauart des Heizkörpers kommt es auch zu einer Strahlungswärmeabgabe, die jedoch relativ gering ist. Somit werden die umliegenden Bauteile lediglich durch die Raumluft erwärmt. (Streicher u. a. 2004, 120)

Die Regelung erfolgt in den meisten Fällen über Thermostatventile, die jeden Heizkörper einzeln regeln lassen und somit jeder Raum individuelle Raumtemperaturen zulässt. Es können auch Raumthermostate verwendet werden, die eine aufwändigere, jedoch eine programmierbare Regelung ermöglichen. Neue, digitale Funkthermostatventile können ebenfalls für Regelprogramme (Nachtabsenkung, Wochenprogramme, etc.) verwendet werden. Die Vorlauftemperaturen können statisch vorreguliert werden oder die Heizkurven werden über die Außentemperatur geregelt um effizienter und energiesparender zu arbeiten.

Fußbodenheizung

Bei der Fußbodenheizung werden Rohrleitungen im gesamten oder in Teilen des Fußbodens verlegt, die mit Heizungswasser gefüllt sind und die Energie an den Fußboden abgeben. Dieser fungiert als Wärmespeicher, daher ist dieses System der Wärmeabgabe ein eher träges System und reagiert nicht so schnell auf

Veränderungen wie ein Radiator. Die Vorlauftemperaturen liegen bei gut gedämmten Gebäuden bei maximal 30-40 °C. Umso besser die Gebäude gedämmt sind, desto kleiner die benötigte Heizfläche bzw. kann auch die Vorlauftemperatur reduziert werden. Die Vorlauftemperatur kann entweder über die Außentemperatur geregelt werden oder es wird eine fixe Temperatur voreingestellt. Die Umwälzpumpe wird entsprechend der gewünschten Raumtemperatur „ein“ und „aus“ geschaltet. (Streicher u. a. 2004, 120)

Wandflächenheizung

Hier werden die Heizungsrohre in den Wänden nahe der Innenseite verlegt. Wenn es sich um Stahlbetonwände handelt, können diese auch in die Betonwand integriert werden, somit wird die Wand thermisch aktiviert und dient als Wärmespeicher. Wandflächenheizungen haben eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Raum. Die Vorlauftemperaturen liegen bei 25-30 °C und können ebenfalls über die Außentemperaturen geregelt werden. Die beheizten Wandflächen sollten jedoch von Möbel freigehalten werden und Befestigungen sind nur bedingt möglich.

Deckenheizung

Die Rohrleitungen können dabei entweder außerhalb der Speichermasse verlegt werden oder als Betonkernaktivierung innerhalb der Betondecke. Die Betondecke wird thermisch aktiviert (TBA) und dient als Wärmespeicher. Die Rohrleitungen können dabei manuell auf einer Trägermatte (z.B.: Baustahlgitter) befestigt werden oder mittels vorgefertigter Rohrmodule. Aufgrund des großflächigen Wärmeabgabesystems können die Oberflächentemperaturen sehr niedrig gehalten werden. Die Vorlauftemperaturen liegen bei 25-30 °C und können ebenfalls über die Außentemperaturen geregelt werden. Da die Decken meist frei sind, kann hier eine ungehinderte Wärmeabgabe erfolgen. (Streicher u. a. 2004, 122)

In der Tabelle 2 werden die wesentlichen Vor- und Nachteile der jeweiligen Wärmeabgabesysteme dargestellt.

	Radiatoren- heizung	Fußbodenheizung	Wandheizung	Deckenheizung
Vorteile	kurze Reaktionszeit	niedrige Vorlauftemperaturen	niedrige Vorlauftemperaturen	niedrige Vorlauftemperaturen
	einfache Einzelraumregelung	hoher Strahlungsanteil / gleichmäßige Raumtemperatur	hoher Strahlungsanteil / gleichmäßige Raumtemperatur	hoher Strahlungsanteil / gleichmäßige Raumtemperatur
		geringer konvektiver Anteil	geringer konvektiver Anteil	geringer konvektiver Anteil
		Kühlung möglich	Kühlung möglich	Kühlung möglich
Nachteile	Verschmutzung des Heizkörpers / nicht leicht zu reinigen	träges Verhalten	träges Verhalten	träges Verhalten
	Platzbedarf im Raum	Bodenbeläge können sich negativ auf die Wärmeabgabe auswirken	Möbel/Kästen können sich negativ auf die Wärmeabgabe auswirken	
	Staubaufwirbelung durch Konvektion		Befestigungen an der Wand problematisch	Befestigungen an der Decke problematisch

Tabelle 2: Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeabgabesysteme

(Quelle: Benutzerfreundliche Heizsysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser, Streicher u.a., 2004, S. 121ff)

Bei der Fußbodenheizung, Wandheizung und Deckenheizung handelt es sich aufgrund ihres großflächigen Wärmeabgabesystems um Flächenheizsysteme, wodurch nur mehr niedrige Oberflächentemperaturen zur Beheizung eines Raumes erforderlich sind. Aufgrund der niedrigen Oberflächentemperaturen ist der konvektive Anteil der Wärmeübertragung sehr gering, und der Wärmeaustausch erfolgt fast vollständig als Wärmestrahlung.

Wärmestrahlung benötigt kein Übertragungsmedium, wie zum Beispiel Luft, und breitet sich im Raum in alle Richtungen gleichmäßig aus. Zwischen jedem Körper erfolgt ein Strahlungsaustausch, abhängig von dessen Oberflächentemperatur und Oberflächeneigenschaften. Der Wärmetransport erfolgt von der warmen zu der

kühleren Fläche. Die Abstände zwischen den beheizten und unbeheizten Flächen in einem Raum spielen daher keine wesentliche Rolle. Es erfolgt ein Strahlungsaustausch mit allen „sichtbaren“ Oberflächen. Der hohe Strahlungsanteil bewirkt eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Raum und somit einen hohen thermischen Komfort. In einem Musterraum mit thermisch aktivierter Decke konnte rechnerisch nachgewiesen werden, dass die Isotherme im Vertikal- und Horizontalschnitt einen Temperaturunterschied von ca. 1K zeigen und somit sehr gering sind. (Friembichler u. a. 2016, 13ff)

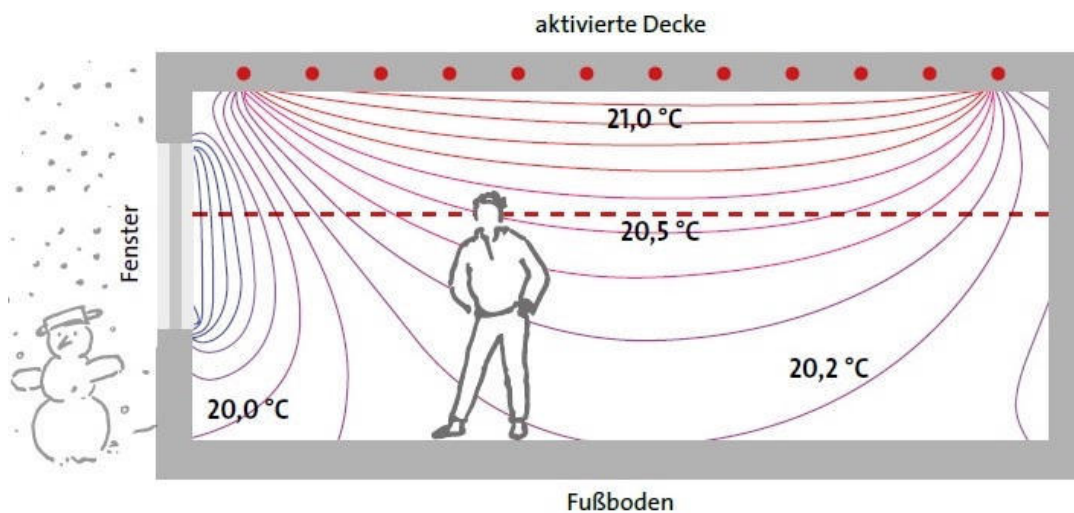


Abbildung 5: Vertikalschnitt durch einen Musterraum Heizfall/Winterbetrieb © Z+B
(Quelle: Energiespeicher Beton, Friembichler u.a., 2016, S.14.)

Die Heizmitteltemperaturen bei Flächenheizungen liegen nur wenige Grade über den Solltemperaturen der zu beheizenden Räume und bewegen sich auch bei sehr kalten Außentemperaturen bei knapp über 30 °C. Diese niedrigen Temperaturen sind eine notwendige Voraussetzung für ein gutes Funktionieren des Systems und eine effektive Nutzung erneuerbarer Energien ist möglich. (Friembichler u. a. 2016, 17)

Die Kombination mit thermischen Sonnenkollektoren bzw. ein Wärmebereitstellungssystem mittels Wärmepumpen, dessen Betrieb mit Strom aus Windkraftanlagen oder Photovoltaik stammt, stellt hier ein zukunftsorientiertes System dar.

2.3 Thermischer Komfort / Thermische Behaglichkeit

Das menschliche Wärmeempfinden hängt im Wesentlichen vom thermischen Gleichgewicht des Körpers ab. Dieses wird durch körperliche Tätigkeit, Bekleidung sowie Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, der Luftfeuchte und der Luftgeschwindigkeit beeinflusst. (Österreichisches Normungsinstitut 2005, 4)

Die Behaglichkeitsgrenzen können durch den in der ÖNORM EN ISO 7730:2006 definierten PMV-PPD-Index angegeben werden.

Das mittlere Votum, predicted mean vote [PMV], beruht auf dem Wärmegleichgewicht des menschlichen Körpers und wird erreicht, wenn die im Körper erzeugte Wärme gleich der an die Umgebung abgegebenen Wärme ist. Die Angaben zu dem vorausgesagten Prozentsatz an Unzufriedenen zur thermischen Behaglichkeit, liefert der Predicted percentage of dissatisfied [PPD], welcher sich aus dem PMV berechnen lässt. Anhand des PPD-Index lässt sich eine Anzahl an Personen voraussagen, die mit einem Umgebungsklima unzufrieden sind. (Österreichisches Normungsinstitut 2005, 6ff)

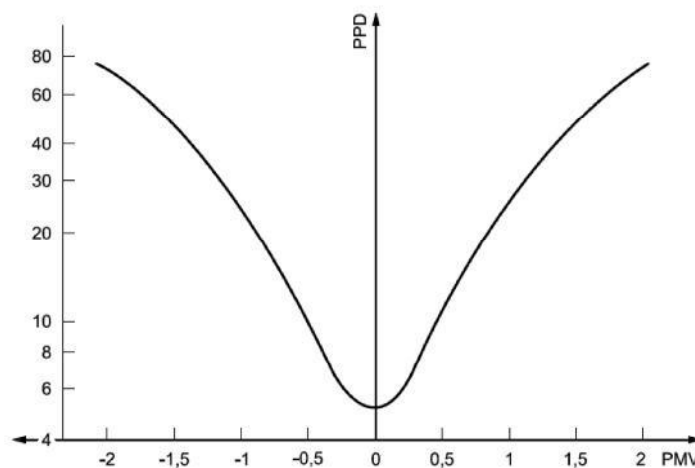


Abbildung 6: PPD als Funktion des PMV

(Quelle: ÖNORM EN ISO 7730, S.9.)

Das Empfinden des Menschen besteht größtenteils durch Austausch von Strahlungstemperatur aber auch Wärmeleitung. Die empfundene Temperatur setzt

sich daher aus der Lufttemperatur im Raum und der Oberflächentemperatur der umgebenen Flächen zusammen. (Streicher u. a. 2004, 118)

Eine zu große Strahlungsasymmetrie kann zu einem Unbehagen führen. Speziell durch kalte Wände bzw. Fenster oder warme Decken verursachte asymmetrische Strahlung, wird als unangenehm empfunden. Speziell die horizontale Strahlungsasymmetrie stellen für den Körper aufgrund der Oberfläche (vorne/hinten) eine höhere Unbehaglichkeit dar (s. Abbildung 7). (Österreichisches Normungsinstitut 2005, 12)

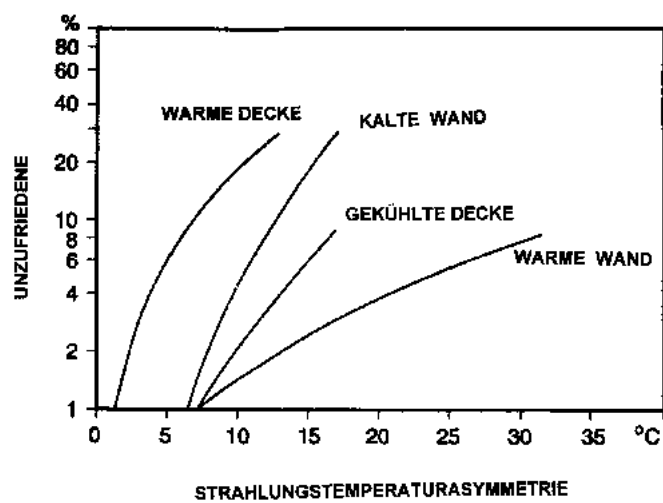


Abbildung 7: Lokale thermische Unbehaglichkeit durch asymmetrische Strahlungstemperatur
(Quelle: ÖNORM EN ISO 7730, S.13.)

Aus der Abbildung 8 kann die thermische Behaglichkeit bei sitzender Beschäftigung und mittlerer Aktivität und entsprechend angepasster Bekleidung als Funktion der mittleren Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen und der Raumlufttemperatur abgelesen werden. Es ist daher anzustreben, dass die Differenz zwischen Oberflächentemperatur und Raumtemperatur maximal 4 K erreichen soll.

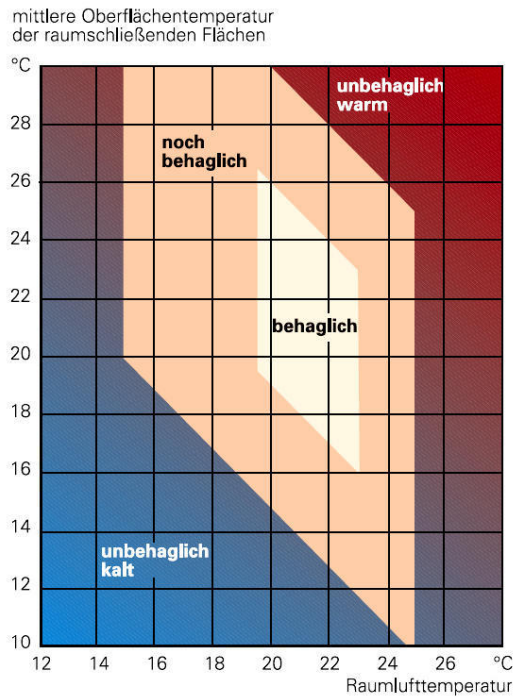


Abbildung 8: Behaglichkeitsgrenzen

(Quelle: Raumklima und thermische Behaglichkeit, Frank, 1975, S.21.)

Die Temperatur der Wand- und Deckenflächen ist daher für den Komfort ein wesentlicher Parameter und hängt vom Dämmstandard und dem Wärmeabgabesystem ab. Bei hohen Oberflächentemperaturen kann daher die Raumlufthtemperatur gesenkt werden, ohne den Komfort zu verändern. Bei kälteren Oberflächen muss die Raumtemperatur entsprechend angehoben werden. Auf die Vermeidung von zu großen Temperaturunterschieden im Raum sollte ebenso geachtet werden. (Streicher u. a. 2004, 118)

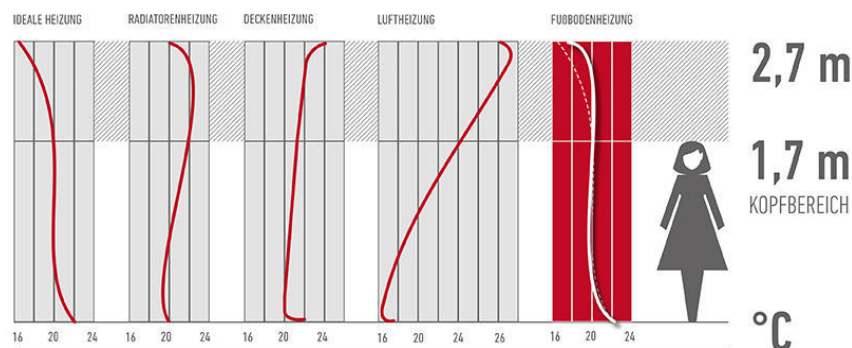


Abbildung 9: Vertikale Temperaturverteilung

(Quelle: effidur.de (Hrsg.))

Durch eine hohe Sonneneinstrahlung in ein Gebäude kann es durch den Energieeintrag zu einer sehr raschen Erwärmung der Raumluft und der Bauteile führen. Dies wirkt sich im Winter positiv auf die Energiebilanz aus, im Sommer kann es jedoch zu einer Überhitzung der Räume führen und sich somit negativ auf den thermischen Komfort auswirken. Um dieser Überhitzung entgegen zu wirken, sind entsprechende Maßnahmen, wie geeigneter Sonnenschutz, Nachtlüftung oder aktive Kühlmaßnahmen zu treffen.

Bei der Projektierung jedes Gebäudes ist der thermische Komfort ein zu berücksichtigender Faktor, um das Wohlbefinden der darin lebenden oder arbeitenden Menschen auf längere Sicht auch sicherstellen zu können. Behaglichkeit, Ausstattung und Komfort sind wesentliche Aspekte für ein nachhaltiges Gebäude und deren Nutzern.

2.4 Eigenschaften und Wirkungsweise einer TBA

„Die Zusammenführung der energetischen Vorteile von hoch gedämmten Gebäuden mit der Möglichkeit der thermischen Bewirtschaftung der tragenden Struktur von Bauwerken eröffnet eine neue Dimension des energieeffizienten Bauens. Von den Vorteilen der TBA herausragend zu nennen ist der während des gesamten Jahres sichergestellte thermische Komfort im Inneren der Gebäude. Begleitet wird dieser für die Wohnqualität positive und für die Gesundheit der Bewohner sehr förderliche Aspekt selbstredend von hoher Energieeffizienz, von einer optimalen Nutzung des Potentials erneuerbarer Energien sowie von einfachen, kostengünstigen haustechnischen Anlagen“.
(Friembichler u. a. 2016, 5)

Heizen UND Kühlen

Einer der wesentlichsten Eigenschaften der TBA ist die Möglichkeit ein Gebäude zu heizen und zu kühlen ohne ein zusätzliches System einbauen zu müssen.

Bei Nicht-Wohngebäuden wird davon ausgegangen, dass Kühlmaßnahmen erforderlich sind, daher ist der max. außeninduzierte Kühlbedarf gemäß OIB

Richtlinie 6 einzuhalten. Für Wohngebäude jedoch gilt der sommerliche Wärmeschutz für erfüllt, wenn ausreichend Speichermassen im vereinfachten Nachweis gemäß ÖNORM B 8110-3 vorhanden sind, wodurch keine energetischen Kühlmaßnahmen erforderlich werden. (Österreichisches Institut für Bautechnik 2015b, 7).

Aufgrund des derzeit ablaufenden Klimawandels und der stetig steigenden Anzahl an Hitzetagen, zeigt sich jedoch bereits jetzt die Notwendigkeit der Kühlung von Gebäuden als wichtiger Beitrag über das ganze Jahr einen hohen thermischen Komfort für die Menschen auch für die Zukunft gewährleisten zu können. Speziell innerstädtisch, wo eine Nachtlüftung aufgrund Lärm und Hitzeinseln nur schwer möglich ist, bzw. auch der Sicherheitsaspekt bei den Erdgeschoß- und Dachgeschoßwohnungen zu berücksichtigen ist.

Die Möglichkeit mittels einer TBA ein Gebäude das ganze Jahr zu temperieren, kann als wichtiger Ansatz für zukunftsgerechtes Planen und Bauen gewertet werden. (Friembichler u. a. 2016, 9)

Selbstregelungseffekt

Eine weitere charakteristische Eigenschaft einer thermisch aktivierten Decke ist der Selbstregelungseffekt. Dieser Effekt tritt bei Wärmeabgabesystemen mit sehr niedrigen Heizmitteltemperaturen auf. Bei einer thermisch aktivierten Decke ist die Wärmeabgabe bzw. Wärmeaufnahme näherungsweise proportional zur Differenz zwischen Raumtemperatur und Oberflächentemperatur. Steigt die Raumtemperatur und/oder die innere Oberflächentemperatur an, so nimmt im Fall der Beheizung die Wärmeabgabeleistung der thermisch aktivierten Decke ab. Dies gilt auch für den Fall der Kühlung. Dabei wird entsprechend keine Wärme mehr aufgenommen. (Friembichler u. a. 2016, 16)

2.4.1 Beton als Energiespeicher

Beton hat für den Einsatz einer TBA wesentliche Eigenschaften. Die gute Wärmeleitfähigkeit sorgt für einen raschen Wärmeübergang vom Heizregister an die Betondecke. Die Wärmespeicherfähigkeit ermöglicht eine relativ hohe Zufuhr an

Wärmemenge an den Betonspeicher, ohne dass dadurch seine Temperatur stark erhöht wird. Die Wärmespeicherfähigkeit hängt einerseits von der Bauteildicke, der spezifischen Wärmekapazität, der Wärmeleitfähigkeit und der Massedichte des Materials ab. Diese Eigenschaften wirken großen Tagesschwankungen der Raumtemperatur entgegen und verhindern kurzzeitige Temperaturspitzen. (Friembichler u. a. 2016, 10ff)

Aufgrund dieser Eigenschaften haben Betonelemente eine hohe Eignung für eine thermische Bewirtschaftung. In der Tabelle 3 können die thermodynamischen Kennwerte von Beton im Gegensatz zu anderen wichtigen Baumaterialien dargestellt werden. Besonders die hohe Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu anderen Baustoffen mit Faktor 9 ist hier herauszuheben. (Holzer und IPJ 2013, 1)

				> 28 cm Beton	> 18 cm Ziegel	> 10 cm Holz	2,5 cm GKP
Wärmeleitfähigkeit	λ	W/mK		1,8	0,2	0,1	0,2
Wärmespeicherkapazität	c_p	kJ/kgK		1,0	1,0	2,5	1,1
spezifisches Gewicht	ρ	10^3 kg/m ³		2,4	0,8	0,5	0,9
Temperaturleitfähigkeit	a	10^{-6} m ² /s	$a = \lambda/\rho*c_p$	0,8	0,3	0,1	0,2
dynamische Eindringtiefe für T = 24h	δ	m	$\delta = T*a/\pi$	0,14	0,09	0,05	0,08
flächenbezogene wirksame Wärmekapazität (24h)	χ'	Wh (m ² K)	lt EN ISO 13786 A.2.3.	27	13	12	1
volumsbezogene Wärmespeicherfähigkeit	C	Wh (m ³ K)	$C = \rho*c_p$	667	222	347	263

Tabelle 3: Thermodynamische Kennwerte exemplarischer Baustoffe

(Quelle: Aktive Speichermassenbewirtschaftung von Bauteilen aus Beton, Holzer u.a., 2013, S.1.)

2.4.2 Das Gebäude als Energiespeicher

Um die nationalen und internationalen Ziele zur Verringerung der Treibhausgasemissionen erreichen zu können, sowie die Energiewende mit dem generellen Umstieg auf erneuerbaren Energien zu schaffen, ist der Ausbau von Windparks, Wasserkraftwerke, thermische Solaranlagen und Photovoltaikanlagen eine wesentliche Notwendigkeit. Speziell bei der Nutzung von Umweltenergien wie

Wind und Sonne in Form von elektrischem Strom oder von thermischen Solaranlagen, deckt sich die zeitliche Energiebereitstellung nicht mit dem zeitlichen Energiebedarf von Menschen und Gebäuden. Die Energiebereitstellung ist daher nicht deckungsgleich mit dem Energiebedarf. Es kommt einerseits zu Lieferspitzen und andererseits wiederum zu Engpässen bei erhöhtem Bedarf. Aus diesem Grund ist eine wesentliche Frage einer effektiven und kostengünstigen Speicherung von Energie noch zu klären.

Die bei einem Gebäude üblicherweise vorhandenen massiven Bauteile, stellen ein kostengünstiges und geeignetes Speichermedium für Wärme aus erneuerbaren Energien dar und ermöglichen die Realisierung eines hohen Deckungsgrades (Friembichler u. a. 2016, 38).

Die Wärmespeicherfähigkeit eines Gebäudes ist neben der vorhandenen Speichermasse und der Speicherkapazität von der Regelung der Bauteiltemperatur und der Raumtemperatur abhängig. Dies ist unabhängig von der Art der Energiebereitstellung bei der Planung eines Gebäudes mit einer TBA ist zu beachten. Durch die Einlagerung von Energie in die Speichermasse des Betonkörpers wird analog eines Pufferspeichers die Temperatur angehoben. Je höher die Speichertemperatur über dem Ausgangsniveau liegt, umso mehr Energie ist gespeichert. Durch die Speicherung von Energie im Betonbauteil wird bewusst eine vorher definierte Temperaturerhöhung im Gebäude in Kauf genommen. Diese zwischengelagerte Energie steht dann dem Gebäude zur Deckung der Lüftungs- u. Transmissionswärmeverluste zu Verfügung. Eine entsprechende Speicherung kann jedoch nur genutzt werden, wenn Temperaturschwankungen zugelassen werden. Diese Temperaturschwankungen verlaufen jedoch aufgrund der hohen Wärmespeicherkapazität der massiven Bauteile langsam und stetig, wodurch der thermische Komfort nicht beeinträchtigt wird. (Friembichler u. a. 2016, 38)

Das Grundprinzip der Funktionsweise einer TBA kann in der Abbildung 10 abgelesen werden. Es wurde dabei ein Temperaturband zwischen 21 °C und 23 °C Raumtemperatur festgelegt.

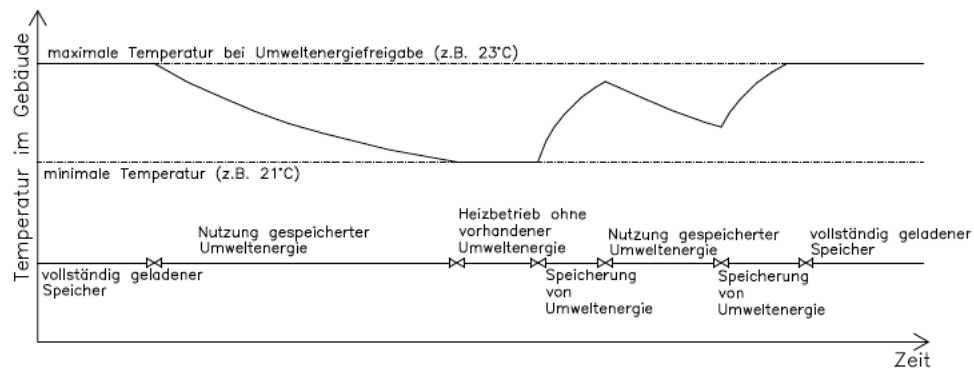


Abbildung 10: Grundprinzip der Regelstrategie zur Speicherung von thermischer Energie innerhalb der Gebäudestruktur © Simon Handler

(Quelle: Energiespeicher Beton, Friembichler u.a., 2016, S.39.)

Es muss im Vorfeld mit den Nutzern abgestimmt werden, welches Temperaturband ermöglicht wird. Je größer das Temperaturband gewählt wird, umso mehr Energie kann im Gebäude gespeichert werden. Durch Zonierungen können unterschiedliche Temperaturbänder festgelegt und an den jeweiligen Nutzer bzw. Raumnutzung angepasst werden. In der Nutzung wird sich jedoch zeigen, welche Anpassungen der Temperaturbänder möglich sind, ohne dass der Komfort gestört wird. Dies wird möglicherweise ein sehr subjektives Empfinden sein, wodurch sich diese Voreinstellungen der Temperaturen im großvolumigen Wohnbau als Herausforderung herausstellen können.

2.4.3 Aktives und passives Kühlen

Das Kühlen von Wohngebäuden wird aufgrund des vorherrschenden Klimawandels und den sommerlichen Überhitzungserscheinungen auch in unseren Breitengraden ein wichtiges Thema. Zu beobachten ist bereits jetzt, dass der Wunsch der Nutzer nach maschineller Kühlung zur Komfortverbesserung vorhanden ist. Bei einer Vielzahl an Wohnbauprojekten werden Klimaanlage, unabhängig vom vorhandenen Baustandard als Sonderwunsch eingereicht und ausgeführt. Der Komfortgedanke liegt hier im Fokus der Bewohner. Dies ist jedoch in Zeiten, in denen Energieeinsparungen und Energieeffizienz in Vordergrund gestellt werden, wieder gegenläufig. Es sind daher Maßnahmen erforderlich, die ohne maschinelle Zusatzmaßnahmen einen ganzjährigen thermischen Komfort gewährleisten können. Auf die ökologischen Auswirkungen der verwendeten Kältemittel wird in dieser

Arbeit nicht näher eingegangen, sind jedoch für eine nachhaltige Beurteilung ebenso zu beachten.

Die TBA ist dafür eine einfache und effiziente Alternative, auch im Sommer einen entsprechenden thermischen Komfort gewährleisten zu können. Dies kann durch eine passive oder aktive Kühlung über die Decke erfolgen. Trotz der Möglichkeit der Kühlung, ist bei der Planung auf einen entsprechenden Sonnenschutz bzw. entsprechende Wahl von Fenstergrößen in Abhängigkeit der Orientierung zu achten. Die in der heutigen Architektur meist vorhandenen großen Glasflächen führen zu einem hohen solaren Energieeintrag. Der dadurch entstehende hohe Kühlbedarf kann über die TBA nicht gedeckt werden. (Friembichler u. a. 2016, 61)

Im Zuge eines persönlichen Gespräches mit Hrn. Prof. Klaus Kreč (2018) wurde eine wesentliche Ergänzung angemerkt: *„Bei fehlender Verschattungsmöglichkeit erwärmen sich die Gläser durch die direkte Sonneneinstrahlung sehr stark. Bei aktivierter Deckenkühlung über die TBA und einer Deckentemperatur von ca. 20 °C, kommt es zu einer Strahlungsasymmetrie, wodurch ein Zugluftgefühl entstehen kann“.*

Passive Kühlung / Free-Cooling

Bei der passiven Kühlung wird die niedrige Temperatur eines geeigneten Mediums zur direkten Kühlung genutzt (Luft, Grundwasser, Erdkörper, Flusswasser etc.). Eine maschinelle Kühlung mittels Verdichter ist nicht erforderlich. Dies kann auch über geöffnete Fenster in der Nacht erfolgen - „Nachtlüftung“. Aufgrund der immer öfter auftretenden hohen Temperaturen der Außenluft, reicht dieser Temperaturunterschied oft nicht aus, um die Wärme aus den Räumen abführen zu können, wodurch alternative Maßnahmen für eine Wärmesenke verwendet werden müssen. Dabei kann die Nutzung von Grundwasser, Erdkörper oder Flusswasser herangezogen werden. Diese sind jedoch oft Genehmigungsverfahren unterworfen und sollten im Vorfeld im Detail geprüft werden. Bei der Nutzung passiver Kühlung über das Erdreich oder Grundwasser sind Argumente für oder gegen eine Nutzung zu berücksichtigen: (Friembichler u. a. 2016, 42ff)

- Vorteile:**
- geringer Strombedarf, lediglich Umwälzpumpen
 - hohe Kühlleistung bei Grundwassernutzung mit ausreichender Strömung und Temperaturniveau
 - Flachkollektoren sehr wirtschaftlich
- Nachteile:**
- höhere Investitionskosten
 - bei Kühlung über Erdreich ist auf eine ausgeglichene Bilanz zwischen Wärmeentzug und Wärmeeintrag zu achten

Die Nachtlüftung stellt immer noch die einfachste und wirtschaftlichste Methode der passiven Kühlung dar. Jedoch kann dies bei langanhaltenden Hitzeperioden, besonders innerstädtisch (Urban Heat Islands) zu Problemen führen. Eine nicht durchführbare Nachtlüftung kann auch aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (z.B.: Lärmimmissionen, Staubimmissionen, Einbruchschutz, Bedienkomfort etc.) erfolgen.

Aktive Kühlung

Eine Kühlung mithilfe von Kältemaschinen oder reversibel arbeitende Wärmepumpen bezeichnet man als Aktive Kühlung. Bei Wärmepumpen ist die Funktionsweise gleich wie bei Heizzwecken, jedoch wird der Kreislauf umgedreht und das Temperaturniveau im Kältekreis verändert und somit Wärme dem Raum entzogen. Bei Luft-Wasser-Systemen wird die Wärme aus dem Gebäude der Außenluft zugeführt. Bei Erdwärme- oder Grundwasserwärmepumpen können auch diese Medien als Wärmesenke zur aktiven Kühlung verwendet werden. Auch hier sind Argumente für oder gegen eine Nutzung zu berücksichtigen: (Friembichler u. a. 2016, 42)

- Vorteile:**
- hohe Kühlleistung möglich
- Nachteile:**
- hoher Schalleistungspegel bei Luft-Wasser-Wärmepumpe
 - höherer Energieverbrauch, daher sollte der Kühlbedarf möglichst geringgehalten werden (Verschattungsmaßnahmen)

2.5 Anforderung an das Gebäude

Einer der wesentlichsten Voraussetzungen für die Einsatzmöglichkeit einer TBA ist eine hochwertige Gebäudehülle. Die daraus resultierende Heizlast des Gebäudes ist ein wesentliches Kriterium für deren Umsetzung. Zur Sicherstellung eines hohen Komforts, sollten die Oberflächentemperaturen der Decken nicht mehr als 4 K über der Solltemperatur im Raum liegen. Somit ist die Wärmeabgabeleistung der TBA begrenzt. Obwohl in der Regel große aktivierte Flächen zur Verfügung stehen, gibt es für die zu erbringenden Heizlasten entsprechende Obergrenzen. Jede Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle reduziert die Transmissionswärmeverluste und somit auch die Heizlast. (Friembichler u. a. 2016, 23ff)

Der Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung verringert die Lüftungswärmeverluste und somit kann auch die Heizlast weiter reduziert werden. Um dies effektiv auszunutzen, ist eine luftdichte Gebäudehülle erforderlich. Die Festlegung der Lage und Ausführung der Dichtebene eines Gebäudes ist eine wichtige Planungsaufgabe und auch in der Ausführung genau zu überprüfen, da hier ein großes Fehlerpotential vorhanden ist.

Sollte keine Lüftungsanlage zum Erreichen des hygienischen Luftwechsels eingesetzt werden, kann bei einer hohen thermischen Qualität der Gebäudehülle dennoch eine TBA dennoch eingesetzt werden. Es sind hier jedoch Grenzen gesetzt, die mittels einer groben Abschätzung im Vorfeld der Planung ermittelt werden können. (Friembichler u. a. 2016, 23)

Die flächenbezogene Wärmeabgabeleistung einer thermisch aktivierten Decke kann vereinfacht durch folgende Beziehung beschrieben werden: (Formel: (Friembichler et al., 2016, 27)

$$q = \alpha \cdot (\Theta_s - \Theta_i)$$

q flächenbezogene Wärmeabgabeleistung [W/m^2]

α Wärmeübergangskoeffizient [W/m^2]

Θ_s mittlere Oberflächentemperatur der Deckenuntersicht [K]

Θ_i Solltemperatur im Raum [K]

Der Wärmeübergangskoeffizient α wird gemäß ÖNORM EN 1264-5 auf $6,5 \text{ W}/\text{m}^2$ gesetzt. Die Oberflächentemperatur der beheizten Decke soll aus Gründen des thermischen Komforts nicht mehr als 4 K über der Solltemperatur im Raum liegen (Friembichler u. a. 2016, 27).

$$q_{\max} = 6,5 \cdot 4 = 26 \text{ W}/\text{m}^2$$

Aus dieser vereinfachten Berechnung kann abgeleitet werden, dass es vermieden werden soll, die flächenbezogene Wärmeabgabeleistung der thermisch aktivierten Decke $25 \text{ W}/\text{m}^2$ deutlich übersteigen zu lassen (Friembichler u. a. 2016, 28).

Ob für das geplante Gebäude eine TBA als alleiniges Heizsystem ausreicht, kann mit der rechnerischen Abschätzung der erforderlichen Mindestregisterfläche berechnet werden: (Formel: (Friembichler et al., 2016, 27))

$$A_{R,\min} \approx \frac{\Phi_{HL}}{25}$$

$A_{R,\min}$ mindest erforderliche Registerfläche

Φ_{HL} Raumheizlast

Die Berechnung der Heizlast eines Gebäudes hat durch einen Fachmann zu erfolgen und ist in der Konzipierung eines Projektes ein wesentlicher Faktor.

Hier stehen wir jedoch vor dem Problem, dass die derzeitig zur Verfügung stehende Normung für den Niedrigenergiestandard nicht geeignet ist. Aufgrund des in der ÖNORM H7500-1 zeitunabhängigen Berechnungsansatzes mit sehr tief angesetzten

Außentemperaturen, führt für Passiv- und Niedrigenergiehäuser zu unsinnigen Überdimensionierungen. Es wird daher empfohlen, die Heizlastberechnung mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) durchzuführen um eine Entscheidung für die Verwendung einer TBA treffen zu können. Das System fungiert grundsätzlich als Lastspitzenausgleich, somit muss auch das Wärmebereitstellungssystem nicht auf die Maximalheizlast ausgelegt werden. (Friembichler u. a. 2016, 26)

Bei der Berechnung der Registerfläche muss berücksichtigt werden, ob auch die gesamte Deckenfläche zur Beheizung zur Verfügung steht. Durch schlecht wärmeleitende Schichten, wie abgehängte Decken, kann die Funktion der TBA beeinträchtigt werden. Es ist daher ratsam, nur gut wärmeleitende Putze oder Spachtelung zu verwenden. Die optimale Lösung stellt eine unverputzte Sichtbetondecke dar. (Friembichler u. a. 2016, 27ff)

Sollten Sichtbetonoberflächen in der Planung festgelegt werden, ist dies mit dem Bauherrn abzustimmen und die erforderlichen Qualitäten festzulegen. Diese Vorgaben müssen auch im Leistungsverzeichnis festgehalten werden.

Die Auswirkungen verputzter Decken auf den flächenbezogenen thermischen Leitwert in Abhängigkeit zum Rohrabstand sind in der Abbildung 11 dargestellt.

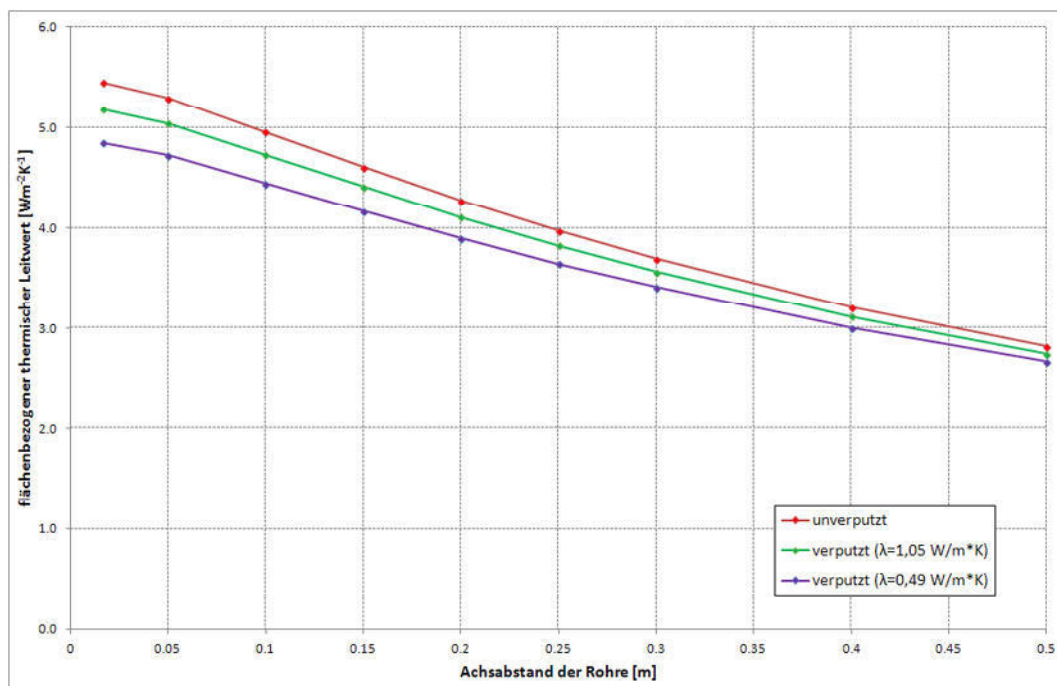


Abbildung 11: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit zum Rohrabstand

(Quelle: Energiespeicher Beton, Kreč, 2016, S.25.)

Ein weiterer Aspekt für eine ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit einer TBA ist die Vermeidung von großen Temperaturschwankungen im Sommer durch intensive Sonneneinstrahlung. In der Planung ist an den exponierten Seiten eines Gebäudes auf einen entsprechenden Sonnenschutz besonders Rücksicht zu nehmen, um den thermischen Komfort gewährleisten zu können. (Friembichler u. a. 2016, 30)

Der für Wohngebäude in der OIB-Richtlinie 6 geforderte sommerliche Wärmeschutz ist bei der Planung jedes Wohngebäudes zu berücksichtigen und nachzuweisen. Aufgrund der stetig steigenden Anzahl an Hitzetagen und damit ablaufenden Klimawandels, ist davon auszugehen, dass die erforderliche Komfortzone in Wohngebäuden nicht mehr eingehalten werden kann. Um ein zukunftsgerechtes, somit nachhaltiges Bauen zu ermöglichen, sind energieeffiziente Lösungen für eine Kühlmöglichkeit zu schaffen.

Die Entscheidung für die Verwendung einer TBA als Wärmeabgabesystem sollte in einem sehr frühen Stadium der Planung gefällt werden, um eine ganzheitliche Planung zu ermöglichen und ein optimales Ergebnis erzielen zu können.

2.6 Das Energiekonzept

Bei der Erstellung des Energiekonzeptes eines neuen Gebäudes ist der Einsatz von erneuerbaren Energien eine wesentliche Zielsetzung für die Zukunft. Der Einsatz von hocheffizienten, alternativen Systemen zur Beheizung und Warmwasserbereitung ist bei neuen Gebäuden bereits in der OIB-Richtlinie 6 verankert. Die darin angeführten Mindestanforderungen an den Anteil an erneuerbaren Energien sind jedoch noch nicht ausreichend, um die nationalen Ziele zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen erreichen zu können und müssen daher rasch angehoben werden.

Aufgrund der niedrigen Heizmitteltemperaturen stehen einer TBA energieeffiziente Wärmebereitstellungssysteme mit der Verwendung von erneuerbarer Energie bzw. Umweltwärme zur Verfügung. Es stehen viele Möglichkeiten zur Verfügung, den Energiespeicher Beton in ein Gebäudekonzept zu integrieren.

Dem Energiekonzept in der Entwicklungsphase eines Projektes sollte auf jeden Fall eine Standortanalyse vorgelagert werden, um die meteorologischen und topografischen Rahmenbedingungen feststellen zu können. Die effiziente Nutzbarkeit der solaren Einstrahlung für die Verwendung einer Solarthermie- oder Photovoltaikanlage, die Möglichkeit für einen Anschluss an ein bestehendes Versorgungsnetz (Nah- od. Fernwärme), die Möglichkeit für eine Nutzung von Grundwasser oder Geothermie und sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen dafür vorhanden, sind weitere Alternativen vorhanden, diese Fragen sind im Vorfeld zu klären. (Friembichler u. a. 2016, 33ff)

Die maximale Ausnutzung von Umweltenergien sollte hier ein maßgebliches Ziel sein.

2.6.1 Wärmebereitstellungssysteme

Eine TBA kann aufgrund der niedrigen Heizmitteltemperaturen grundsätzlich mit allen üblichen Wärmebereitstellungssystemen kombiniert werden. Bei der Lieferung von sehr hohen Temperaturen, wie z.B.: Fernwärme, muss jedoch die Temperatur des Heizmediums über Mischarmaturen auf ein niederes Temperaturniveau heruntergemischt werden. Die Möglichkeit des Kühlens über die TBA ist dabei jedoch ohne zusätzliche Komponenten nicht möglich. (Friembichler u. a. 2016, 34)

Der große Vorteil einer TBA liegt aufgrund der erforderlichen niederen Temperaturen jedoch in der Verwendung von Wärmebereitstellungssystemen unter Verwendung von Umweltenergien. Dies kann mittels Wärmepumpen, aber auch direkt über thermische Solaranlagen¹ erfolgen. Bei der Kombination mit einer Wärmepumpe ist auch die Möglichkeit der Kühlung, durch aktivieren des Kompressors im Kühlmodus (aktives Kühlen) gegeben. Die Möglichkeit des passiven Kühlens oder Free-Cooling ist, wie bereits beschrieben, nur unter Verwendung von natürlichen Wärmesenken möglich.

¹ Weiterführende Literatur, Diss., Handler Simon, Steigerung der Energieeffizienz von kleinvolumigen Wohnbauten durch solarthermische Aktivierung von Betondecken, 2014

Bei der Erstellung jedes Energiekonzeptes eines Gebäudes, soll eine maximale Ausnutzung von vorhandenen Umweltenergien, je nach vorhandenen, örtlichen Möglichkeiten so gut als möglich berücksichtigt werden.

2.6.2 Einsatz regenerativer Energie

Ein wesentliches Ziel für eine effiziente Energienutzung für Gebäude ist eine Energieerzeugung so nahe wie möglich beim Verbraucher. Einerseits um ein kostspieliges Verteilernetz zu vermeiden und andererseits Netz- bzw. Energieverluste zu reduzieren. Dies kann an Ort und Stelle in der Regel mittels Solarthermie oder Photovoltaikanlagen erfolgen. Ebenso kann Energie aus dem Untergrund oder der Luft entnommen werden.

Thermische Solaranlagen

In der Abbildung 12 ist die Marktentwicklung, der in Österreich seit 1975 installierten Solaranlagenleistung dargestellt. Es ist erkennbar, dass zwar ein stetiger Anstieg der kumulierten Leistung vorhanden ist, jedoch seit 2010 ein Rückgang der jährlichen installierten Kollektorleistung vorhanden ist. Dieser Trend ist auf deutlich gesunkenen Preise von Photovoltaikanlagen zurückzuführen und der vermehrten Kombination mit Wärmepumpen. (Peter Biermayr u. a. 2018, 21)

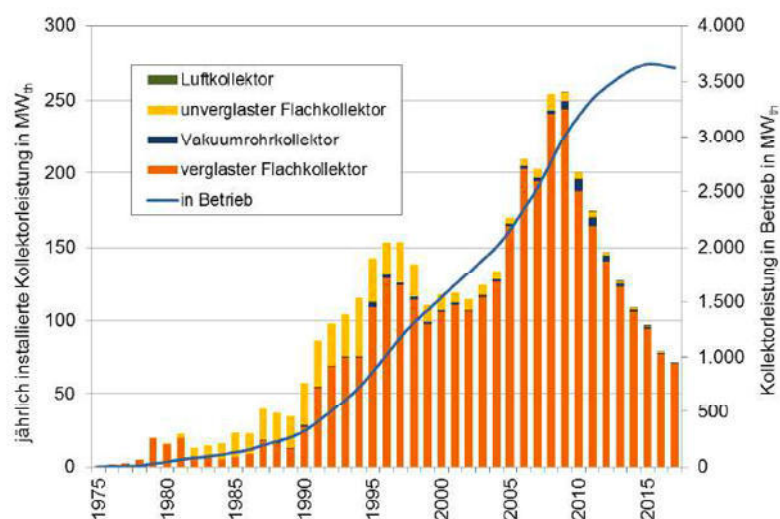


Abbildung 12: Marktentwicklung der Solaranlagen bis 2017

(Quelle: Innovative Energietechnologie in Österreich - Marktentwicklung 2017, Biermayr u.a., 2018, S.21., Quelle nach AEE INTEC)

Photovoltaik Anlagen:

In der Abbildung 13 ist die Marktentwicklung der in Österreich seit 1993 installierten PV-Anlagenleistung dargestellt. Die darin angeführte Stromproduktion von jährlich mindestens 1.269 GWh führt zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen von 377.392 Tonnen. (Peter Biermayr u. a. 2018, 20)

Es ist erkennbar, dass auch hier ein stetiger Anstieg der kumulierten Leistung vorhanden ist. In den letzten Jahren ist jedoch wieder ein Rückgang der jährlich installierten Leistungen vorhanden. Dieser Trend kann auf fehlende Fördermaßnahmen der öffentlichen Hand zurückzuführen sein.

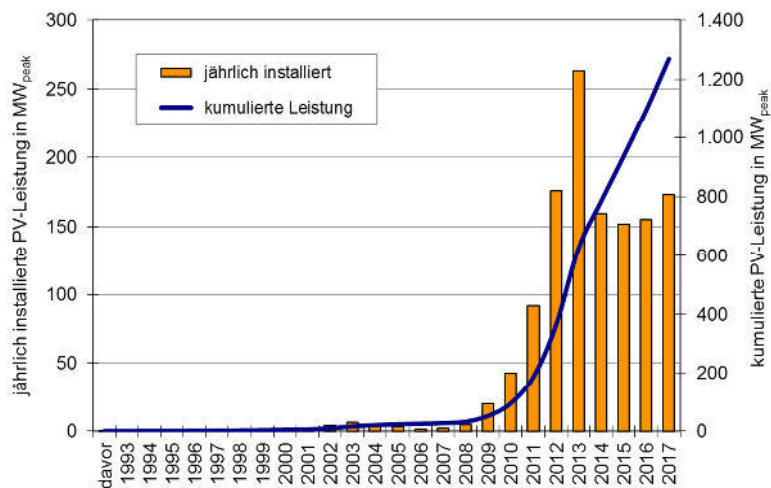


Abbildung 13: Marktentwicklung der Photovoltaik bis 2017

(Quelle: Innovative Energietechnologie in Österreich - Marktentwicklung 2017, Biermayr u.a., 2018, S.20., Quelle nach FH Technikum Wien)

Die Nutzung solarer Energie stellt einen wesentlichen Faktor bei der Erstellung von Energiekonzepten dar. Ermittlung der Dauer der nutzbaren Sonneneinstrahlung, Ausrichtung der Paneele, Aufstellwinkel, Vermeidung von Verschattungen, etc. sind erforderliche Betrachtungswinkel bei der Entwurfsplanung.

Ist die Möglichkeit der solaren Nutzung vor Ort nicht gegeben (innerstädtisch, Verschattung, zu wenig Flächen, etc.) oder nicht wirtschaftlich, sind Alternativen zu erarbeiten. Eine Alternative kann der Bezug des erforderlichen Stromes für den Betrieb einer Wärmepumpe aus Sonnenenergie, aber speziell aus Windenergie aus dem öffentlichen Netz sein.

Da der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie (Photovoltaik, Wind, Wasserkraft) im Netz stetig ansteigt, und dies eine sehr schwankende und nicht genau prognostizierbare Energieerzeugung darstellt, sind Lastausgleichsmöglichkeit und Stromspeicherung ein entscheidendes Thema in der Zukunft. Eine Kombination mit einer TBA zur Abfederung der Energiespitzen aus dem Netz ist eine sinnvolle Möglichkeit. Über eine Wärmepumpe erfolgt der Energieübergang von Strom in Wärme und das Gebäude fungiert als Energiespeicher und Spitzenlastausgleich. Dieses System, Nutzung der „Überschuss“ - Windenergie, wird bei dem in dieser Arbeit betrachteten Wohnbauprojekt mit einer TBA umgesetzt.

Windkraftanlagen:

In der Abbildung 14 ist die seit 1994 in Österreich jährliche sowie die kumulierte Marktentwicklung der Windkraftleistung dargestellt. Es sind immer wieder Rückgänge erkennbar, welche durch günstige energiepolitische Rahmenbedingungen verursacht wurden. (Peter Biermayr u. a. 2018, 23)

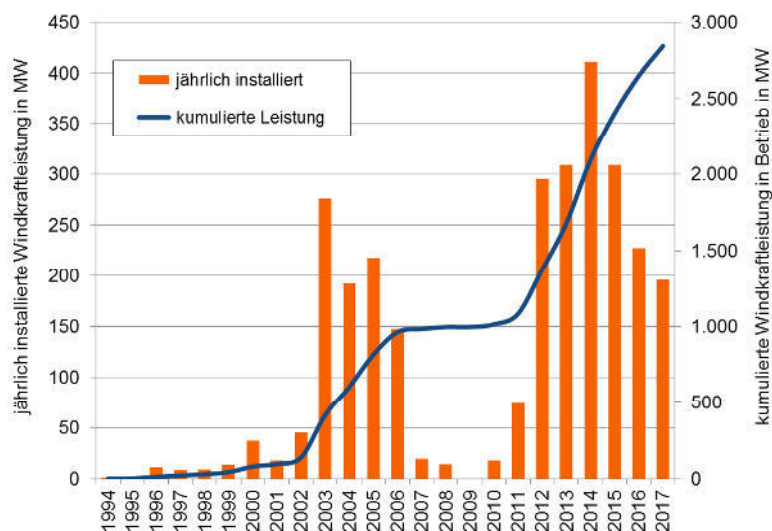


Abbildung 14: Marktentwicklung der Windkraft bis 2017

(Quelle: Innovative Energietechnologie in Österreich - Marktentwicklung 2017, Biermayr u.a., 2018, S.23., Quelle nach IG Windkraft)

Energie aus dem Untergrund:

Geothermische Energie stellt einen weiteren regenerativen Energieträger dar. Die Nutzung der ausgeglichenen Temperaturen im Untergrund hat bereits eine lange Tradition bei den Menschen. Die Temperatur ab einer Tiefe von ca. 10-15 m ist

relativ konstant und beträgt ca. 10-15 °C bis zu einer Tiefe von 50 m. Leistungsfähige Wärmepumpen ermöglichen die Anhebung der im Untergrund gespeicherten Energie auf ein nutzbares Temperaturniveau. Absorbersysteme über Flach- oder Tieffundierungen (Ortbetonbohrpfähle, Rammpfähle aus Stahlbeton und Schlitzwände) bzw. Energiepfähle ermöglichen eine Entnahme oder Zufuhr von Wärme aus bzw. in den Boden. Bei einem saisonalen Speicher ist jedoch auf eine ausgeglichene Energiebilanz zwischen Energieentnahme und Energiezufuhr zu achten. Aufgrund der hohen Wärmeleit- und Speicherfähigkeit, stellt Beton einen geeigneten Energieabsorber dar. Mittels integrierter, wassergeführten Rohrleitungen wird die Energie vom Absorber an die Wärmepumpe gebracht - Temperaturanhebung - und über einen Sekundärkreis ins Gebäude zum Wärmeabgabesystem (z.B.: TBA). Es können jedoch auch Systeme ohne Wärmepumpe verwendet werden, was speziell bei Free-Cooling zur Anwendung kommt. Geothermische Energiebewirtschaftung ermöglicht eine umweltfreundliche, ressourcenschonende Heizung und Kühlung von Bauwerken. (Adam 2010, 14ff)

Erdwärme in Kombination mit einer Wärmepumpe und einer TBA schafft einen hohen Wirkungsgrad und eine effektive Kühlmöglichkeit des Gebäudes, auch ohne Einsatz der Wärmepumpe.

Energie aus der Luft:

Über eine Wärmepumpe wird die in der Luft gespeicherte Energie an den Sekundärkreis übertragen. Entgegen der ganzjährig, gleichmäßigen Temperaturen im Untergrund, ist die Außenluft großen Temperaturschwankungen ausgesetzt. Speziell im Winter sinkt die Leistungszahl einer Luft/Wasserwärmepumpe rapide. Wenn die erforderliche Heizlast nicht erreicht werden kann, wird diese mit einem elektrischen Heizstab ausgeglichen.

Luft/Wasserwärmepumpen können auch zur Kühlung herangezogen werden, jedoch nur über den Kompressor, somit als aktive Kühlung.

Aufgrund ihres günstigen Preises sind Luft/Wasserwärmepumpen im Wohnbau, speziell bei Reihenhäusern, sehr weit verbreitet. Die schlechteren Leistungszahlen und die durch den Kompressor ganzjährig vorhandenen Schallbelastungen sind jedoch zu beachten.

In der Abbildung 15 ist die seit 1975 in Österreich jährliche sowie die kumulierte Marktentwicklung des Wärmepumpenabsatzes (Inlandsmarkt inkl. Exportmarkt) dargestellt. Das stärkste Wachstum ist bei den Heizungswärmepumpen erkennbar.

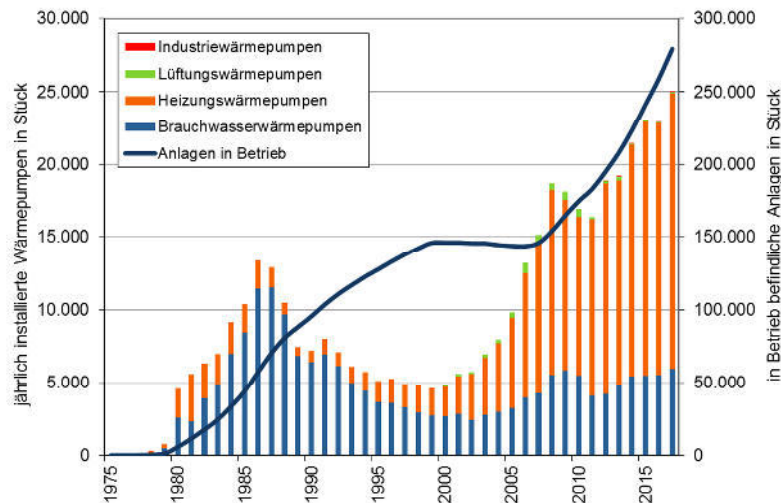


Abbildung 15: Marktentwicklung der Wärmepumpen

(Quelle: Innovative Energietechnologie in Österreich - Marktentwicklung 2017, Biermayer u.a., 2018, S.22., Quelle nach TU Wien, EEG (2018))

Eine TBA kann mit einer Vielzahl verschiedener Systeme gekoppelt werden. Um die Kombination mit dem Energiespeicher Beton optimal ausnutzen zu können, ist ein Zusammenspiel von Wärmeerzeugung, Regelung und Gebäude erforderlich. (Friembichler u. a. 2016, 44)

Zur Darstellung von Möglichkeiten werden nachfolgend drei unterschiedliche Systemvarianten angeführt.

Bei **Systemvariante 1** erfolgt die Wärmebereitstellung über eine Wärmepumpe mit entsprechender Wärmequelle. Der für den Betrieb der Wärmepumpe benötigte Strom wird über eine PV-Anlage erzeugt. Da der Wärmebedarf und die solare Stromerzeugung nicht immer zusammenpassen (z.B.: in der Nacht), fungiert neben einem Wasserspeicher für die Warmwasserbereitstellung die TBA als Energiespeicher. Wenn PV-Strom erzeugt wird und in der aktivierten Decke Energiereserven für eine Speicherung vorhanden sind, erfolgt eine Aufladung der Decke im gewünschten Temperaturband. Die Entladung der Decke kann in der Nacht erfolgen bzw. bei fehlender solarer Strahlung.

Sollte überschüssiger Strom erzeugt werden, kann dieser auch von anderen Geräten verwendet werden oder er wird ins Netz eingespeist.

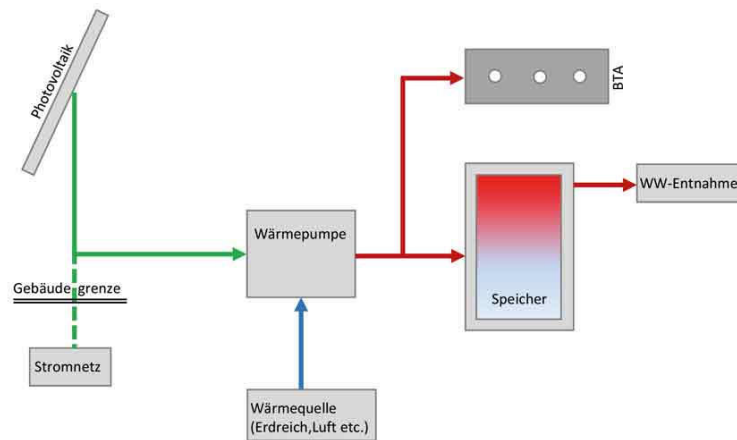


Abbildung 16: Grundprinzip der Wärmebereitstellung mit Kombination Photovoltaik und Wärmepumpe © Simon Handler
(Quelle: Energiespeicher Beton, Friembichler u.a., 2016, S.50.)

Bei **Systemvariante 2** erfolgt die Wärmebereitstellung über Solarthermie und einem Wärmeerzeuger. Da der Wärmebedarf und die solare Wärmeerzeugung nicht immer zusammenpassen (z.B.: in der Nacht) fungiert neben einem Wasserspeicher die TBA als Energiespeicher. Wenn solare Strahlung vorhanden ist, wird in den Kollektoren Wärme erzeugt und in den Speicher geleitet. Sind in der Decke Reserven für eine Speicherung vorhanden, erfolgt eine Aufladung der Decke im gewünschten Temperaturband. Die Entladung der Decke kann in der Nacht erfolgen bzw. bei fehlender solarer Strahlung. Sollte zusätzlich überschüssige Wärme vorhanden sein, kann diese auch in ein vorhandenes Wärmenetz eingespeist werden.

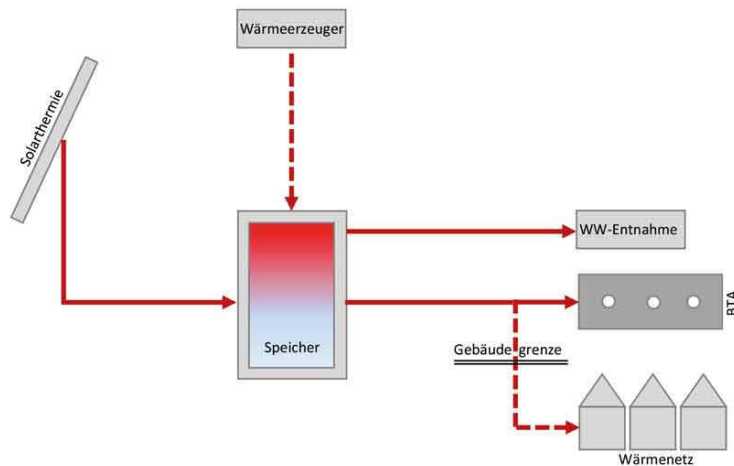


Abbildung 17: Grundprinzip der Wärmebereitstellung über Solarthermie und Wärmeerzeuger © Simon
Handler

(Quelle: Energiespeicher Beton, Friembichler u.a., 2016, S.46.)

Bei **Systemvariante 3** erfolgt die Wärmebereitstellung über eine Wärmepumpe mit einer entsprechenden Wärmequelle (Luft, Erdwärme, etc.). Der benötigte Strom für den Betrieb der Wärmepumpe wird über das Stromnetz bezogen, wobei Windenergie den Hauptteil abdecken soll. Bei hoher Erzeugungsleistung des Windparks wird durch den Energielieferanten ein Freigabesignal an den Wärmeerzeuger gesendet. Die aus dem Windstrom erzeugte Wärme kann effizient und wirtschaftlich in den Beton, bzw. auch in den Wasserspeicher für die Warmwasserbereitstellung gespeichert werden. Die Entladung der Decke kann bei Phasen ohne Windfreigabe erfolgen. Es sollte das Ziel sein, dass die Untergrenze der Raumtemperatur ohne Windfreigabe nicht unterschritten wird. Sollte dies doch der Fall sein, so wird Strom aus der herkömmlichen Stromproduktion verwendet.

In der Regelung sind die entsprechenden Komponenten vorzusehen.

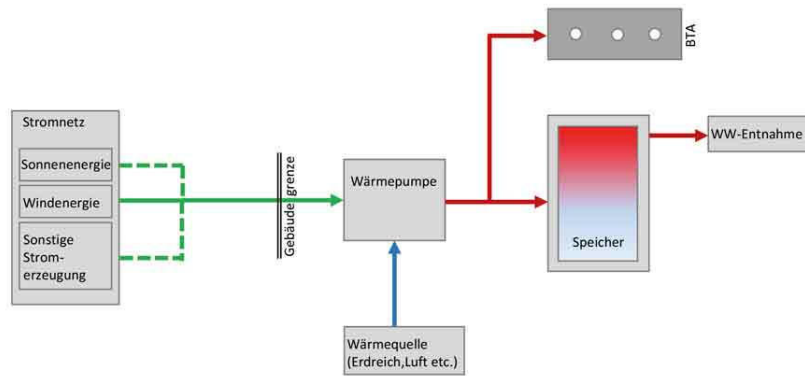


Abbildung 18: Grundprinzip der Wärmebereitstellung über Windenergie aus dem Stromnetz © Simon Handler

(Quelle: Energiespeicher Beton, Friembichler u.a., 2016, S.50.)

Eine Wärmepumpe stellt in der Regel eine ideale Wärmebereitstellungsanlage für die Kombination mit einer TBA dar. In der Abbildung 19 ist der Wirkungsgrad einer beispielhaften Wärmepumpe im Niedertemperaturbereich dargestellt.

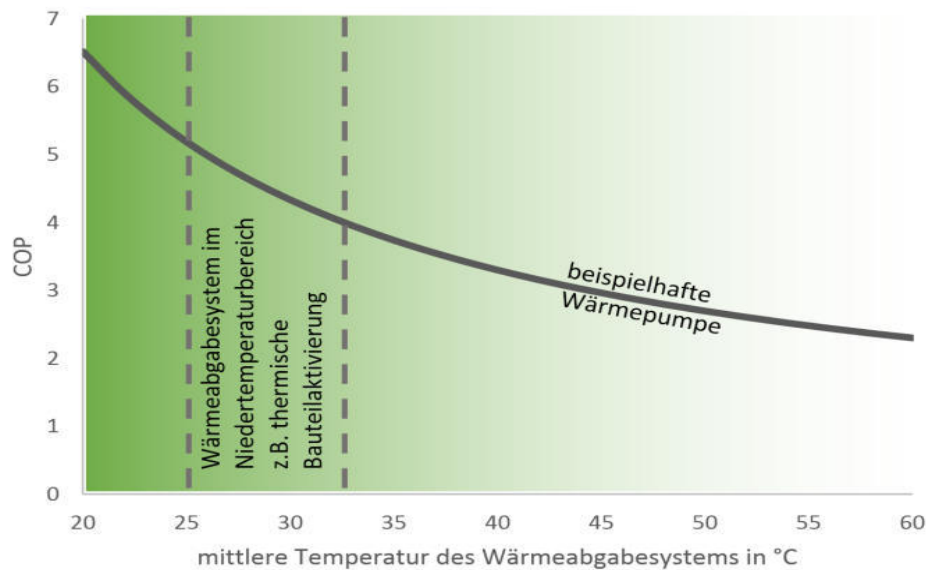


Abbildung 19: Wirkungsgrad einer beispielhaften Wärmepumpe © Simon Handler

(Quelle: Energiespeicher Beton, Friembichler u.a., 2016, S.40.)

2.7 Anlagensteuerung

Durch den bereits unter Kapitel 2.4 beschriebenen Selbstregelungseffekt der TBA, stellt die Anlagensteuerung des Heiz- und Kühlsystems einer TBA ein relativ einfaches System dar.

Der Energietransport vom jeweiligen Wärmebereitstellungssystem zur TBA erfolgt grundsätzlich mittels einer Flüssigkeit (Heiz- bzw. Kühlmittel) in einem geschlossenen Kreislauf, der von einer Umwälzpumpe betrieben wird. Die Ansteuerung dieser Pumpe stellt den wesentlichen Teil der Anlagensteuerung dar. Im Winter wird das Heizmittel in das in der Decke einbetonierte Rohrregister gedrückt und gibt dort in Abhängigkeit seiner Temperatur, der Deckentemperatur und der Strömungsgeschwindigkeit Wärme ab. Abgekühlt fließt das Heizmittel wieder zum Wärmeversorger zurück und wird wieder erwärmt. Im Sommer wird die in der Decke gespeicherte Energie über das Kühlmittel abgeführt. (Friembichler u. a. 2016, 57ff) Wie bereits im Kapitel 2.4.3 erwähnt, kann die Abkühlung des Kühlmittels aktiv oder passiv erfolgen.

Der thermische Komfort in den Räumen kann nur dann sichergestellt werden, wenn die Temperaturen in einem Raum eine gewisse Bandbreite nicht unter- oder überschreiten. Um die Raumtemperaturen ständig messen zu können, sind Raumthermostate erforderlich. Diese senden die entsprechenden Signale und sind ein weiterer Teil der Anlagensteuerung. Im Heizbetrieb wird bei Unterschreitung des am Raumthermostat gesetzten unteren Temperaturbandes ein Signal an die Anlagensteuerung gesendet, die Umwälzpumpe in Betrieb gesetzt und damit der Heizkreis mit Wärme versorgt. Im Kühlbetrieb wird bei Überschreitung des gesetzten Temperaturbandes ein Signal an die Anlagensteuerung gesendet und der Kühlkreis über die Umwälzpumpe in Betrieb gesetzt. Wie bereits im Kapitel 2.3 beschrieben, spielen die Oberflächentemperaturen der raumbegrenzenden Oberflächen eine wesentliche Rolle. Um eine maximale Oberflächentemperatur der Decke im Winter und eine minimale Oberflächentemperatur im Sommer gewährleisten zu können, ist ein weiterer Sensor zu positionieren. Dieser Sensor stellt einen weiteren Teil der Anlagensteuerung dar und wird im Bereich zwischen dem Heizregisterrohren in der Betondecke eingebaut. Die durch den Sensor

gemessene Temperatur wird in dieser Arbeit „Kerntemperatur“ genannt. Wird die in der Anlagensteuerung festgelegte Temperatur erreicht, wird die Umwälzpumpe abgeschaltet. Für den Winterbetrieb haben sich Kerntemperaturen von 25 °C bis 26 °C als Obergrenze bewährt. Durch die hohe Wärmespeicherfähigkeit des Betons, sinkt nach Abschalten der Umwälzpumpe die Temperatur nur sehr langsam und somit bleibt die Heizleistung der Decke auch über einen längeren Zeitraum erhalten. Wird der am Raumthermostat festgelegte Sollwert erreicht, schaltet sich die Umwälzpumpe wieder ein. (Friembichler u. a. 2016, 59ff)

In der Abbildung 20 ist das Auskühlverhalten einer aktivierten Decke nach Abschalten der Umwälzpumpe dargestellt.

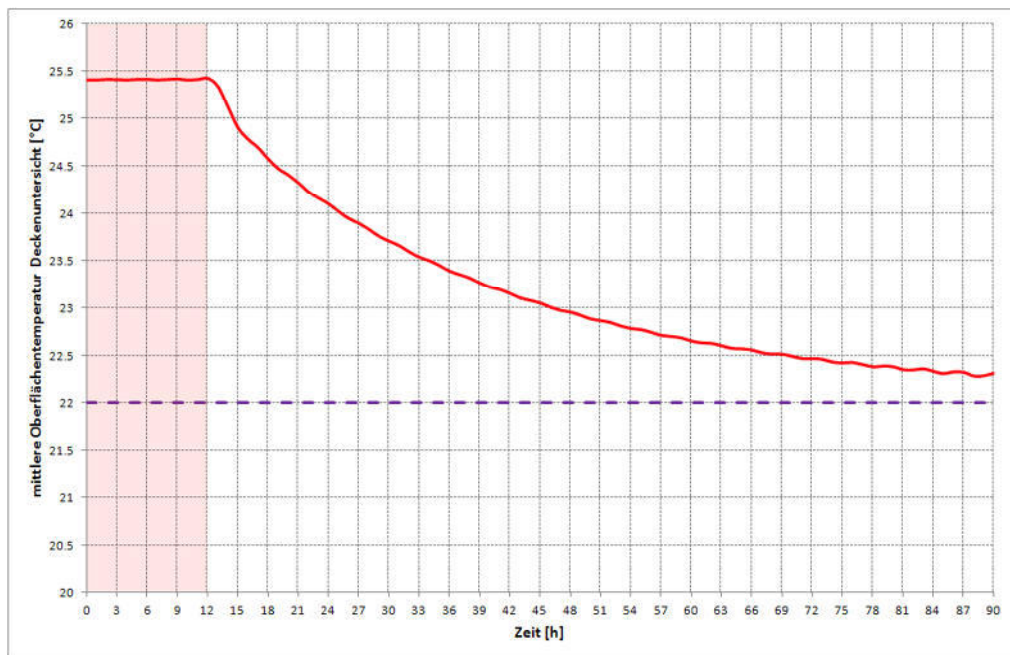


Abbildung 20: Auskühlverhalten der Deckenuntersicht nach Abschalten der Umwälzpumpe zur Stunde 12

(Quelle: Energiespeicher Beton, Kreč, 2016, S.146.)

Diese charakteristische Eigenschaft einer TBA kann für eine effiziente Nutzung von erneuerbaren Energien herangezogen werden. Bei unregelmäßig auftretendem Energieangebot kann die Decke auch ohne Energieeinspeisung auf einem hohen Temperaturniveau gehalten werden.

Im Kühlbetrieb funktioniert die Anlagensteuerung gleich wie im Heizbetrieb, jedoch ist ein manuelles Umschalten am Raumthermostat erforderlich, um die Einstellungen des Sommerbetriebes zu aktivieren.

Bei Erreichen des oberen Raumtemperaturniveaus wird die Umwälzpumpe aktiviert. Über das im Rohrregister fließende Kühlmittel wird der Decke Wärme entzogen und die Deckenoberfläche kühlt aus. Zur Verhinderung von Kondensatbildung sowie aus Komfortgründen muss, wie im Heizbetrieb, die Oberflächentemperatur begrenzt werden. Diese Begrenzung bewegt sich im Regelfall bei ca. 20 °C und wird wieder über den Kerntemperatursensor gesteuert. Aufgrund der hohen Wärmespeicherfähigkeit des Betons, steigt bei ausgeschalteter Umwälzpumpe die Oberflächentemperatur der Decke nur langsam an. (Friembichler u. a. 2016, 61)

Zusätzlich kann in Hitzeperioden ein Ansteigen der Raumtemperaturen über Nachtlüftung wirkungsvoll entgegenwirkt werden. Da die Kühlleistung aus Komfortgründen begrenzt ist, muss in der frühen Planungsphase auf einen geeigneten Sonnenschutz geachtet werden.

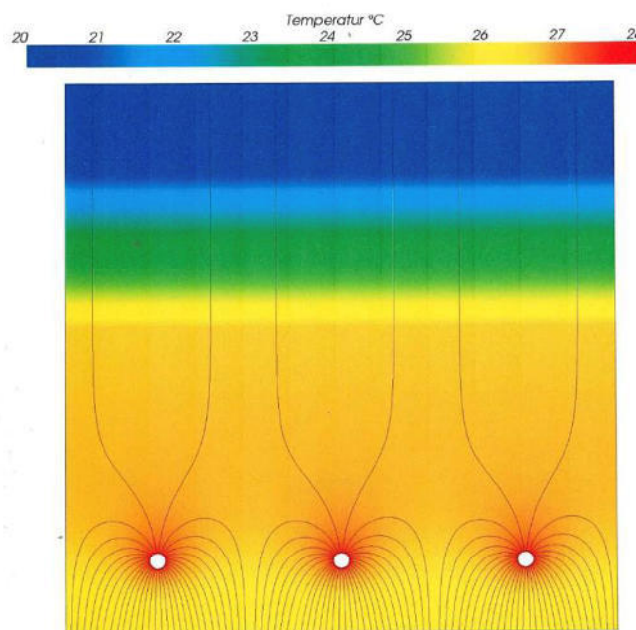
In Wohngebäuden ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Nutzer auch unterschiedliche Ansprüche an die Raumtemperaturen. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, müssen nicht nur die Wohnungen, sondern auch einzelne Räume auf einzelne Heizkreise aufgeteilt werden. Diese Heizkreise können einzeln über den jeweiligen Raumthermostat geregelt werden.

Nach Einlagerung der Energie in den Speicher, in diesem Fall die Betondecken, erfolgt eine „Entleerung“ der Energie bis zum Angleichen an die Raumtemperatur - Selbstregeleffekt. Umso größer der Temperaturunterschied zwischen Raumtemperatur und dem Speicher ist, desto größer ist auch der Energiefluss aus dem Speicher.

2.8 Aufbau einer thermisch aktivierten Decke

Eine thermisch aktivierte Decke hat die Aufgabe, dem darunterliegenden Raum Wärme zuzuführen, bzw. im Sommer die Wärme zu entziehen. Wie in der Abbildung 21 erkennbar, erwärmt sich durch das Rohrregister die gesamte Betondecke und ein

Wärmestrom erfolgt in alle Richtungen. Der Großteil fließt unmittelbar zur Deckenuntersicht. Um den Wärmestrom nach oben zu minimieren, sind Trennschichten mit einem hohen thermischen Widerstand erforderlich. Bei Zwischendecken erfolgt dies neben der Trittschalldämmung, mit einer ca. 10 cm starken Dämmschüttung. Bei der obersten Geschoßdecke muss, aufgrund der im Winter auftretenden tiefen Temperaturen, auf einen hohen Dämmwert geachtet werden. Ebenso zur Vermeidung von zu großen Wärmeverlusten, sind Wärmebrücken, speziell im Attikabereich zu vermeiden. (Friembichler u. a. 2016, 84 f)



AnTherm V.7.125 2013.10.03 © T.Kornicki www.kornicki.com

Abbildung 21: Darstellung der Temperaturverteilung und des Wärmestroms

Heizfall: Heizmitteltemperatur 28 °C; Raumlufttemperaturen 20 °C; Ausschnitt: 3 Rohre; Rohr Außendurchmesser: 17 mm; Achsabstand der Rohre: 150 mm; Lage des Rohrregisters: 50 mm über Deckenuntersicht; Wärmestrom zwischen je 2 Stromlinien: 0,2 Wm-1

(Quelle: Energiespeicher Beton, Kreč K., 2016, S.14.)

Die Lage des Rohrregisters in der Decke und somit die vorhandene Betonüberdeckung, sowie der Achsabstand der Rohre sind entscheidend für die Wärmeabgabe- und Wärmeaufnahmeleistung der Decke. Diese Festlegungen müssen vom Haustechnikplaner in Abstimmung mit den weiteren Fachplanern getroffen werden.

3 Methodische Vorgangsweise

Diese Arbeit soll anhand eines in der Umsetzung befindlichen Projekts mit thermisch aktivierten Decken darstellen, wie eine neue, zukunftsweisende Technologie im großvolumigen Wohnbau umgesetzt werden kann. In einer Literaturrecherche wird vorhandenes Wissen zum Thema „Thermische Bauteilaktivierung“ erarbeitet und mit dem in der Umsetzung befindlichen Wohnbauprojekt mit TBA verglichen.

Durch eine detaillierte Analyse der wesentlichen Parameter und direktem Vergleich mit zwei ebenfalls in Bau befindlichen Projekten in „üblicher“ Bauweise, erfolgt eine Identifizierung des Veränderungsbedarfs. Die angepassten Parameter werden aufgezeigt. Im direkten Vergleich sollen die erforderlichen Anpassungen sichtbar gemacht werden.

Ergänzend zu den dargestellten Anpassungen am Gebäude wird mittels eines Fragebogens der derzeitige Wissensstand zum Thema „Thermische Bauteilaktivierung in der Praxis“ unter Experten² erhoben. Es sollen dadurch Aufschlüsse über den Anwendungsstand, speziell im Wohnbau und die mit dem System der TBA in der Praxis gemachten Erfahrungen dargestellt werden.

² Unter Experten wurden Personen ausgewählt, die aufgrund Ihrer Ausbildung und Tätigkeit über besonderes Wissen verfügen.

4 Projektdarstellung

In diesem Kapitel werden die zum Vergleich stehenden Wohnbauprojekte vorgestellt. Es wurden Projekte ausgewählt, welche aufgrund der Wohnungsanzahl, Nutzungsanforderung und Vorgaben der Wohnbauförderung nahezu ident sind und sich daher für einen direkten Vergleich eignen. Die darin angeführten thermischen und haustechnischen Ausführungen stellen einen gängigen Standard des Wohnbauträgers dar. Es werden drei Projekte zum Vergleich herangezogen.

Alle drei Projekte sind mehrgeschossige Wohnbauprojekte der SÜDRAUM gemeinnützigen Wohnbaugesellschaft mbH. Sie werden in Niederösterreich errichtet und von der NÖ Landesregierung wohnbaugefördert.

Alle Projekte wurden nach dem NÖ Wohnbauförderungsgesetz 2005 - NÖ Wohnungsförderrichtlinie 2011 - Wohnungsbau eingereicht und zugesichert. Die Grundlage der baubehördlichen Einreichung erfolgte nach der NÖ Bauordnung 2014. Die Baubewilligung der drei Projekte wurde 2017 erteilt.

Zur Vereinfachung und klaren Erkennbarkeit, werden die zu vergleichenden Projekte über das vorhandene Wärmeabgabesystem mit dessen Abkürzung im Text und in den Tabellen dargestellt.

4.1 Beschreibung der Wohnhausanlage Sommerein-Wolfsbrunn



Abbildung 22: Schaubild der Wohnhausanlage in Sommerein
(Quelle: AW/Architekten ZT GmbH)

Die Wohnhausanlage mit insgesamt 22 Wohnungen wird in 2453 Sommerein, am Fuße des Leithagebirges errichtet. Der Baubeginn erfolgte im Mai 2018. Die Fertigstellung ist für Herbst 2019 geplant. Die Wohnhausanlage besteht aus einem Gebäude. Alle Wohneinheiten sind 2-Zimmerwohnungen mit demselben Zuschnitt und haben nahezu idente Nutzflächen (ca. 60 m²). Die technische Ausstattung bei allen Wohnungen ist ident. Das Gebäude ist aufgrund der leichten Hanglage teilunterkellert und mit einer Tiefgarage für 24 Stellplätze ausgestattet. In dieser Anlage werden ausschließlich Wohnungen in der Wohnform „Junges Wohnen“³ und „Betreutes Wohnen“⁴ errichtet, die durch die NÖ-Landesregierung zusätzlich gefördert werden, jedoch zusätzliche Auflagen voraussetzen. Zusammen werden diese Wohnformen unter dem internen Titel des Wohnbauträgers „Generationen Wohnen“ geführt.

³ NÖ-Wohnbauförderung Wohnungsbau, „Junges Wohnen“, http://www.noel.gv.at/noel/Bauen-Neubau/Foerderung_Wohnbaufoerderung_Wohnungsbau.html

⁴ NÖ-Wohnbauförderung Wohnungsbau, „Betreutes Wohnen“, http://www.noel.gv.at/noel/Bauen-Neubau/Foerderung_Wohnbaufoerderung_Wohnungsbau.html

Auf Initiative des für dieses Projekt planenden Architekturbüros AW/Architekten ZT GmbH, wurde bei der Konzipierung dieses Wohnbauprojektes als mögliches Wärmeversorgungssystem eine thermische Bauteilaktivierung in Kombination mit einer Wärmepumpe und mit Erdsonden dem Bauträger SÜDRAUM unterbreitet. Die Entscheidung für dieses Wärmeversorgungssystem, stand auch in direktem Zusammenhang mit einem in der Gemeinde Sommerein errichteten Windpark. Die TBA und deren Regelung der Wärmepumpe sollen einerseits für einen Spitzenlastausgleich bei Energieüberschuss des Windparks sorgen, andererseits auch das Stromnetz entlasten. In Zusammenarbeit mit dem Windparkbetreiber (EVN) sind Konzepte zur Umsetzung bereits ausgearbeitet.

Die Aspekte der großteils regenerativen Energienutzung, Möglichkeit der Energiespeicherung, Komfortverbesserung, sowie „günstigen“ Strompreis, wurde als weitere Entscheidungsgrundlage gesehen.

Das Wärmeabgabesystem ist eine thermische Bauteilaktivierung in den Decken mit Raumthermostatregelung.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über die Wärmepumpe mit 3.000 Liter Pufferspeicher.

Dieses Projekt stellt in dieser Form ein Vorzeigeprojekt dar und ist das erste mehrgeschossige Wohnbauprojekt mit der Wärmeabgabe über TBA in Niederösterreich.

Um die Wirkungsweise einer TBA über thermischen Komfort und Energieverbrauch messbarer darstellen zu können, werden bei diesem Projekt eine Vielzahl an Sensoren verbaut, die Betriebsdaten in der Nutzung liefern sollen. Mittels Monitoring soll eine Analyse der in den theoretischen Ansätzen dargestellten Wirkungs- und Funktionsweisen erfolgen. Ein wesentlicher Teil für aussagekräftige Daten und entsprechende Erkenntnisse ist die richtige Positionierung der Fühler in der Decke. Dies erfolgte in Zusammenarbeit mit Hrn. Ao. Univ. Prof. i.R. Dipl.-Ing. Dr. Klaus Kreč, der sich mit dem Thema Energiespeicher Beton intensiv auseinandergesetzt hat und bereits mehrere wissenschaftliche Berichte erstellt hat.

In dieser Arbeit wird diese Wohnhausanlage mit **Projekt TBA** abgekürzt.

4.2 Beschreibung der Wohnhausanlage Grafenbach-St. Valentin



Abbildung 23: Schaubild der Wohnhausanlage in Grafenbach-St. Valentin
(Quelle: site.at bau- und projektmanagement gmbh)

Die Wohnhausanlage mit insgesamt 25 Wohnungen wird in 2632 Grafenbach-St. Valentin im Bezirk Neunkirchen errichtet. Der Baubeginn erfolgte im Mai 2018. Die Fertigstellung ist für Herbst 2019 geplant. Die Wohnhausanlage besteht aus einem Gebäude. Alle Wohneinheiten sind 2-Zimmerwohnungen mit demselben Zuschnitt und haben nahezu dieselbe Nutzfläche (ca. 60 m²). Die technische Ausstattung ist bei allen Wohnungen ident. Das Gebäude ist teilunterkellert. In dieser Anlage wird die Wohnform „Betreutes Wohnen“ umgesetzt.

Aufgrund der vorhandenen Gasversorgung wurde bei diesem Projekt ein Wärmebereitstellungssystem mittels Gasbrennwertgerät gewählt. Zur Unterstützung der Warmwasserbereitung ist eine thermische Solaranlage mit 50 m² vorgesehen, die am Dach unter 45° montiert wird. Das Wärmeabgabesystem ist eine Fußbodenheizung mit Raumthermostatregelung.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über Frischwassermodule in jeder Wohnung. Für die Wärmespeicherung ist ein 3.000 Liter Pufferspeicher vorgesehen.

In dieser Arbeit wird das Projekt mit **Projekt FBH** abgekürzt.

4.3 Beschreibung der Wohnhausanlage Theresienfeld



Abbildung 24: Schaubild der Wohnhausanlage in Theresienfeld

(Quelle: Ing. Michael Pruckner)

Die Wohnhausanlage mit insgesamt 20 Wohnungen wird in 2604 Theresienfeld im Bezirk Wr. Neustadt errichtet. Der Baubeginn erfolgte im September 2017. Die Fertigstellung ist für Frühjahr 2019 geplant.

Die Wohnhausanlage besteht aus einem Gebäude. Alle Wohneinheiten sind 2-Zimmerwohnungen mit demselben Zuschnitt und haben nahezu dieselbe Nutzfläche (ca. 60 m²). Die technische Ausstattung ist bei allen Wohnungen ident. Das Gebäude ist nicht unterkellert. In dieser Anlage wird die Wohnform „Junges Wohnen“ umgesetzt.

Aufgrund der vorhandenen Gasversorgung und Kostenobergrenzen der NÖ Wohnbauförderung wurde bei diesem Projekt ein Wärmebereitstellungssystem mittels Gasbrennwertgerät gewählt. Zur Unterstützung der Warmwasserbereitung ist eine thermische Solaranlage mit 48 m² vorgesehen, die am Dach unter 45° montiert wird.

Das Wärmeabgabesystem erfolgt über Radiatoren mit Thermostatköpfen zur Einzelraumregelung.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über Frischwassermodule in jeder Wohnung.

Für die Wärmespeicherung sind 4.000 Liter Pufferspeicher vorgesehen.

In dieser Arbeit wird das Projekt mit **Projekt HK** abgekürzt.

In der Tabelle 4 sind die wesentlichen Kennzahlen und unterschiedlichen Haustechniksysteme der zu vergleichenden Wohnbauprojekte dargestellt. Die Daten wurden aus den vorhandenen Unterlagen (s. Anhang 1-3) des jeweiligen Planungsbüros ausgewertet.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Bauweise	Ziegel Massiv + VWS	Ziegel Massiv + VWS	Ziegel Massiv + VWS
WE [Stk]	22	25	20
NFL ⁵ [m ²]	1.455,06	1.652,14	1.159,11
BGF [m ²]	2.347,25	2.506,44	1.776,00
Brutto-Volumen [m ³]	8.218,16	8.068,71	5.694,00
A/V [1/m]	0,42	0,38	0,45
f_{GEE}	0,74	0,76	0,51
Wärmebereitstellung	Wärmepumpe	Gas-Brennwertgerät	Gas-Brennwertgerät
Verteilersystem	4 Leitersystem	2 Leitersystem	2 Leitersystem
Alternativenergie	Windstrom/Erdwärme	therm. Solaranlage	therm. Solaranlage
Wärmeabgabesystem	TBA	Fußbodenheizung	Heizkörper
Passive Kühlung	Ja	Nein	Nein
Wohnraumlüftung	Ja	Nein	Nein

Tabelle 4: Projektkenndaten

Beim Projekt TBA und Projekt FBH ist anzumerken, dass das ungleiche Verhältnis zwischen der Wohnungsanzahl und der NFL bzw. BGF dadurch zu erklären ist, dass es bei der Wohnform „Betreutes Wohnen“ Gemeinschaftsräumlichkeiten erforderlich sind, die in die Nutzfläche einberechnet wurden.

⁵ Nutzfläche der Wohnungen inkl. Gemeinschaftsräume

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Parameter für den Einsatz einer TBA dargestellt und mit den Projekten in herkömmlicher Bauweise verglichen. Im direkten Vergleich kann der Veränderungsbedarf dargestellt werden.

5.1 Gebäudehülle

Eine hohe thermische Qualität der Gebäudehülle ist ein wesentlicher Faktor für die ordnungsgemäße Funktion einer TBA, da dadurch eine Verkleinerung der Heizlast erreicht wird (Friembichler u. a. 2016, 23). Für die Berechnung der Heizlast werden neben den Lüftungswärmeverlusten auch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle berechnet. Die thermische Qualität der Gebäudehülle kann in der Regel über den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) der einzelnen Bauteile definiert werden.

In der Tabelle 5 sind die U-Werte der wesentlichen Gebäudehülle bildenden Teile der drei Vergleichsprojekte dargestellt.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
	U-Werte [W/m²K]		
Außenwand	0,16	0,13	0,16
Fußboden über Erdreich	0,17	0,17	0,15
Fußboden über unbeheizt	0,22	0,16	-----
Decke gegen Außenluft	0,13	0,12	0,17
Fenster/Türen			
U _g	0,50	0,60	0,60
U _f	0,92	1,20	0,97
Mittlerer U-Wert	0,22	0,23	0,22

Tabelle 5: Vergleich U-Werte

In der Tabelle 6 erfolgt der direkte Vergleich des Projekts TBA mit der derzeit gültigen OIB Richtlinie 6 sowie ein vergleichbarer Aufbau im Passivhausstandard.

	Projekt TBA	OIB - 6 ab 01.01.2017	Passivhaus- standard ⁶
U-Werte [W/m²K]			
Wände gegen Außenluft	0,16	0,35	0,11
Böden erdberührt	0,17	0,40	0,10
Fußboden gegen Garage	0,22	0,40	0,10
Decke gegen Außenluft	0,13	0,20	0,11
Fenster/Türen⁷	0,69	1,40	0,76

Tabelle 6: Vergleich U-Werte mit OIB 6 und Passivhausstandard

(Quelle: OIB 6, März 2015, S.6.)

Die in der OIB Richtlinie 6 geforderten Werte werden deutlich unterschritten. Ein vergleichbarer Passivhausstandardaufbau wird bis auf die Fensterqualität deutlich nicht erreicht.

Mittels einer Heizwärmebedarfsberechnung (Energieausweis) kann ein Rückschluss auf die energetische Gebäudequalität getroffen werden. In der Tabelle 7 sind die charakteristischen Energiebedarfsdaten dargestellt, welche in den jeweiligen Energieausweisen berechnet und ausgewiesen wurden (s. Anhang 1-3).

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
HWB_{RK} [kWh/m²a]	19,39	23,49	23,74
f_{GEE}	0,74	0,76	0,51
HWB_{SK} [kWh/m²a]	17,77	24,14	23,90
EEB_{SK} [kWh/m²a]	33,43	72,20	49,50
PEB_{SK} [kWh/m²a]	63,85	97,58	70,50

Tabelle 7: Vergleich Energiebedarf laut Energieausweis

⁶ Geschoßwohnungsbau aus der Passivhaus-Datenbank, BJ 2016, 27 WE, Wien 23, Massivbau, 14 kWh/m²a berechnet nach PHPP, http://passivhausprojekte.de/#d_5190

⁷ U-Wert Berechnung - Prüfnormmaß gemäß OIB 6 - 1,23 m x 1,48 m

In der Tabelle 8 erfolgt der direkte Vergleich des Projekts TBA mit der derzeit gültigen OIB Richtlinie 6, in der die geltenden Mindestanforderungen an den Heizwärmebedarf geregelt sind. Die erforderlichen Referenzwerte für den Heizwärmebedarf ab 2020 sowie die derzeit gültige Mindestanforderung der NÖ-Wohnbauförderung wird im Vergleich ebenso dargestellt.

	Projekt TBA	OIB - 6 ab 01.01.2017	OIB - 6 ab 01.01.2020	WBF NÖ ab 26.09.2017
HWB_{RK} [kWh/m ² a]	19,39	35,94 ⁸	35,94 ⁹	25,87 ¹⁰
f_{GEE}	0,74	0,85	0,75	Nicht gefordert
HWB_{RK} [kWh/m ² a] ohne f_{GEE}	19,39	31,45 ¹¹	22,46 ¹²	Nicht gefordert

Tabelle 8: Vergleich Heizwärmebedarf Anforderung

(Basis: Energieausweis für Wohngebäude gemäß OIB 6, März 2015)

5.2 Haustechnische Auslegung der Anlage

Die thermische Qualität einer Wohnhausanlage steht in direktem Zusammenhang mit der Heizlast. Für den möglichen Einsatz einer TBA ist die Heizlast begrenzt. (Friembichler u. a. 2016, 26)

In der Tabelle 9 erfolgt der Vergleich der berechneten Heizlasten (s. Anhang 4-6) für die Wärmebereitstellung der Projekte. Die Berechnung erfolgte bei allen drei Projekten nach der ÖNORM EN 12831.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Heizlast [W]	40.920	52.827,4	39.515,6

Tabelle 9: Vergleich Heizlastberechnung

⁸ Berechnung gemäß OIB-Richtlinie 6, März 2015, S. 3

⁹ Berechnung gemäß OIB-Dokument zur Definition des Niedrigenergiegebäudes und zur Festlegung von Zwischenzielen in einem „Nationalen Plan“, März 2014, S. 2

¹⁰ Berechnung gemäß NÖ Wohnungsförderungsrichtlinie 2011, 11. Änderung, Beilage B

¹¹ Berechnung gemäß OIB-Richtlinie 6, März 2015, S. 4

¹² Berechnung gemäß OIB-Dokument zur Definition des Niedrigenergiegebäudes und zur Festlegung von Zwischenzielen in einem „Nationalen Plan“, März 2014, S. 2

5.2.1 Wärmebereitstellung und Wärmeabgabesystem

In den bereits erwähnten EU-Richtlinien werden die wesentlichen Grundlagen für das zu erreichende Ziel 2020 dargestellt. Neben der Forderung zur Energieeffizienzsteigerung, ist der Ausbau der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen vorrangig. Beim Projekt TBA kann diesen Forderungen größtenteils nachgekommen werden. Bei den beiden anderen Projekten wurde aus Kostengründen Erdgas als Primärenergiequelle gewählt. Zur gesetzlichen Erfüllung des geforderten Anteils an erneuerbarer Energie, wird eine thermische Solaranlage errichtet. Da alle drei Projekte vom Land NÖ mit Wohnbauförderungsmittel unterstützt werden, wird bei der Verwendung von Erdgas als Primärenergieträger, zusätzlich eine Biogaserklärung vom Bauträger gefordert. In dieser Erklärung ist durch den Erdgaslieferanten zu bestätigen, dass 33 % der gelieferten Gasmenge, äquivalent Biogas in das Gasnetz eingespeist wird.

In der Tabelle 10 werden Wärmebereitstellungsdaten, die dazugehörigen Alternativenergien und das Wärmeabgabesystem dargestellt.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Wärmebereitstellung	Wärmepumpe	Gasbrennwert	Gasbrennwert
Nennleistung [W]	40.200	92.000	50.000
Primärenergie	Strom	Erdgas ¹³	Erdgas ¹⁴
Alternativenergie	Erdwärme/ Windenergie	Therm. Solaranlage	Therm. Solaranlage
Wärmeabgabesystem	TBA	Fußbodenheizung	Radiatoren

Tabelle 10: Vergleich Wärmebereitstellungs- u. Abgabesysteme

Bei allen drei Projekten erfolgt die Warmwasserbereitung zentral über die Wärmebereitstellungsanlage.

¹³ Inkl. 33 % Anteil an Biogas

¹⁴ Inkl. 33 % Anteil an Biogas

Nachfolgend werden die **Versorgungsschematas** der einzelnen Projekte dargestellt.

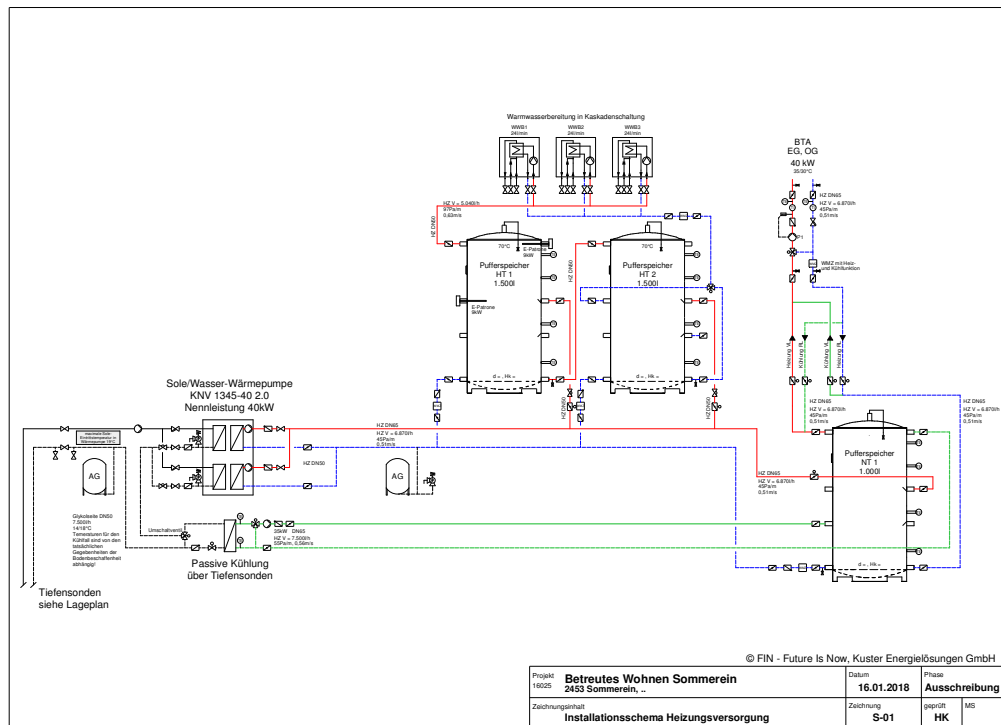


Abbildung 25: Anlagenschema Heizhaus Projekt TBA

(Quelle: FIN - Future Is Now, Kuster Energielösungen GmbH, 2018)

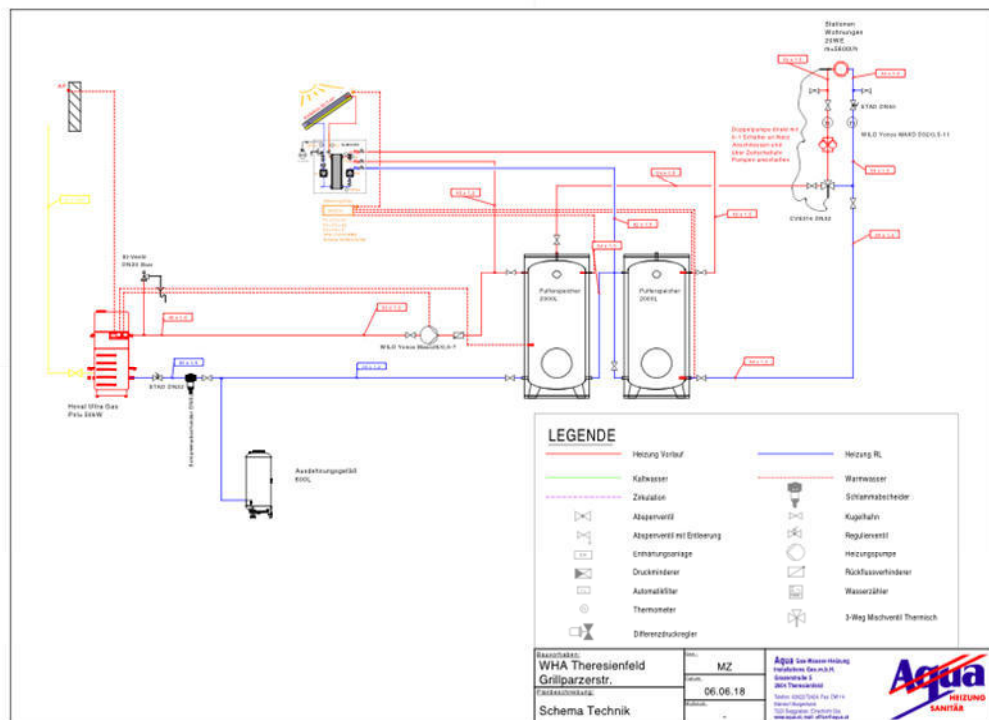


Abbildung 26: Anlagenschema Heizhaus Projekt HK

(Quelle: Aqua Gas-Wasser-Heizung Installations Ges.m.b.H., 2018)

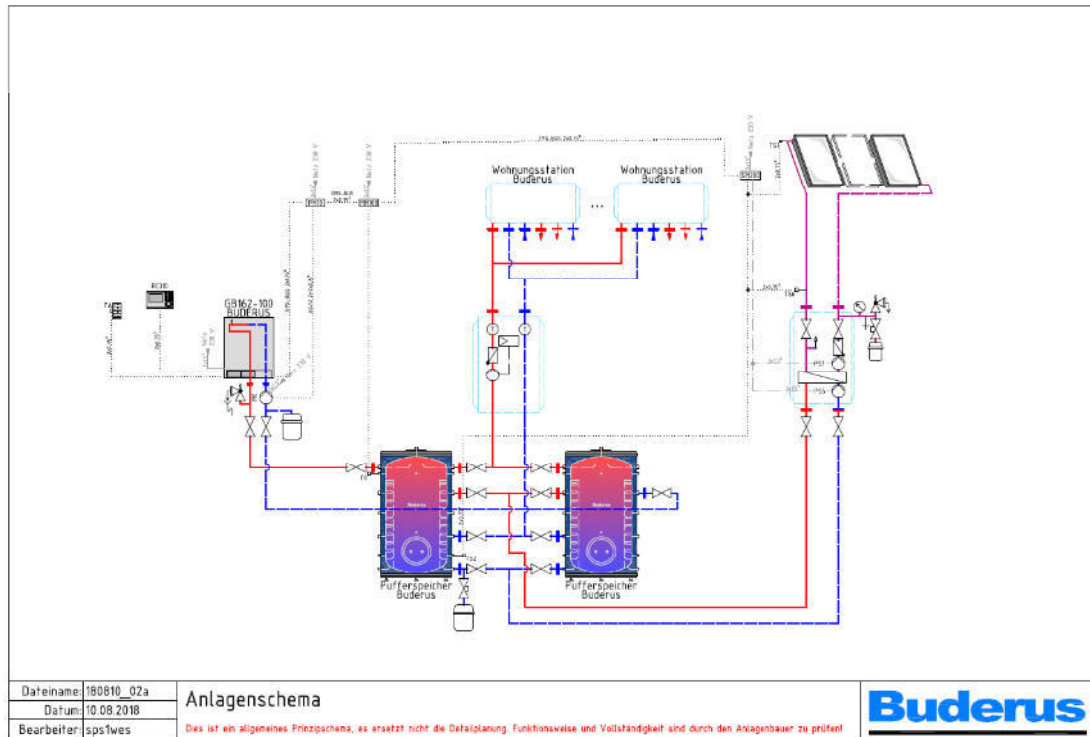


Abbildung 27: Anlagenschema Heizhaus Projekt FBH

(Quelle: Kopp Ges.m.b.H., 2018)

5.2.2 Rohrmaterial

Bei den Projekten werden gemäß Tabelle 11 folgende Rohrmaterialien verwendet:

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Rohrmaterial	PE-Xa	PE-RT	PE-RT

Tabelle 11: Vergleich Rohrmaterial und Rohrdurchmesser

Beim allen drei Projekten werden als Rohrleitungsmaterial 5 Schicht-Kunststoff-Verbundrohre verwendet. Dieses Material stellt einen üblichen Standard im Wohnbau dar. Beim Projekt FBH und Projekt HK kommen PE-RT Rohre zum Einsatz. Dieses Rohrmaterial ist auch für eine TBA geeignet, ist jedoch etwas anfälliger auf Deformierungen und Beschädigungen. Da die Rohrleitungen im Deckenbereich auf Bewehrungseisen verlegt werden und nach der Verlegung noch weitere Bewehrungseisen (obere Lage) und Rohrleitungen verlegt werden, ist mit einer höheren Beanspruchung und Gefahr einer Beschädigung zu rechnen. Aus diesem Grund werden beim Projekt TBA hochdruckvernetzte Polyethylen (PE-Xa) Rohre verwendet.

Vorteile des PE-Xa-Rohrs u.a.: (Giel 2016, 116)

- extreme Schlag- und Kerbschlagzähigkeit
- sehr hohe Reißdehnung
- Unempfindlich gegen Spannungsrissbildung
- ausgezeichnete Chemikalien- und Alterungsbeständigkeit
- sehr gute Rückstellkraft

Der Materialpreis des PE-Xa Rohres liegt im Vergleich zu einem PE-RT Rohres etwas höher, ist jedoch zur Risikominimierung etwaiger Beschädigungen gerechtfertigt.

5.2.3 Rohrdimensionierung

Wie aus der Tabelle 12 erkennbar, sind die Rohrdimensionen bei allen 3 Projekten ident. Lediglich beim Projekt HK ist ein Teilstück der Heizungsleitung aufgrund der höheren Durchflussmenge mit einem Durchmesser 20 mm ausgeführt.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Rohrdimension [mm]	17 x 2,0	17 x 2,0	17 x 2,0 20 x 2,0

Tabelle 12: Vergleich Rohrdimensionen

Der Rohrdurchmesser spielt in Hinblick auf die flächenbezogene Wärmeabgabe- bzw. Wärmeaufnahmeleistung eine sehr kleine Rolle, wie aus der Abbildung 28 erkennbar.

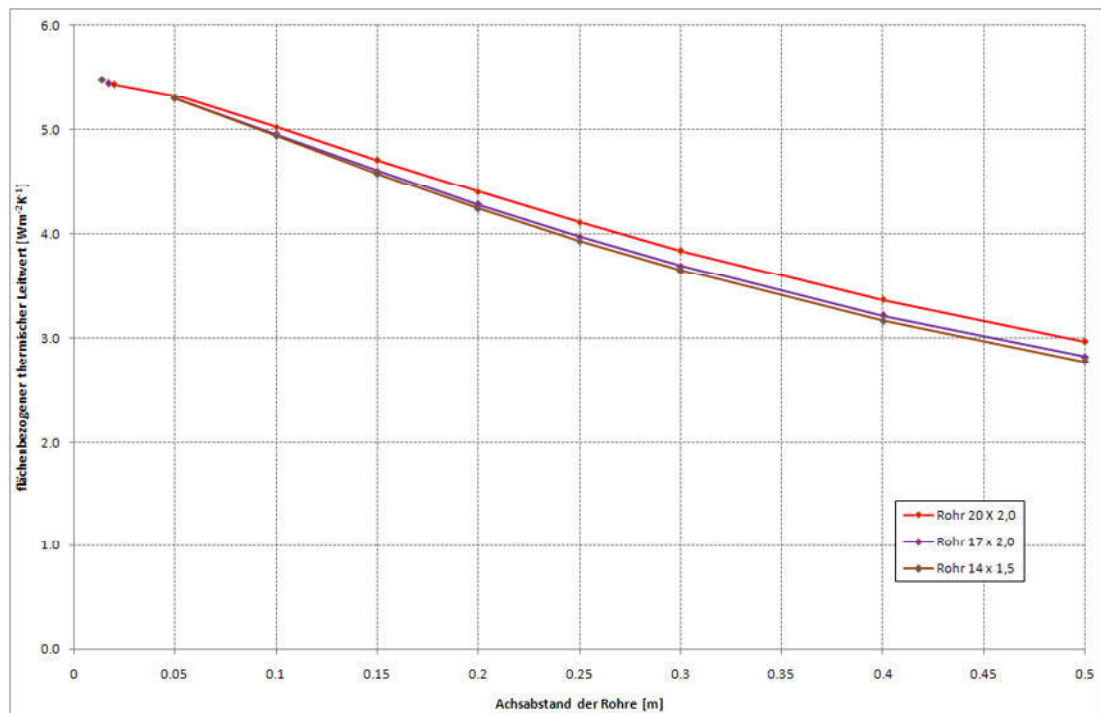


Abbildung 28: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit vom Achsabstand der Rohre und von der Rohrdimension

(Quelle: Energiespeicher Beton, Kreć, 2016, S.20.)

Zu kleine Rohrdurchmesser haben Einfluss auf den Strömungswiderstand und damit auch einen höheren Stromverbrauch der Umwälzpumpe (Friembichler u. a. 2016, 62).

5.2.4 Rohrabstand und Rohrlängen

Die Länge der Heizungsverrohrung wird beim Projekt TBA sowie Projekt FBH vom jeweiligen Verteiler der Wohnung gerechnet, beim Projekte HK vom Frischwassermodul in der Wohnung. Das bedeutet, dass jeweils eine Wohneinheit unabhängig von der Entfernung zur Steigleitung/Verteilerleitung bewertet wurde. Es wird jeweils eine Wohnung mit ca. 60 m² herangezogen.

In der Tabelle 13 werden der Abstand der Rohre zueinander und die damit erforderliche Rohrlänge dargestellt. Dadurch kann auf die entsprechenden Materialkosten und Arbeitszeit geschlossen werden.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Rohrabstand [mm]	20	10 - 20	-----
Rohrlänge [m]	290	361	41

Tabelle 13: Vergleich Rohrabstand und Rohrlängen

Projekt TBA

In der Abbildung 29 ist ein Ausschnitt einer Wohnung aus dem Installationsplan des Projekts TBA für die Verlegung der TBA dargestellt. Die einzelnen Heizkreise sind zur besseren Erkennbarkeit mit zwei Farben dargestellt. Der Verteiler samt Wärmemengenzähler sitzt zur besseren Zugänglichkeit in Deckennähe am Gang. Die Rohrlänge eines Heizkreises sollte max. zwischen 100 m und 150 m betragen, um den Strömungswiderstand in Grenzen zu halten und damit den Stromverbrauch der Umwälzpumpe klein zu halten. Die Abstimmung von Rohrdurchmesser und Rohrlänge hat im Zuge der Haustechnikplanung zu erfolgen.



Abbildung 29: Heizungsverrohrung Projekt TBA - Planausschnitt

(Quelle: FIN – Kuster Energielösungen GmbH, Verlegeplan TBA, 2018)

Die flächenbezogene Wärmeabgabe- bzw. Wärmeaufnahmeleistung der thermisch aktivierten Decke ist, wie in der Abbildung 30 erkennbar, vom Achsabstand der Rohre abhängig. Vergrößert sich der Achsabstand, so verringert sich auch die

flächenbezogene Wärmeabgabe- bzw. Wärmeaufnahmeleistung. Im Kühlfall ist die Differenz noch etwas größer.

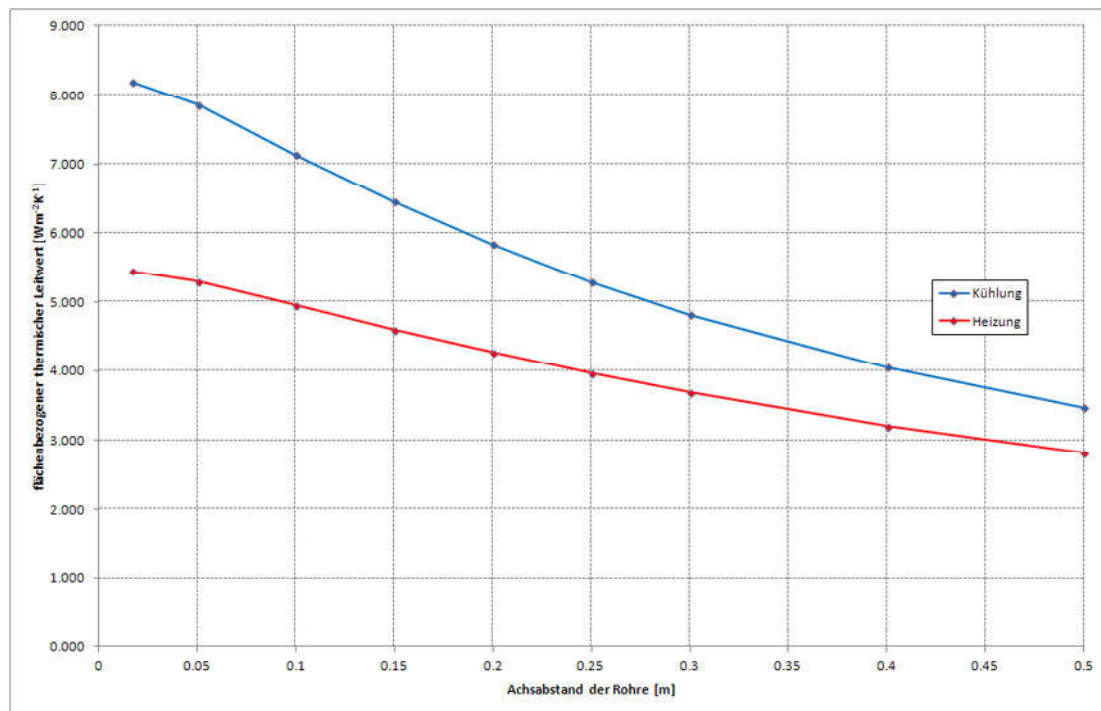


Abbildung 30: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit des Achsabstandes
(Quelle: Energiespeicher Beton, Kreć, 2016, S.18.)

Projekt FBH

In der Abbildung 31 ist ein Ausschnitt einer Wohnung aus dem Installationsplan des Projekts FBH für die Verlegung der Fußbodenheizung dargestellt. Der Verteiler ist im Vorraum der Wohnung positioniert. Dieser wird von der zentralen Wärmebereitstellung bzw. der Hausstation / Frischwassermodul über dem Spülkasten im WC versorgt. Über das Frischwassermodul erfolgt die dezentrale Warmwasserbereitung.

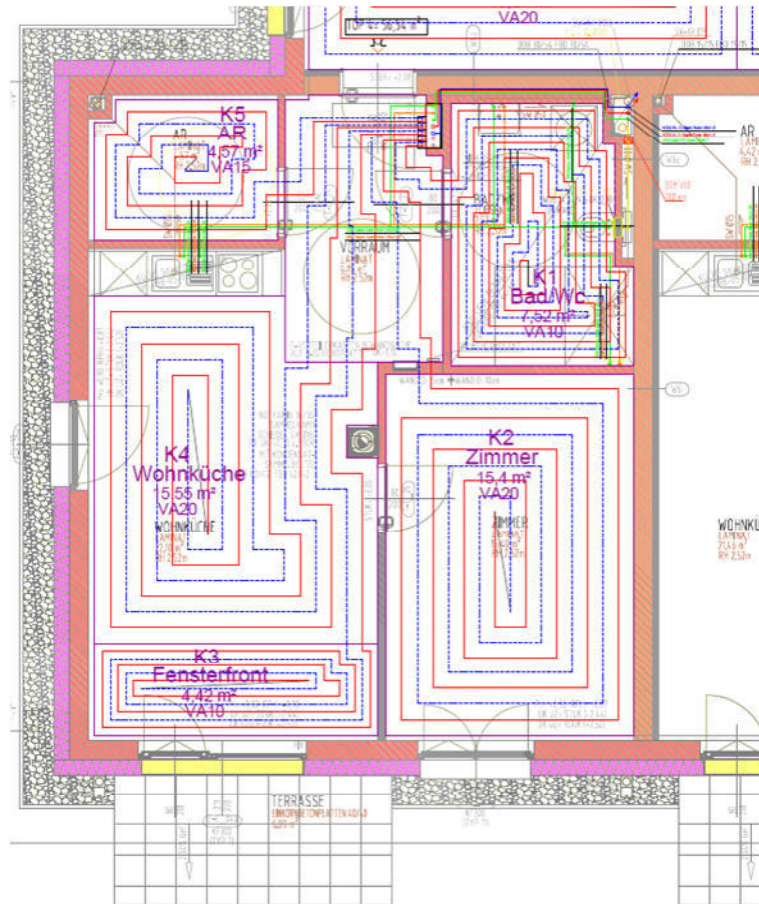


Abbildung 31: Heizungsverrohrung Projekt FBH - Planausschnitt
 (Quelle: Fa. Koop, Verlegeplan, 2018)

Projekt HK

In der Abbildung 32 ist ein Ausschnitt einer Wohnung aus dem Installationsplan des Projekts HK für die Situierung der Heizkörper, samt Leitungsführung und Leitungsdimension. Der Anschluss erfolgt an die Hausstation / Frischwassermodul über dem Spülkasten im WC, die von der zentralen Wärmebereitstellunganlage versorgt wird. Über das Frischwassermodul erfolgt die dezentrale Warmwasserbereitung.

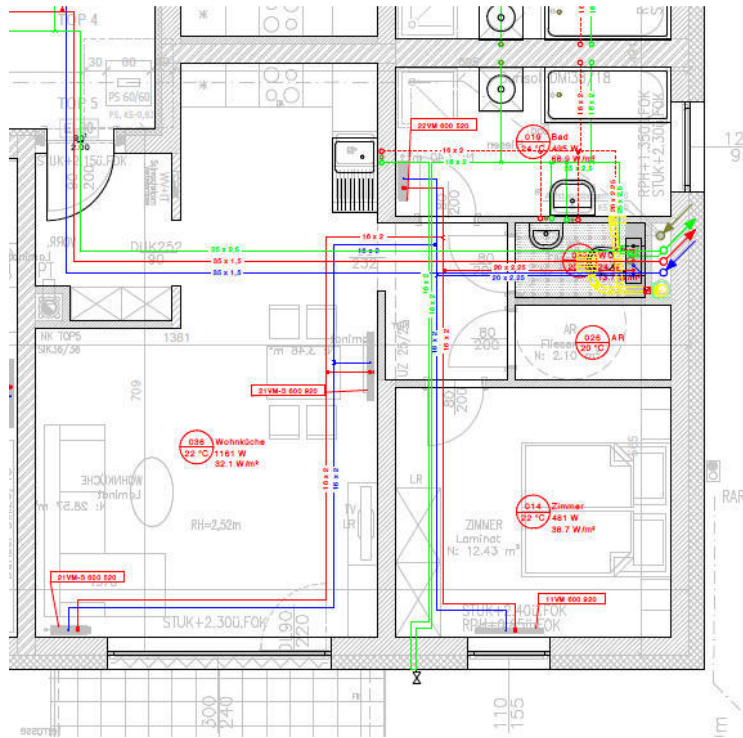


Abbildung 32: Heizungsverrohrung Projekt HK - Planausschnitt

(Quelle: Aqua Gas-Wasser-Heizung Installations Ges.m.b.H, Verlegeplan, 2018)

5.2.5 Deckenstärke und Betonüberdeckung

Die Deckenstärken gemäß Tabelle 14, wurden nach den statischen Erfordernissen durch den Statiker festgelegt. Dies erfolgte unabhängig vom haustechnischen System.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Deckenstärke [m]	0,18	0,20	0,20

Tabelle 14: Vergleich Deckenstärken in den Wohnungen

Da beim Projekt TBA auch eine Wohnraumlüftung vorhanden ist und die Lüftungsleitungen in der Decke geführt werden, sind aufgrund der geringen Deckenstärke von 18 cm die Schnittstellen genau zu beachten. Sämtliche in der Decke geführten Lüftungsleitungen, samt den erforderlichen Auskreuzungen mit anderen Installationsleitungen, z.B.: Elektroleitungen, sind von der Haustechnikplanung genau zu definieren und in einer Detailplanung (siehe Abb. 40) darzustellen. Dennoch wird es erforderlich sein, auf der Baustelle eine Koordinierungsaufgabe zu übernehmen, da nicht alle Knotenpunkte dargestellt

werden können. Eventuelle Änderungen sind zu dokumentieren und planlich festzuhalten.

Die Auswirkung der unterschiedlichen Plattendicken auf die Wärmeabgabeleistung einer thermisch aktivierten Decke ist sehr gering (Kreč 2016, 159). Aus der Abbildung 33 können die flächenbezogenen Wärmeabgabeleistungen bei unterschiedlichen Plattendicken abgelesen werden. Erst bei einer längeren Unterbrechung der Heizmittelzufuhr ist bei einer schwächeren Platte ein minimaler Unterschied erkennbar.

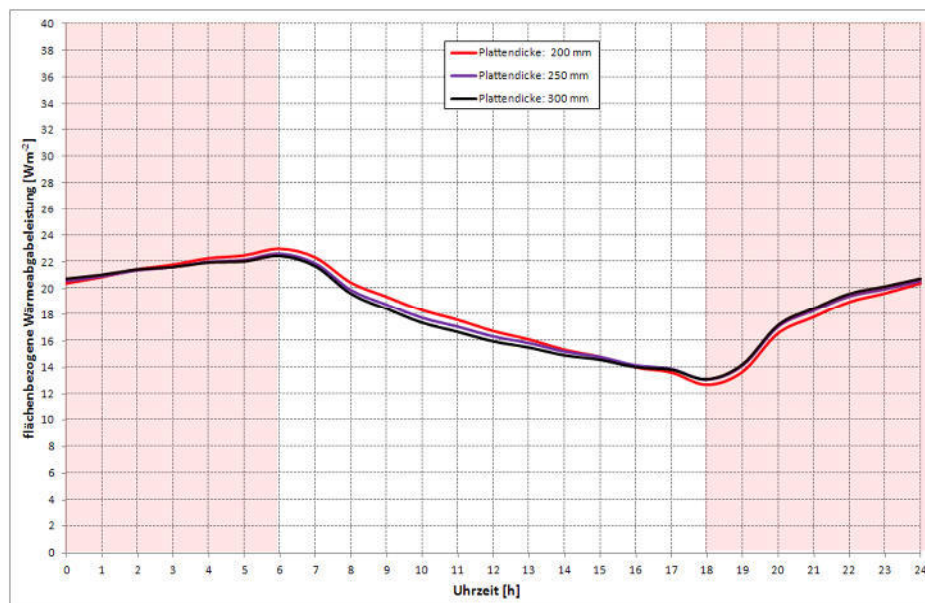


Abbildung 33: Errechnete Tagesverläufe der flächenbezogenen Wärmeabgabeleistung einer thermisch aktivierten Geschoßdecke an den unter der Decke liegenden Raum für unterschiedliche Dicken der Stahlbetonplatte; Dauer der Unterbrechung der Heizmittelzufuhr: 12 h

(Quelle: Energiespeicher Beton, Kreč, 2016, S.158.)

Die Betonüberdeckung in Tabelle 15 bezieht sich auf die Überdeckung des Rohrregisters bis zur wärmeabgebenden Oberfläche des Betons.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Betonüberdeckung [m]	0,06	0,05	Keine, in der Schüttung verlegt

Tabelle 15: Vergleich Betonüberdeckung

Die Betonüberdeckung hat einen Einfluss auf den flächenbezogenen thermischen Leitwert, wie in der Abbildung 34 dargestellt.

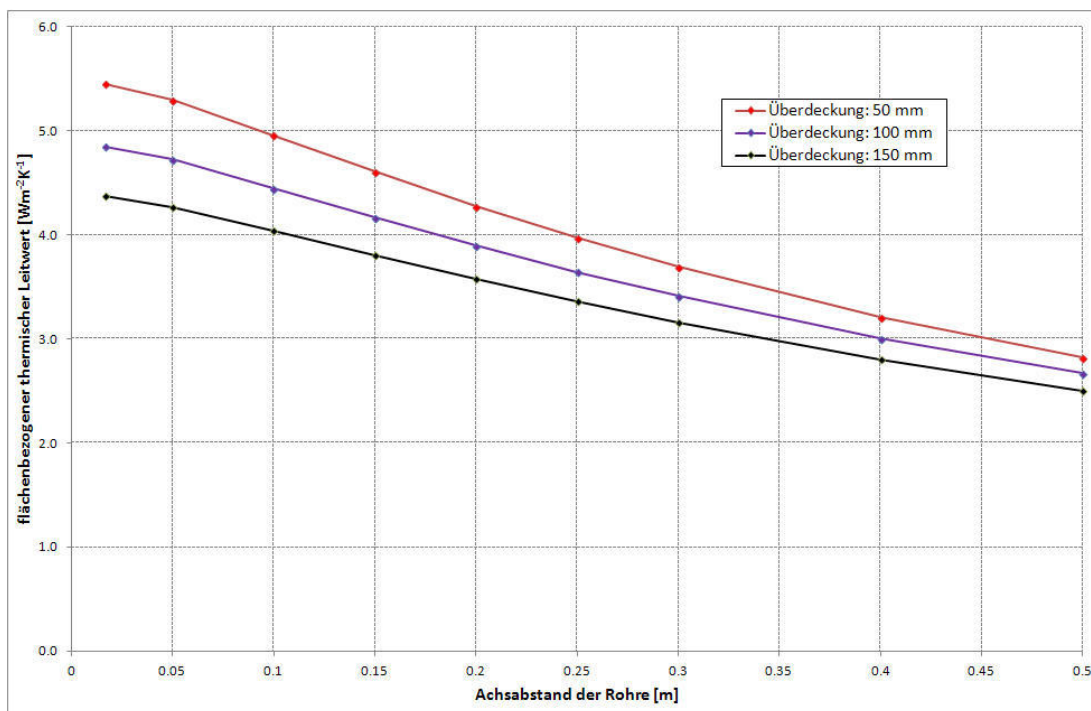


Abbildung 34: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers

(Quelle: Energiespeicher Beton, Kreć, 2016, S.23.)

5.2.6 Heizmitteltemperatur

Die Heizmitteltemperatur wird als theoretischer Mittelwert zwischen Vorlauf- und der Rücklauf-temperatur angenommen.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Heizmitteltemperatur [°C]	28 °C	38 °C	55 °C

Tabelle 16: Vergleich Heizmitteltemperaturen

Es ist erkennbar, dass durch die geringe Heizmitteltemperatur beim Projekt TBA das System sehr energieeffizient betrieben werden kann und Umweltenergien optimal genutzt werden können.

5.2.7 Regelung der Wärmebereitstellung

Die Regelung der Wärmebereitstellung stellt bei jedem Projekt eine wesentliche Rolle für ein effizient funktionierendes Haustechniksystem dar.

Bei allen drei Projekten erfolgt die Regelung generell über die Raumtemperatur. Beim Projekt FBH und Projekt HK wird die Wärmebereitstellung für die Anpassung der Heizkurve auch über die Außentemperatur angesteuert.

Projekt TBA:

Die grundsätzliche Regelung einer TBA wurde unter Kapitel 2.7 bereits erläutert.

Da Energie in die Betondecken eingelagert wird und diese Energiemenge begrenzt werden muss, wird die Regelung zusätzlich zum Raumthermostat auch mit einem Temperaturfühler in der Betondecke verknüpft. Dieser zusätzlich erforderliche Temperaturfühler ist in der Raummitte positioniert (s. Abbildung 29) und wird in einem in der Betondecke einbetonierten Elektroschlauch (s. Abbildung 35) eingeführt. Dieser muss lagemäßig an die Bewehrung fixiert werden.



Abbildung 35: Detailfoto - Temperaturfühler zwischen den Rohrleitungen
(Quelle: Hoffmann J., 2018)

Aufgrund der Kühlmöglichkeit, muss für die Regelung eine Umschaltmöglichkeit am Raumthermostat für den Sommerbetrieb gegeben sein.

Um das unregelmäßig auftretende Energieangebot von Solar- oder Windenergie optimal nutzen zu können, ist eine regeltechnische Verbindung zum Energielieferanten herzustellen. Beim Projekt TBA erfolgt dies über eine direkt mit der Wärmepumpe verbundenen Steuereinheit. Bei Windkraftüberschuss wird durch den Energielieferanten ein Signal an die Steuereinheit gesendet, die ein Freigabesignal für eine Wärmeerzeugung erhält. Es erfolgt eine Abfrage der Kerntemperaturen der Decken über die vorhandenen Temperaturfühler. Bis zum Erreichen der vordefinierten Kerntemperatur oder Raumtemperaturobergrenze wird Wärme eingelagert.

Die „Entleerung“ erfolgt in der Zeit ohne regenerative Energielieferanten. Erst bei Erreichen des unteren Temperaturbandes und nicht vorhandener Überschussenergie beim Energielieferanten, erfolgt der Strombezug aus der herkömmlichen Stromproduktion ohne Signal des Energielieferanten.

Bei einem Einfamilienhaus wurde diese Regelungsverbindung mit einem Windpark bereits umgesetzt. In der Abbildung 36 sind die bei diesem Projekt über ein ganzes Jahr, von April 2013 bis März 2014 aufgezeichneten Energielieferungen des Windparks und die damit verbundenen Einschaltzeiten der Wärmepumpe dargestellt.

Typical wind energy profile April 2013 – March 2014

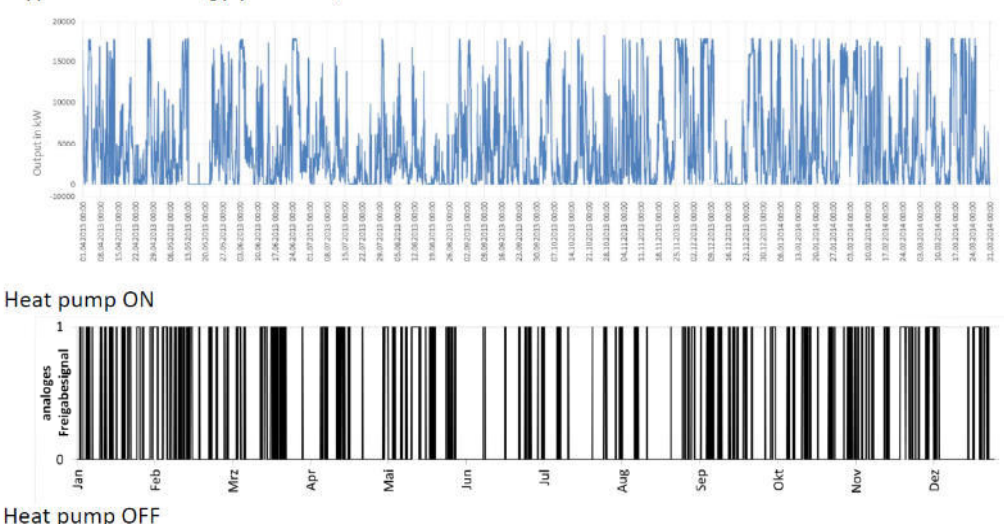


Abbildung 36: Windenergieprofil über ein Jahr mit den Schaltzeiten der Wärmepumpe

(Quelle: Heating, Cooling and storing energy with concrete, Spaun, 2018, S.18.)

In der Abbildung 37 können die Temperaturen in Verbindung mit den Windphasen abgelesen werden.

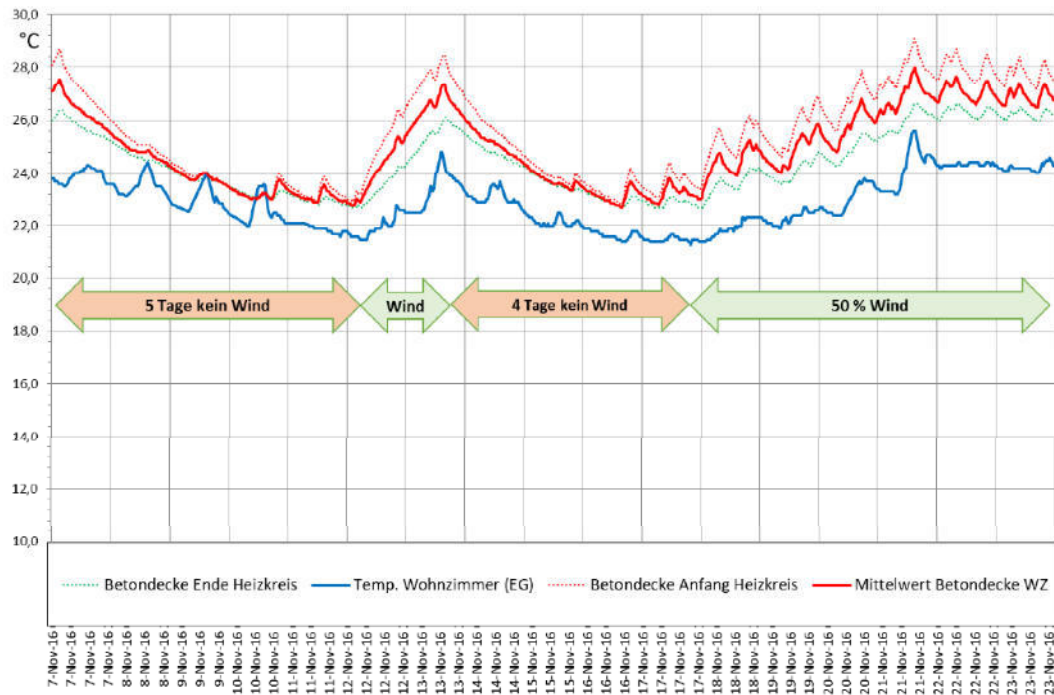


Abbildung 37: Temperaturverlauf der aktivierten Decke in Verbindung mit den Windphasen
(Quelle: Heating, Cooling and storing energy with concrete, Spaun, 2018, S.21.)

Projekt FBH:

Die Regelung der Raumtemperatur erfolgt über ein im Wohnzimmer situiertes Raumthermostat, welches einen zentralen Stellmotor ansteuert. Die Durchflussmengen der einzelnen Heizkreise sind auf die vorgegebenen Raumtemperaturen einreguliert.

Projekt HK:

Jeder Heizkörper ist mit einem Thermostatkopf ausgestattet und kann einzeln geregelt werden.

5.2.8 Aktive oder passive Kühlung

Über das vorhandene Haustechniksystem, in aktiver oder passiver Form, kann lediglich beim Projekt TBA gekühlt werden. Beim Projekt FBH und Projekt HK kann nur passiv, mittels Nachtlüftung dem Gebäude Energie entzogen werden.

In der Tabelle 17 werden die aus der Literatur herausgearbeiteten maximal möglichen Kühlleistungen über die verschiedenen Wärmeabgabesysteme dargestellt.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Max. spez. Kühlleistung [W/m ²]	80	20	0

Tabelle 17: Max. Kühlleistungen über das vorhandene Haustechniksystem

(Quelle: Streicher et al., 2004, S.123.)

Die bei einer Deckenkühlung mögliche Maximalleistung von 80 W/m² kann jedoch nur bei sehr niedrigen Kühlmitteltemperaturen erreicht werden. Eine Kühlung mit diesen niedrigen Temperaturen hat sich in den letzten Jahren jedoch geändert.

Bei einer TBA werden aus Komfortgründen bzw. bei energieeffizienter, passiver Kühlung Kühlmitteltemperaturen von ca. 19 °C - 20 °C und darüber vorgesehen.

Um einer Tauwasserbildung im Sommer vorzubeugen, sollte die Kühlmitteltemperatur nicht unter 19 °C geführt werden. Einen Raumfeuchtefühler in die Regelung miteinzubinden ist von Vorteil. Für eine effiziente Temperierung der Räume ist eine entsprechende Nutzeraufklärung erforderlich.

In den Abbildungen 38 wird die Wärmeaufnahmeleistung einer aktivierten Decke mit einer Deckenstärke von 20 cm, einer Kühlmitteltemperatur von 18 °C und einer Raumtemperatur von 24 °C dargestellt. Die Wärmeaufnahme beträgt ca. 30 W/m². Bei einer Erhöhung der Wärmelasten und der dadurch resultierender Temperaturerhöhung auf 27 °C, erhöht sich auch die abgeführte Wärmeleistung auf ca. 50 W/m² ohne regeltechnische Anpassung. Diese Mehrleistung von 20 W/m² kann über sechs Stunden aufgenommen werden, ohne die Wärmeabfuhr im wasserführenden System erhöhen zu müssen, bedingt durch die hohe Speicherkapazität des Betons. (Holzer und IPJ 2013, 3)

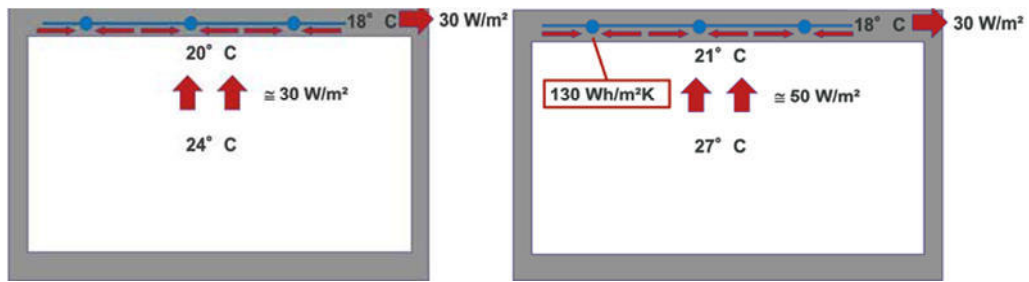


Abbildung 38: Thermodynamisches Funktionsschema der kernaktivierten Kühldecke

(Quelle: Aktive Speichermassenbewirtschaftung von Bauteilen aus Beton, Holzer et al., 2013, S.3.)

Aufgrund der begrenzten Wärmeabfuhr müssen die Sonneneinstrahlung möglichen Wärmelasten begrenzt werden. Ein entsprechender Sonnenschutz ist erforderlich, der beim Projekt TBA mit verschiebbaren Wandelementen im Balkonbrüstungsbereich (s. Abbildung 22) gelöst wurde.

Zur Einhaltung der sommerlichen Überwärmung ist auch bei den Projekten FBH und HK in Teilbereichen ein außenliegender Sonnenschutz erforderlich. Dieser wird mit Außenrollläden erfüllt.

Eine Kühlung über die Fußbodenheizung ist nur in Verbindung mit der Wärmebereitstellung mittels Wärmepumpe möglich, da im Sommer der Wärmepumpenprozess umgedreht wird und die Energie an die Umwelt abgegeben wird.

Eine Kühlung mit dem vorhandenen Haustechniksystem ist bei den Projekten FBH und HK nicht möglich. Diese kann lediglich über eine Fensterlüftung in der Nacht erfolgen. In der Abbildung 39 ist eine mögliche Kühlleistung durch Nachtlüftung schematisch dargestellt.

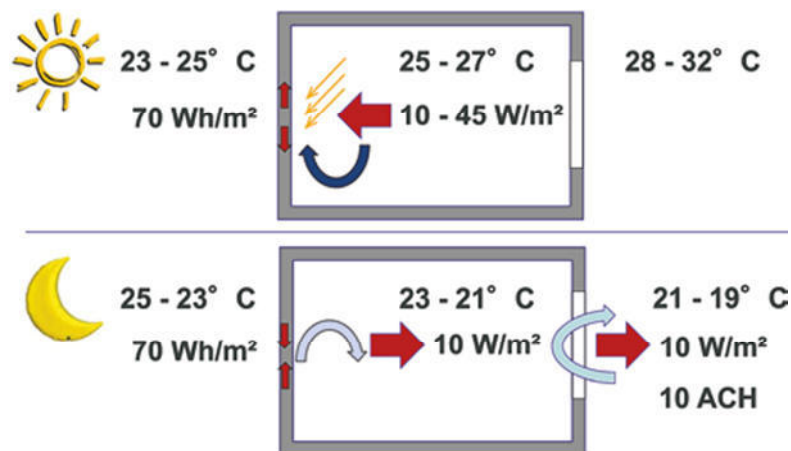


Abbildung 39: Thermodynamischer Gesamtprozess der Raumentwärmung durch Nachtlüftung

(Quelle: Aktive Speicherbewirtschaftung von Bauteilen aus Beton, Holzer et al., 2013, S.3.)

Bei dieser Darstellung wird von einer Wärmespeicherkapazität der umschließenden Bauteile von 70 Wh/m^2 ausgegangen. Unter der Annahme, dass für ein Raumtemperaturniveau von $23 - 21 \text{ °C}$ gesorgt werden muss, ist ein 10-facher Außenluftwechsel in der Größenordnung von 10 Stunden erforderlich. (Holzer und IPJ 2013, 3)

Dieser Luftwechsel ist erheblich, vergleicht man dazu eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit einem Luftwechselrate von 0,2 - 0,4.

In der Tabelle 18 werden nun die generell möglichen Kühlleistungen der Vergleichsprojekte dargestellt, wobei die Möglichkeit für eine Nachtlüftung nicht generell vorausgesetzt werden kann.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
Kühlleistung [W/m ²]	30 - 50	10	10

Tabelle 18: mögliche Kühlleistungen über das vorhandene Haustechniksystem

5.3 Planungsphase

Bei allen Bauprojekten sollte bereits in der Konzepterstellung ein Haustechnikplaner für die Grundkonzeption in den Planungsprozess miteingebunden werden und diesen bis zur Übergabe an den Nutzer begleiten. Aufgrund der immer komplexer werdenden Aufgaben steht integrale Planung für eine Steigerung der Planungsqualität und hat erheblichen Einfluss auf die Lebenszykluskosten eines Gebäudes. Aufgrund der eingefahrenen Prozesse stecken wir jedoch noch zu großen Teilen in der sequentiellen Planung fest.

Bei allen drei zu vergleichenden Projekten ist der Architekt als Generalplaner beauftragt. Damit soll ein integraler Planungsprozess leichter ermöglicht werden. Der Architekt kann sich Fachplaner seines Vertrauens bedienen, die sich rasch in den Planungsprozess integrieren können. Ein klarer integraler Planungsansatz konnte jedoch bei keinem Projekt erkannt werden. Beim Projekt FBH und Projekt HK wurde der Haustechnikplaner erst nach der Baueinreichung für die haustechnische Planung und Ausschreibung vom Architekten beigezogen. Lediglich beim Projekt TBA wurde der Haustechnikplaner bereits in der Entwurfsphase in den Planungsprozess direkt eingebunden und das haustechnische Konzept abgestimmt und freigegeben.

Die haustechnische Projektierung von mehrgeschossigen Wohnbauten mit Standardsystemen wie Heizkörper- oder Fußbodenheizung stellt Haustechnikplaner vor keine große Herausforderung. Diese Systeme werden seit Jahrzehnten in verschiedenen Kombinationen angewendet. Für Gebäude mit einer TBA gibt es jedoch wenige Planer mit einschlägiger Erfahrung und entsprechendem „Know-how“. Aufgrund dieser Situation sind die Planungskosten noch sehr hoch.

Beim Projekt TBA betragen, im Vergleich zu den Projekten FBH und HK, die Mehrkosten der Planung und örtliche Bauaufsicht für den Teil Heizung-Lüftung-Sanitärinstallation inkl. Tiefenbohrung €82.000.- (excl. Ust).

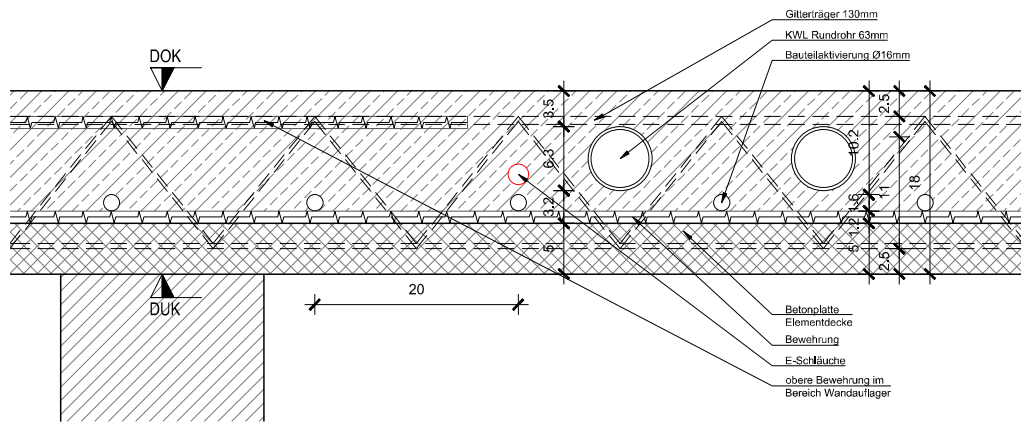
Eine wesentliche Schnittstelle im Planungsprozess einer TBA ist die Koordination der Planungsabteilung mit der Abteilung zur Ausarbeitung der Leistungsverzeichnisse. Diese müssen genau abgestimmte Unterlagen ausarbeiten. Aufgrund mehrerer Schnittstellen im Bauablauf, kann es bei mangelhafter Planung zu massiven Komplikationen und damit zu Terminverzug führen, sowie zu unerwarteten Mehrkosten. Die Inhalte der Leistungsverzeichnisse der Haustechnik und der Baumeisterarbeiten müssen zwingend abgestimmt werden, da in diesen Bereichen Überschneidungen auftreten. Diese werden im Kapitel 5.4 näher beschrieben.

Beim Projekt FBH und Projekt HK ist dies nicht in dieser Tiefenschärfe erforderlich. Die Fußbodenheizung befindet sich in einer eigenen Installationsebene, ohne Kreuzungen, oberhalb der Trittschalldämmung. Die Heizungszuleitungen der Heizkörper liegen in einer gemeinsamen Installationsebene mit den Wasser- und Abwasserversorgungsleitungen sowie den Elektroinstallationsleitungen. Die Planung ist so abzustimmen, dass erforderlichenfalls ausgekreuzt werden kann. Leitungsführungspläne sind dennoch erforderlich.

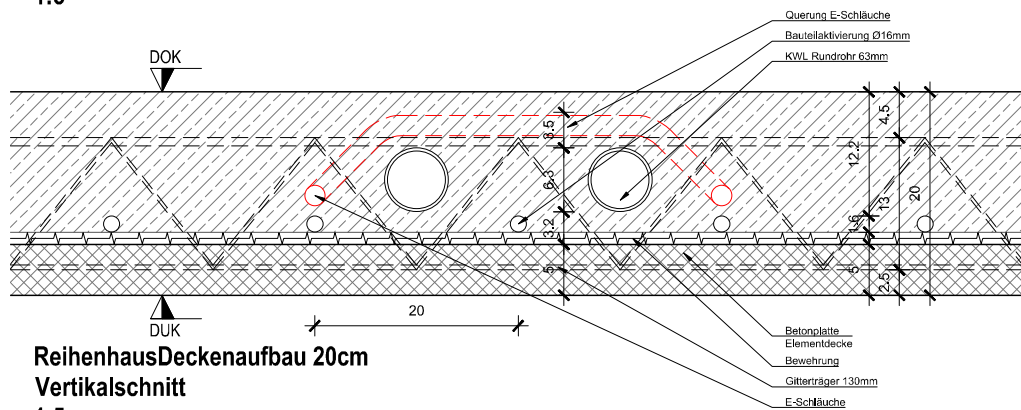
Nach der Auslegungsberechnung der Registerflächen durch den Haustechnikplaner, sind die Ergebnisse mit den bautechnischen Vorgaben aus der Statik abzustimmen. Es ist festzulegen, in welchen Bereichen eine Verlegung der TBA nicht möglich ist. Ebenso müssen Kreuzungen mit anderen haustechnischen Leitungen, wie

Elektroleitungen oder Lüftungsleitungen gelöst werden. Hier sind genaue Leitungsführungspläne (s. Abbildung 29) und Schnittdetails auszuarbeiten.

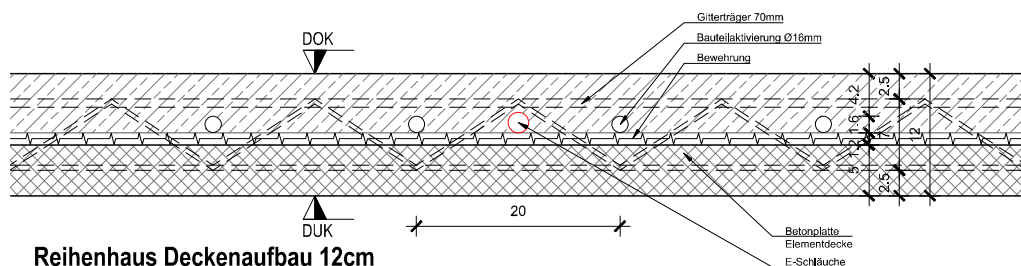
In der Abbildung 40 sind Detailschnitte mit den Leitungsführungsebenen dargestellt.



Wohnbau Deckenaufbau 18cm
Vertikalschnitt
1:5



Reihenhaus Deckenaufbau 20cm
Vertikalschnitt
1:5



Reihenhaus Deckenaufbau 12cm
Vertikalschnitt
1:5


 <p>AW Architekten ZT GmbH Rauscherstrasse 6 A - 1200 Wien www.awarchitekten.at URheberRECHTE UND VERWERTUNGSRECHTE LIEGEN BEI AW ARCHITEKTEN ZT GMBH</p>	<p>SOMMEREIN WOHNBAU DETAILMAPPE</p>
	<p>Planinhalt: D020 Decke bauteilaktiviert</p> <p>Datum Index: 19-06-2018 B</p>

Abbildung 40: Detailschnitte mit Leitungsführung Haustechnik
(Quelle: AW/Architekten ZT GmbH, Detailmappe, 2018)

Weitere Planungsempfehlungen (Friembichler u. a. 2016, 83):

- Vermeidung von Schichten mit hohem thermischen Widerstand an der Deckenuntersicht - Sichtbeton ist optimal.
- Um den thermischen Widerstand nach oben hin zu erhöhen, sollte bei Regelgeschoßdecken neben der Trittschaldämmung auch eine Dämmschüttung von ca. 10 cm eingebaut werden.
- Um den abfließenden Wärmestrom der obersten Geschoßdecke zu verringern, muss die Decke sehr gut gedämmt werden. Kreč (2018) sagt: „Die Wärmeverluste liegen bei ca. 5 - 10 %“.
- Um große Wärmeverluste zu verhindern, sind Wärmebrücken zu vermeiden bzw. klein zu halten - Detailplanung.
- Bei einem Flachdach ist im Sommer zu berücksichtigen, dass es aufgrund der Sonneneinstrahlung zu einem erhöhten Wärmeeintrag in dem unter dem Dach liegenden Raum kommen kann. Dies kann zu einer Überwärmung bzw. einem erhöhten Kühlbedarf führen. Um diesen Effekt möglichst gering zu halten, ist die Dacheindeckung möglichst hell zu gestalten.
- Bei unterkellerten Gebäuden sind auf eine ausreichende Kellerdeckendämmung sowie eine an der Außenwandinnenseite auf ca. 1 m und an den Kellerinnenwänden ca. 0,75 m, heruntergezogene Dämmung zu achten. Dadurch wird eine erhebliche Reduktion der Wärmeverluste durch die Wärmebrücken der Anschlüsse an die Kellerdecke vermieden.
- Die Registerflächen in gutem „Sichtkontakt“ zu kühlen Flächen (Fenster) positionieren - wirksamer Strahlungsaustausch.
- Die Positionierung des Raumthermostates muss so gewählt werden, dass es nicht direkt von der Sonneneinstrahlung beeinflusst werden kann.
- Verwendung des PHPP zur Berechnung der Heizlast.

5.4 Baustellenabwicklung

Eine geregelte und abgestimmte Baustellenabwicklung stellt, wie bei nahezu allen haustechnischen Systemen, eine wesentliche Rolle für eine reibungslose Umsetzung dar. Es werden in diesem Kapitel die zu berücksichtigenden Arbeitsabläufe bei der Montage der Wärmeabgabesysteme dargestellt.

Im Gegensatz zum Projekt HK und Projekt FBH, bei denen die Heizungsleitungen in der Fußbodenkonstruktion verlegt werden und nahezu keine Schnittstellen mit anderen Gewerken auftreten, ist bei der TBA zu berücksichtigen, dass verschiedene Gewerke und somit mehrere Schnittstellen zu beachten sind.

Projekt TBA:

Beim Projekt TBA erfolgt die Verlegung der Rohrregister großteils auf Elementdecken, in Einzelfällen in Ortbetondecken. Bei Ortbetondecken müssen die darunterliegenden Wände vor Beginn der weiteren Arbeiten auf der Schalung markiert werden, um eine genaue Verlegung des Rohrregisters zu ermöglichen (s. Abbildung 41). Dies ist bei Elementdecken nicht erforderlich.

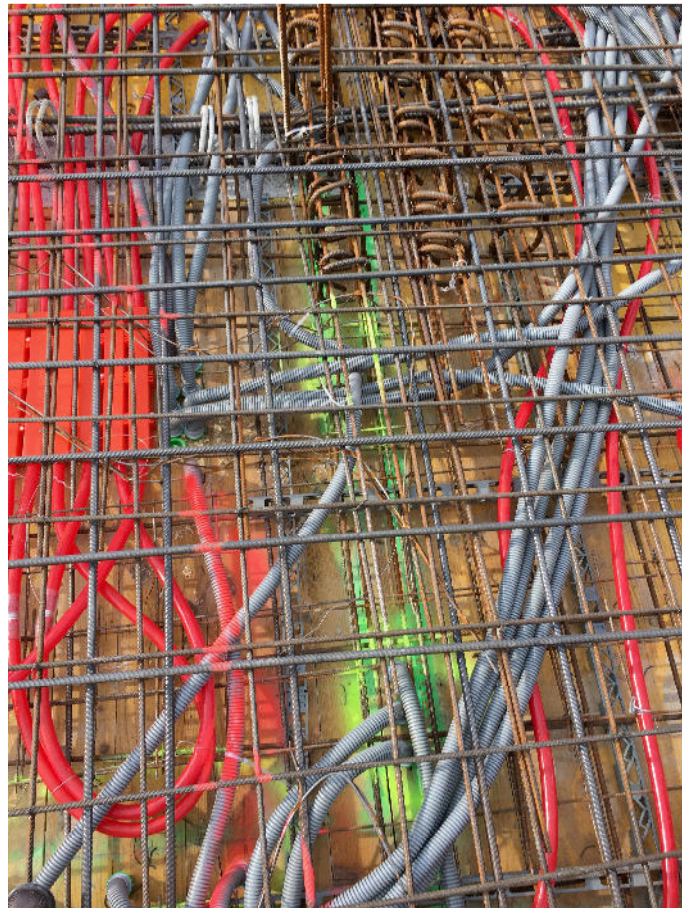


Abbildung 41: Detailfoto - Markierung der darunterliegenden Wand auf der Schalung
(Quelle: Hoffmann J., 2018)

Die Rohrleitungen werden gemäß den mit allen Gewerken abgestimmten Verlegeplan auf die untere Lage der Bewehrung in den vorgegebenen Abständen

mäanderförmig (oder auch schneckenförmig) verlegt. Die Verlegeradien sind einzuhalten. Für Verbindungsteile der Rohrleitungen sind nur die zugelassenen Formstücke und Werkzeuge zu verwenden. Ein Muffen der Rohrleitungen innerhalb der Decke sollte nur in Ausnahmefällen erfolgen. Um ein Verschieben sowie Aufschwimmen während des Betonierens zu verhindern, ist eine Befestigung der Rohre erforderlich. Dies erfolgt an die Bewehrung mittels Kabelbinder oder Eisendraht (s. Abbildung 42). Bei einer Elementdecke werden zusätzliche Bewehrungsmatten für die notwendige Befestigung zwischen den Trägern verlegt.



Abbildung 42: Detailfoto - Befestigung der Rohrleitung an die Bewehrung
(Quelle: Hoffmann J., 2018)

Nach der Verlegung der Rohrregister werden die Lüftungsleitungen zwischen bzw. über den Rohrleitungen verlegt. Danach erfolgt die Verlegung der Abstandhalter für die obere Bewehrung. Diese Abstandhalter müssen auf die vorhandenen Rohrregister und Lüftungsleitungen Rücksicht nehmen. Da die Elektroleitungen am flexibelsten verlegt werden können, werden diese als letzter Arbeitsschritt vor der Verlegung der oberen Bewehrungslage eingefädelt. Nach Fertigstellung aller Installationsleitungen, sollte rasch die Verlegung der oberen Bewehrungslage erfolgen, um die Rohrleitungen zu schützen (s. Abbildung 43).



Abbildung 43: Detailfoto - Fertigverlegte Ortbetondecke

(Quelle: Hoffmann J., 2018)

Um die verlegten Rohre auf Schäden zu überprüfen, hat vor den Betonierarbeiten eine Dichtheitsprüfung zu erfolgen. Diese Druckprüfung kann entweder mit Wasser (4 bis 6 bar) oder Druckluft (2,5 bis 3 bar) erfolgen. Die Prüfdauer ist mit 12 h festgelegt. Die Dichtheit ist gegeben, wenn der Prüfdruck nicht mehr als 1,5 bar abfällt. Das Prüfergebnis der Druckprüfung ist zu protokollieren. Auch während des Betonierens ist der Druck in den Leitungen aufrecht zu erhalten und laufend zu kontrollieren, um etwaige Beschädigungen rasch zu erkennen und vor dem Erhärten des Betons beheben zu können. (Friembichler u. a. 2016, 92f)

Mittels eines auf der Rohrleitung montierten Manometers erfolgt die laufende Kontrolle des Prüfdruckes (s. Abbildung 44).



Abbildung 44: Detailfoto - Manometer Druckprüfung

(Quelle: Hoffmann J., 2018)

Während des Betonierens und beim Rütteln ist auf die verlegten Leitungen erhöhte Rücksicht zu nehmen. Auf eine sorgfältige Verdichtung des Betons ist zu achten, um ein dichtes Gefüge, ohne Nester und Risse des Betons zu erhalten. Es wird handelsüblicher Konstruktionsbeton mit genügend Feinanteilen verwendet. Die Betongüte ist lediglich für die Statik relevant. (Zement+Beton Handels- u. Werbges.m.b.H 2014, 35)

Projekt FBH:

Die Verlegung der Fußbodenheizungsleitungen erfolgt auf einer Tackerplatte. Diese Dämmplatte fungiert als Trägermatte der Heizungsleitungen und gleichzeitig auch als Trittschalldämmung. Die Rohrleitungen werden händisch, mäanderförmig mit Tackernadeln auf die Trägermatte befestigt. Jeder Raum besteht aus einem oder zwei Heizkreisen die bis zum Fußbodenheizungsverteiler geführt und an die Versorgungsleitung angebunden werden. Die Heizungsleitungen befinden sich in einer eigenen Installationsebene und somit sind keine Gewerke-übergreifenden Schnittstellen vorhanden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass bis zum Betonieren des Estrichs, es zu keinen mechanischen Beschädigungen kommt. Eine Dichtheitsprüfung ist vor dem Einbau des Estrichs durchzuführen und der Druck

muss auch während der Estricheinbringung aufrecht erhalten bleiben. Dieser Vorgang ist zu dokumentieren.

Projekt HK:

Die Verlegung der Heizungsleitung zu den Heizkörpern erfolgt auf der Rohdecke in der Installationsebene. In dieser Ebene befinden sich auch die Wasser- und Abwasserversorgungsleitungen sowie Teile der Elektroinstallationsleitungen. Die Rohrleitungen werden händisch auf der Rohdecke mittels Schellen befestigt. Die Gewerke-übergreifenden Schnittstellen (Kreuzungen) sind im Vorfeld in der Planung zu definieren. Es ist ebenso darauf zu achten, dass bis zum Einbringen der Ausgleichschüttung es zu keinen mechanischen Beschädigungen kommt. Eine Dichtheitsprüfung ist vor dem Einbau der Schüttung durchzuführen. Das Ergebnis der Druckprüfung ist zu dokumentieren.

Um keine ungewollten Wärmeverluste der Heizungsleitungen in der Fußbodenkonstruktion zu erhalten, sind die Rohrleitungen ordnungsgemäß zu isolieren. Die Heizkörperanbindung erfolgt aus der Wand, mittels vorgefertigter Installationsboxen.

5.5 Nutzerhinweise

Für einen funktionierenden Betrieb aller Wärmeabgabesysteme sind Nutzerhinweise bzw. entsprechende Einschulungen erforderlich, um einen möglichst störungsfreien Betrieb zu ermöglichen. In diesem Kapitel werden die für die Nutzer wesentlichen Informationen und zu beachtende Handhabung dargestellt.

Projekt TBA:

- Das Grundprinzip einer TBA ist zu erklären, damit die Rahmenbedingungen verständlich werden und die damit verbundenen Komfortvorteile im Winter, als auch im Sommer. Die Akzeptanz des Systems muss im Vorfeld erreicht werden.
- Die Bedienung des Raumthermostates ist zu erklären - Bedienungsanleitung ist zu übergeben.
- Mögliche Anpassungen des Temperaturbandes sind zu erläutern.
- Die Umschaltung am Raumthermostat auf Sommerbetrieb ist zu erklären.

- Ungeregelte Lüftungsvorgänge im Winter wie auch im Sommer sind zu vermeiden. Im Winter, um ein zu starkes Auskühlen der Räume zu verhindern. Im Sommer, um bei sehr hohen Temperaturen eine Überwärmung bzw. Kondensatbildung an der gekühlten Decke zu vermeiden.
- Deckenbohrungen sind generell zu verbieten, auch wenn diese bis 5 cm kein Problem sind.
- Die Nutzung des vorhandenen Sonnenschutzes ist zu erläutern um eine Überwärmung der Räume zu verhindern. Die TBA ist keine Klimaanlage.
- Ein Ansprechpartner für Wünsche und bei auftretenden Problemen ist namhaft zu machen.

Projekt FBH:

- Die Bedienung des Raumthermostates ist zu erklären - Bedienungsanleitung ist zu übergeben.

Projekt HK:

- Die Bedienung des Raumthermostates ist zu erklären - Bedienungsanleitung ist zu übergeben.
- Bei Thermostatköpfen sind die möglichen Einstellungen zu erklären - Bedienungsanleitung ist zu übergeben.
- Sollte Luft in das System gelangen, ist das händische Entlüften eines Heizkörpers zu erläutern.

Da die Funktionsweise einer Fußbodenheizung sowie eines Heizkörpers für die meisten Nutzer ein erlerntes System darstellt, sind hier wenige Informationen erforderlich. Entgegen bei der TBA ist eine entsprechende Aufklärung im Vorfeld erforderlich. Nach der ersten Heizperiode ist die Einholung von Rückmeldungen der Nutzer sicher erforderlich, um etwaige Nachjustierungen zu ermöglichen und Erfahrungen zu dokumentieren. Eventuell kann das Temperaturband bzw. die Kerntemperatur noch etwas angehoben werden, um größere Energiemengen zu speichern und somit auch längere Entleerungsphasen zu ermöglichen.

5.6 Kostenanalyse

In der Tabelle 19 werden die Kostenanteile der wesentlichen bau- und haustechnischen Anlagen dargestellt. Als Vergleichsbasis dient die jeweils beheizte Nutzfläche aus der Tabelle 4.

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
BWK ¹⁵ [€/m ²]	1.830,24	1.482,73	1.540,00
HLS ¹⁶ [€/m ²]	277,48	203,91	191,37
Heizungsinstallation [€/m ²]	83,96	96,16	91,84
Wärmeabgabesystem [€/m ²]	20,79	32,44	35,35
Erdsonden [€/m ²]	22,94	0,00	0,00
Betondecke [€/m ²]	80,71	72,05	82,77
Aufz. Deckenfühler [€/WE]	27,78	0,00	0,00
Aufz. Erschwernis TBA Installateur ¹⁷ [€/m ²]	3,21	0,00	0,00
Aufz. Erschwernis TBA Baufirma ¹⁸ [€/m ²]	3,71	0,00	0,00

Tabelle 19: Vergleich der Herstellkosten

Die Bauwerkskosten sind nur beschränkt vergleichbar, da beim Projekt TBA eine Teilunterkellerung mit einer Tiefgarage sowie eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung vorhanden ist. Die Architektur nimmt ebenso einen höheren Anspruch ein, insbesondere durch verschiebbare Sonnenschutzelemente an der Balkonfront. Dies wirkt sich sehr massiv bei den Kosten aus. Alle Preisangaben sind excl. Umsatzsteuer.

¹⁵ Aufgrund der Ausschreibungsergebnisse prognostizierten Bauwerkskosten nach ÖNORM B8110-1 Kostengruppe 2 - 4, geringe Unschärfe noch vorhanden.

¹⁶ Heizung/Lüftung/Sanitärinstallation

¹⁷ Aufzahlung für die Verlegung der Rohrleitung als TBA in der Decke (Basis €0,69/lfm Rohr)

¹⁸ Erschwernisse der Baufirma durch die TBA - pro m² Deckenfläche

5.7 Risikoanalyse

In der Risikoanalyse werden die wesentlichen Risikofaktoren bei der Installation sowie im Betrieb der Wärmeabgabesysteme dargestellt:

Projekt TBA:

- Die Akzeptanz durch den Nutzer - „neues“ Wärmeabgabesystem - wie wird es angenommen? Eventuelle Negativeinstellung - „das kann nicht funktionieren - Wärme steigt ja auf!“
- Das Nutzerverhalten und die Komfortbedürfnisse sind nicht genau vorhersehbar und daher ein Unsicherheitsfaktor.
- Ungeregelte Lüftungsvorgänge können zu einer starken Auskühlung führen - Nutzerhinweis ist erforderlich.
- Sehr träges Heizsystem - nur langsame Anpassung an Änderungswünsche.
- Beschädigung der Rohrleitungen in der Bauphase leicht möglich. Eine Dichtheitsprobe bis nach den Betonierarbeiten lassen jedoch Undichtheiten rasch aufscheinen und beheben.
- Bohrungen in die Decke können zu Beschädigung der Rohrleitungen führen und sind daher zu verhindern. Eine Begrenzung bis 5 cm Tiefe ist möglich, jedoch das Risiko bei einer falschen Anwendung zu hoch - wichtiger Nutzerhinweis!
- Behebung von Undichtigkeiten sind mit Eingriffen in die Tragkonstruktion verbunden.
- Eine Entlüftung der Rohrleitung muss möglich sein - am höchsten Punkt in der obersten Geschoßdecke. Es kann zu Problemen führen, wenn Luft in der Leitung nicht abgeführt werden kann.
- Undichtigkeiten in der Gebäudehülle müssen reduziert werden - Risikominimierung durch einen Blower-Door-Test.
- Höhere Kosten in der Planung.
- Hoher Planungs- und Koordinierungsbedarf - Verzögerungen im Bauablauf bei Vernachlässigung.
- Raumgrößenveränderung durch Sonderwünsche nur schwer umsetzbar - Zeit- und Kostenfaktor.

- Da es im mehrgeschossigen Wohnbau noch ein sehr „junges“ System ist, sind noch wenige Langzeiterfahrungen sowie Expertenaussagen vorhanden. Daher muss auf wenige Erfahrungen zurückgegriffen werden.

Projekt FBH:

- Bewährtes und akzeptiertes Wärmeabgabesystem.
- Dichtheitsproben in der Herstellphase lassen Undichtheiten rasch aufscheinen und beheben.
- Undichte Stellen im Rohrsystem sind mittels Leck-Ortung (Thermographie) relativ einfach zu lokalisieren. Eingriffe in die tragende Struktur sind nicht erforderlich. Lediglich lokale Bauteilöffnung ist erforderlich.
- Nicht für alle Bodenbeläge geeignet.

Projekt HK:

- Bewährtes und akzeptiertes Wärmeabgabesystem.
- Lokale Beschädigungen während der Bauzeit sind bis zum Aufbringen der Ausgleichsschüttung möglich.
- Undichte Stellen im Rohrsystem sind mittels Leck-Ortung (Thermographie) relativ einfach zu lokalisieren. Eingriffe in die tragende Struktur sind nicht erforderlich. Lediglich lokale Bauteilöffnung ist erforderlich.

5.8 CO₂ - Vergleich

Im abschließenden Vergleich werden die ausgewiesenen CO₂-Werte aus der Energiebedarfsberechnung verglichen, da hier die Berechnungsmethode bei allen drei Projekten gleich angesetzt wurde. Es werden die CO₂-Emissionen für den Betrieb des Gebäudes dargestellt. In den Werten für die Energieträger sind auch die vorgelagerten Prozesse der Rohstoffgewinnung, Umwandlung, Verteilung und Speicherung enthalten. Für die Berechnung des CO₂-Wertes wird der Endenergiebedarf mit einem vorgegebenen CO₂-Faktor des verwendeten Energieträgers multipliziert.

Diese CO₂ Äquivalentwerte werden vom Umweltbundesamt¹⁹ (Basis GEMIS²⁰ 4.9) veröffentlicht.

Projekt TBA: Stromaufbringung Österreich	276 g/kWh
Projekt FBH: Erdgas	236 g/kWh
Projekt HK: Erdgas	236 g/kWh

	Projekt TBA	Projekt FBH	Projekt HK
CO ₂ [kg/m ² a]	9,23	17,75	12,4

Tabelle 20: Vergleich CO₂ - Werte aus dem Energieausweis

¹⁹ <http://www5.umweltbundesamt.at/emas/co2mon/co2mon.html>

²⁰ Globales Emissions Modell Integrierter Systeme

5.9 Expertenanalyse

In der Tabelle 21 erfolgt die Auswertung der Antworten der Experten aus den Inhalten der Fragebögen (siehe Anhang 7).

	Architekt		Haustechnikplaner		Installateur		Bauunternehmer	
Anzahl der ausgesendeten Fragebögen	10		9		9		8	
Anzahl der retournierten Fragebögen	8		7		7		6	
TBA ist Ihnen ein Begriff?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	8	-	7	-	7	-	6	-
TBA ist ein energieeffizientes, innovatives System?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	8	-	7	-	5	1	5	-
Eine TBA wurde bei einem eigenen Projekt umgesetzt?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	2	6	7	-	7	-	3	3
Eine TBA wurde bei einem eigenen Wohnbauprojekt umgesetzt?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	1	7	5	2	-	7	-	5
Anzahl der Wohneinheiten	54		559		0		0	
Eine TBA ist für den großvolumigen Wohnbau geeignet?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	6	1	5	1	5	1	3	3
TBA wirkt positiv auf den Komfort im Raum?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	7	-	7	-	4	2	5	-
Eine TBA hat Mehrkosten zur Folge?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	3	2	4	3	5	-	3	2
Ist eine Weiterbildung zum Thema TBA gewünscht?	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN	JA	NEIN
	8	-	6	1	5	2	4	2

Tabelle 21: Auswertung Expertenbefragung

Es hat auch einige nicht beantwortete Fragen gegeben, daher stimmen die Einzelsummen nicht mit der Gesamtsumme zusammen!

6 Diskussion

Aus den Ergebnissen der Gebäudehülle ist erkennbar, dass die U-Werte der Vergleichsprojekte ohne TBA großteils kleiner sind, als die des Projektes mit TBA. Auch die gemäß OIB Richtlinie 6, als Grundlage der Bauordnung für Niederösterreich geregelten Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile werden bei allen Projekten klar erreicht und teilweise sehr deutlich unterschritten. Daraus lässt sich ableiten, dass die Qualität der Gebäudehülle im geförderten Wohnbau, aufgrund der Vorgaben der Wohnbauförderung, bereits ein hohes Niveau erreicht hat. Der Passivhausstandard ist jedoch nicht erreicht. Die Wahl der Qualität der Gebäudehülle, sprich der gewählten U-Werte, wurde durch den Architekten in Abstimmung mit der Haustechnikplanung aus den Mindestanforderungen für die Umsetzung einer TBA und den vorhandenen Kostenobergrenzen der NÖ Wohnbauförderung getroffen. Es wäre zu überprüfen, welche Auswirkungen eine Optimierung der Gebäudehülle in Richtung Passivhausstandard bringen würden, speziell im Hinblick auf die Auslegung der Heizflächen. Wobei eine Reduzierung der Heizflächen auch eine Reduzierung der Kühlfläche bedeutet und somit auch die Kühlleistung im Sommer.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen werden sich in dieser Hinsicht in den nächsten Jahren verändern müssen, um die nationalen Zielvorgaben zur Energieeinsparung und CO₂ Reduzierung erreichen zu können. Damit werden sich die Gebäude immer schneller in Richtung Passivhaus bewegen und die Möglichkeit für den Einsatz einer TBA ist dann in der entsprechenden Bauweise vielleicht immer möglich!

Ob beim Einsatz einer TBA in Wohngebäuden auch ein Rückschluss auf eine mögliche Energieeinsparung geschlossen werden kann, wurde in einem persönlichen Gespräch mit Hrn. Prof. Kreč (2018) mitgeteilt:

„Die Wärmeverluste eines Raumes sind abhängig von der Raumlufttemperatur. Da bei einer Flächenheizung die Wärmeübertragung großteils über Strahlung erfolgt und das Empfinden des Menschen der Austausch von Strahlungstemperatur ist, kann sich ein angenehmes

Empfinden bereits bei geringer Raumlufttemperatur einstellen. Im Vergleich zu einer Konvektionsheizung kann daher von einem geringeren Energieverbrauch bei gleicher Gebäudequalität ausgegangen werden.“

Der Heizwärmebedarf beim Projekt TBA setzt sich, trotz der vergleichbaren U-Werte, deutlich von den anderen Projekten ab. Dies ist auf den Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung zurückzuführen. Beim Projekt FBH und Projekt HK wurde diese in der Planung nicht berücksichtigt, daher werden in der Berechnung höhere Lüftungswärmeverluste angesetzt. Jedoch können die Kosten der Hautechnik dadurch erheblich gesenkt werden.

Bei der Wahl der Rohrleitungen wird auf Standardprodukte in den entsprechenden Durchmessern zurückgegriffen. Da beim Projekt TBA die Rohrleitungen in der Einbauphase höheren Beanspruchungen ausgesetzt sind, ist die Empfehlung, robustere Rohre zu verwenden und die minimalen Mehrkosten in Kauf zu nehmen, gerechtfertigt.

Der gewählte Rohrabstand wurde aus den Erfahrungswerten des Haustechnikplaners festgelegt. Eine Berechnung, wie in der Literatur angeführt, erfolgte nicht. Eine Änderung des Rohrabstandes hat einerseits Einfluss auf die Wärmeabgabe- und Aufnahmeleistung, andererseits auf die Herstellkosten. Der Rohrabstand der TBA könnte für jeden Raum differenziert betrachtet werden und entsprechend der Erfordernisse ausgelegt werden. Aufgrund einer möglichen Flexibilität bei der Grundrissgestaltung wird dieser gleichmäßig beibehalten. Optimierungen sind in diesem Bereich sicher noch möglich.

Die Deckenstärken spielen im Vergleich zu der Lage der Rohrleitungen in der Decke eine kleinere Rolle, daher werden diese eher vom statischen Konzept festgelegt. Eine Erhöhung der Deckenstärke hat eine Vergrößerung der Speichermasse zur Folge, jedoch auch direkte Auswirkung auf die Herstellkosten. Die Lage der Rohrleitungen innerhalb der Decke ist jedoch wesentlich. Diese ist so festzulegen, dass eine praktikable Montage möglich ist, jedoch die Wärmeabgabeleistung nicht zu sehr einschränkt.

Im Zuge der Auslegung des Heizregisters mit der Festlegung des Verlegeabstandes, ist die festzulegende Heizmitteltemperatur von entscheidender Bedeutung. Es wäre zu untersuchen, inwieweit ein engerer Verlegeabstand auch eine Reduzierung der Heizmitteltemperatur ermöglicht und damit einen effizienteren Betrieb der Wärmepumpe.

Eine große Herausforderung bei der Umsetzung einer TBA ist eine umfassende und detaillierte Planung mit allen beteiligten Fachplanern. Integrale Planung steht hier im Vordergrund. Essentieller Bestandteil der Projektierungsphase ist den Schnittstellen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, um im Bauablauf keine Verzögerungen zu verursachen.

In der Bauausführung sind diese Schnittstellen besonders zu beachten. Ein genauer Bauablaufplan sowie die Koordination unter den Gewerken sind von entscheidender Bedeutung. Die Rücksichtnahme der Gewerke auf das andere Gewerk (z.B.: Verlegung der oberen Bewehrungslage, bzw. der Abstandhalter - Beschädigung der Rohrleitungen möglich) ist durch vorzeitige Aufklärung der Bauarbeiter zu ermöglichen. Aus den Expertenfragebögen sind Beschädigungen der Rohrleitungen in der Bauphase das größte Risiko. Ein rasches Aufzeigen von festgestellten oder verursachten Schäden ohne Vertuschen, muss mit den Arbeitern abgestimmt werden. Eine fachgerechte Behebung von festgestellten Schäden an der Rohrleitung samt deren Dokumentation, ist ein Teil der Qualitätssicherung. Ebenso sind Folgegewerke aufzuklären, damit keine Bohrungen an bzw. durch die Decke erfolgen, wodurch es zu Beschädigungen an der TBA kommen kann. Die örtliche Bauaufsicht ist in der Bauphase zwischen der Verlegung der TBA bis zum Betonieren besonders gefordert. Eine genaue Qualitätssicherung ist dabei erforderlich.

Aus dem Ergebnis der Kostenanalyse ist erkennbar, dass die TBA das kostengünstigste Wärmeabgabesystem ist. Lediglich die Kosten für die Wärmepumpe und den Tiefensonden schlagen sich negativ auf das gesamte Heizsystems nieder. Im Vergleich zu den anderen Systemen sind dadurch

Mehrkosten von ca. €10.-/m² bzw. ca. €15.-/m² gegeben. Dazu ist jedoch anzumerken, dass mit einer TBA in Kombination mit der Wärmepumpe und Tiefensonden, eine aktive und im speziellen eine passive Kühlmöglichkeit gegeben ist. Stellt man diesen Kosten auch eine maschinelle Kühlung entgegen, kann auch hier von einem kostengünstigeren System ausgegangen werden.

Für einen geregelten Betrieb einer TBA wird die Installation einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung angeraten. Da diese beim Projekt TBA auch umgesetzt wird, schlägt sich diese ebenso deutlich auf die Baukosten nieder. Die Wohnraumlüftung soll unkontrollierte Lüftungswärmeverluste vermeiden, was sich auch auf die Wirkungsweise der TBA auswirken kann. Der Ansatz, die Wohnraumlüftung bei einer entsprechenden Qualität der Gebäudehülle entfallen lassen zu können, wäre in der Praxis zu überprüfen. Ein Einsparungspotential an den Baukosten ist in diesem Bereich sicher gegeben. Deutliche Mehrkosten sind in der Planung vorhanden, die ebenfalls zu berücksichtigen sind. Die Energiekosten werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, da diesbezüglich zu wenige Erfahrungswerte im Bereich der TBA in Kombination mit Tiefensonden und Windkraftüberschussenergie vorhanden sind. Die Ergebnisse der Datenauswertungen in den ersten Jahren des Betriebes sind dafür noch abzuwarten.

Wie aus der Expertenbefragung erkennbar, ist die Mehrzahl an Personen der Meinung, dass eine TBA mit Mehrkosten verbunden ist, jedoch zum Teil keine Größenordnung nennen können. Ein weiterer Teil kann gar keine Aussage darüber treffen. Trotz des innovativen Systems, ist der Kostenfaktor für eine Umsetzung ein entscheidender. In der heutigen Zeit, in der leistbares Wohnen im Vordergrund steht, müssen Anreize für die Umsetzung gegeben werden. Am Beispiel von NÖ wird dargestellt (s. Abbildung 45), wie für eine optimierte Gebäudehülle, bzw. bei Erreichen des Passivhausstandards, eine Zusatzförderung zur Teilabfederung von Mehrkosten herangezogen wird.

OPTIMIERTE GEBÄUDEHÜLLE	Punkte
Herstellung einer energetisch optimierten Gebäudehülle $HWB_{Ref,RK} \leq 13 \times (1 + 3/lc)$	5
PASSIVHAUS	Punkte
Herstellung einer energetisch optimierten Gebäudehülle $HWBR_{ef,RK} \leq 13 \times (1 + 3/lc)$	10

Abbildung 45: Zusatzförderpunkte der NÖ Wohnbauförderung

(Quelle: NÖ Wohnungsförderungsrichtlinie 2011, in der Fassung der 11. Änderung, 2017, S.38.)

In dieser oder ähnlichen Form könnte eine Zusatzförderung für nachhaltige Systeme, wie eine TBA, die mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien betrieben werden, gestaltet werden. In Wien wurde bereits darauf reagiert und in der 32. Verordnung zur Neubauverordnung 2007 folgende Ergänzung angeführt: „(...) Weiters kann für tatsächlich angefallene Baukosten anlässlich der Errichtung eines nicht an die Fernwärme anschließbaren Bauvorhabens bei überwiegender Abdeckung des Gesamtwärmebedarfs durch erneuerbare Energieträger ein nicht rückzahlbarer Zuschuss in Höhe bis zu 50 EUR pro Quadratmeter Nutzfläche gewährt werden“ (Wiener Landesregierung 2018, 6).

Es ist davon auszugehen, dass ein Anspruch auf eine Zusatzförderung bei einer TBA in Verbindung mit Überschussstrom aus Windenergie gegeben ist.

Die Risikoanalyse zeigt sehr deutlich, dass man bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zu den herkömmlichen Systemen mit einigen Herausforderungen konfrontiert wird. Diese gehören im Vorfeld beachtet und entsprechend minimiert.

Die CO₂-Analyse berücksichtigt lediglich die Daten aus der Wärmebedarfsberechnung, jedoch nicht aus tatsächlichen Verbrauchsdaten. Beim Projekt TBA wird noch außer Acht gelassen, dass durch die direkte Verbindung mit dem Energieversorger (Windparkregelung), ein hoher Anteil des benötigten Stromes der Wärmepumpe aus einer nahezu CO₂-neutraler Erzeugung stammt. Da es über den möglichen, nutzbaren Anteil an Überschussenergie noch keine Daten aus großvolumigen Vergleichsprojekten gibt, kann man hier lediglich Abschätzungen treffen.

Aus bereits ausgewerteten Monitoringdaten eines Einfamilienhauses mit TBA in Verbindung mit einem Windpark, konnten im Winter 2016/2017 ca. 70 % und im Winter 2017/2018 ca. 90 % der benötigten, elektrischen Energie der Wärmepumpe, die für die Heizenergie aufgewendet wurde, durch Überschussenergie bereitgestellt werden. Die Kerntemperatur wurde mit max. 26 °C festgelegt und das Temperaturband der Raumtemperatur von 22 - 24 °C. (Spaun 2018b, 3 f)

Bei der Auswertung der Expertenfragebögen hat sich klar gezeigt, dass eine TBA für alle Experten ein Begriff ist, und somit ein unter Fachleuten bekanntes Wärmeabgabesystem. Es überrascht eigentlich nicht, dass bereits alle Haustechnikplaner und Installateure an der Umsetzung einer TBA beteiligt waren, was für das System spricht. In der Planung wurden bereits Wohnbauprojekte mit insgesamt 559 Wohnungen umgesetzt. Diese hohe Anzahl ist überraschend.

Die positive Auswirkung einer TBA auf den Komfort wurde bei nahezu allen Experten mit „JA“ beantwortet. Heizen und Kühlen steht bei vielen auch als größter Vorteil des Systems.

Bei der Frage zu den Mehrkosten einer TBA im Vergleich zu einer Fußbodenheizung sind die unterschiedlichsten Standpunkte festzustellen. Obwohl eine Vielzahl an Experten an der Umsetzung bereits beteiligt waren, konnten kein klarer Trend erkannt werden. Es wurden zwar mehr Stimmen für Mehrkosten abgegeben, jedoch gab es auch viele Stimmenthaltungen. Dies dürfte auf vorherrschende Unsicherheiten zurückzuführen sein.

Als Nachteil sowie Problemstelle der TBA wurde die Trägheit des Systems im Betrieb sowie möglichen Beschädigungen in der Bauphase unter den Experten genannt. Die Klärung der Schnittstellen und Abstimmung unter den Gewerken sehen viele als essentielles Erfordernis. Ebenso die Aufklärung des Bauherrn und des Nutzers über die Eigenschaften und Wirkungsweise einer TBA.

An Weiterbildung und Informationen zum Thema TBA sind nahezu alle Experten interessiert. Dies lässt auf hohes Interesse und weiteres Potential in der Umsetzung schließen.

7 Conclusio

Eine TBA stellt ein in der Ausführungsart und Regelung relativ einfaches Haustechniksystem dar. Unter Beachtung aller Randbedingungen ist es auch ein kostengünstiges Haustechniksystem. Der hohe Komfort, speziell im Sommer, ist ein für die Zukunft entscheidender Faktor. Aufgrund der neuen Arbeitsabläufe sind entsprechende Maßnahmen in der Planung und Bauabwicklung erforderlich. Kommunikation zwischen den Gewerken und eine ordentliche Koordination der Bauleitung durch genaue Bauablaufpläne, sind für einen reibungslosen Ablauf entscheidend. Das Risiko einer Beschädigung an den Rohrleitungen ist entgegen den anderen Systemen höher einzustufen und bedarf einer größeren Beachtung.

Ein wesentliches Erfordernis für einen reibungslosen Betrieb der TBA, stellt die Aufklärung und Betreuung der Bauherren bzw. der Nutzer dar. Das Verständnis über die Funktion des Systems muss bei allen Beteiligten gegeben sein. Die Vor- und Nachteile zu den gewohnten Systemen der Heizkörper-, und Fußbodenheizung, müssen offen dargelegt werden. Nur dann kann eine Akzeptanz möglich werden. Spontan gewünschte Anpassungen von Raumtemperaturen sind aufgrund des trägen Systems nicht möglich, jedoch sollte dies auch nicht erforderlich sein. Eine Anlaufstelle für Fragen und Probleme im Betrieb ist sicher von Vorteil.

7.1 Strategie

Damit sich eine neue, innovative Technologie verbreiten lässt, sind einfache und verständliche Lösungen erforderlich. Anhand der dargestellten Ergebnisse wurde eine Art Checkliste erstellt, die es einem Bauherrn, Projektentwickler oder Planer leichter machen soll, Kriterien zu identifizieren um bei einem Wohnbauprojekt eine TBA umsetzen zu können. Es sind in der Planung dennoch entsprechende Fachplaner mit den notwendigen Berechnungen und Auslegungen erforderlich. Diese Checkliste dient lediglich zur Annäherung und Abschätzung.

„Checkliste“ für die Umsetzung eines Gebäudes mit thermischer Bauteilaktivierung:

1. Gebäude in Massivbauweise - zumindest Betondecken
2. optimierte Gebäudehülle mit einer Heizlast von $< 25 \text{ W/m}^2 \text{ NGF}$ (nach PHPP)
3. luftdichte Gebäudehülle $\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$ bei 50 Pa
4. kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung
5. bei Außenwänden mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von $U_{aw} \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ und Passivhausfenster kann eine Lüftungsanlage entfallen
6. auf einen effektiven Sonnenschutz, speziell bei großen, exponierten Fensterflächen ist zu achten
7. möglichst keine Deckenverkleidungen (z.B.: abgehängte Decken)
8. frühzeitige Entscheidung für eine TBA - integrale Planung erforderlich
9. Haustechnikplaner mit Know-how im Umgang mit einer TBA
10. Verwendung von Umweltenergien in Verbindung mit einer Wärmepumpe
11. Bauherr und Nutzer müssen mit dem System vertraut gemacht werden und über die träge Funktionsweise informiert werden (Einschulung / Information der Nutzer)

In der Nutzungsphase muss es zu regelmäßigen Evaluierungen der Regelung der TBA kommen. Mittels persönlicher Befragungen sind die Erfahrungen der Nutzer zu erfassen, erforderliche Anpassungen durchzuführen und die Potentiale einer TBA auszuloten. Es ist zu prüfen, in welchen Temperaturbändern man sich bei den unterschiedlichen Nutzern bewegen kann. Ist die aus der Literatur für den thermischen Komfort ergebende Oberflächentemperatur der Decke von $26 \text{ }^\circ\text{C}$ wirklich das Maximum? Wie wirkt sich eine Anhebung auf den thermischen Komfort aus? Wie weit kann dadurch das System weiter optimiert werden?

7.2 Ausblick

Das in dieser Arbeit dargestellte und bereits in der Ausführung befindliche Wohnhausprojekt mit dem Wärmeabgabesystem einer TBA in den Geschoßdecken, ist eines der ersten Wohnhausprojekte im Osten Österreichs und daher für eine Vielzahl an Interessensgruppen interessant. Es wurden bereits Gebäude mit dieser Technik gebaut, jedoch fehlen zu den theoretischen Berichten, Echtdateien aus den Gebäuden im Betrieb.

Es werden bei diesem Projekt eine Vielzahl an Sensoren verbaut, die Betriebsdaten in der Nutzung liefern sollen. Mittels gezielter Datenauswertung soll eine wissenschaftliche Analyse der in den theoretischen Ansätzen dargestellten Wirkungs- und Funktionsweise erfolgen.

Das Verhalten des Gebäudes wird über einen längeren Zeitraum beobachtet und dokumentiert:

- Nutzerzufriedenheit / thermischer Komfort über das ganze Jahr
- Wie wirkt sich das Nutzerverhalten auf den Energieverbrauch aus?
- Daten zu den Vorgängen in einer thermisch aktivierten Decke - Vergleich mit Rechenmodellen bzw. Simulationen. Folgende Datensätze werden erfasst:
 - Raumtemperatur
 - Kerntemperatur der Decke
 - Oberflächentemperatur inkl. Wärmestromdichtemessung an der Decke
 - Durchfluss (Massenstrom)
 - Temperaturfühler in regelmäßigen Abständen an der Rohrleitung
 - Vorlauftemperatur
 - Rücklauftemperatur
 - Wärmemenge und Kältemenge
 - Außentemperatur
 - Soletemperatur der Erdsonden
- Energieverbrauchsdaten - Heizung bzw. Warmwasser
- Windenergieeinsatzdaten / Stromverbrauch für Heizung bzw. Warmwasser
- Temperaturfühler im Estrich um den Einfluss der Decke zu erkennen

Durch diese Datenerhebung und Auswertung sollen die beschriebenen Vorteile erst klarer sichtbar und darstellbar werden.

In einem parallellaufenden Forschungsprojekt der Universität für Bodenkultur Wien, wird eine wettervorhersagebasierte Regelungsstrategie entwickelt, wodurch eine Optimierung des Heiz- und Kühlbedarfs eines Zweifamilienhauses mit TBA erreicht werden soll. Durch eine Kooperation beider Forschungsprojekte, werden die erhobenen Daten der Universität für Bodenkultur Wien zur Verfügung gestellt, um als Vergleichsrechnung zu dienen und daraus auch eine weitere Modellerstellung für den großvolumigen Wohnbau. Es wäre damit zu erforschen, ob die bereits durch den Selbstregelungseffekt vorhandenen Vorteile mittels prädiktive Regelung noch weiter optimiert werden können.

Eine breite Umsetzung der TBA im Wohnbau wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen, da wie bei vielen „neuen“ Technologien, die höhere Investitionskosten (Planung, Koordination und auch Herstellung) abschrecken. Ebenso fehlen langfristigen Erfahrungswerte, um die Auswirkungen auf die Nutzer und deren Umgang mit dem System besser abschätzen zu können. Die größten Vorteile, wie Low Tech, hoher Komfort im Sommer als auch im Winter, Energiespeicher Beton, max. Ausnutzung regenerativer Energien, etc. sollte für die Entscheidung im Vordergrund stehen. Weitere Optimierungsmaßnahmen des Systems können erst nach dem vorliegenden von dokumentierten Betriebsergebnissen sowie der wissenschaftlichen Datenauswertung aus dem Monitoring verifiziert werden. Weitere Rechenmodelle und Simulationsprogramme können sich aus diesen Erkenntnissen entwickeln.

Das System steckt in der Umsetzung noch in den Kinderschuhen. Das Potential ist jedoch enorm. Die Möglichkeit der Energiespeicherung ermöglicht eine optimale Anpassung an die voranzutreibende Energieerzeugung erneuerbarer Energien aus Wind und solarer Energie. Ein Entwicklungsszenario der Stromerzeugung aus Wind und PV auf dem Weg zur Energiewende bis zum Jahr 2030 ist in der Abbildung 46 dargestellt.

Die Herausforderung steigt – Österreich am Weg zu 100 % Erneuerbaren

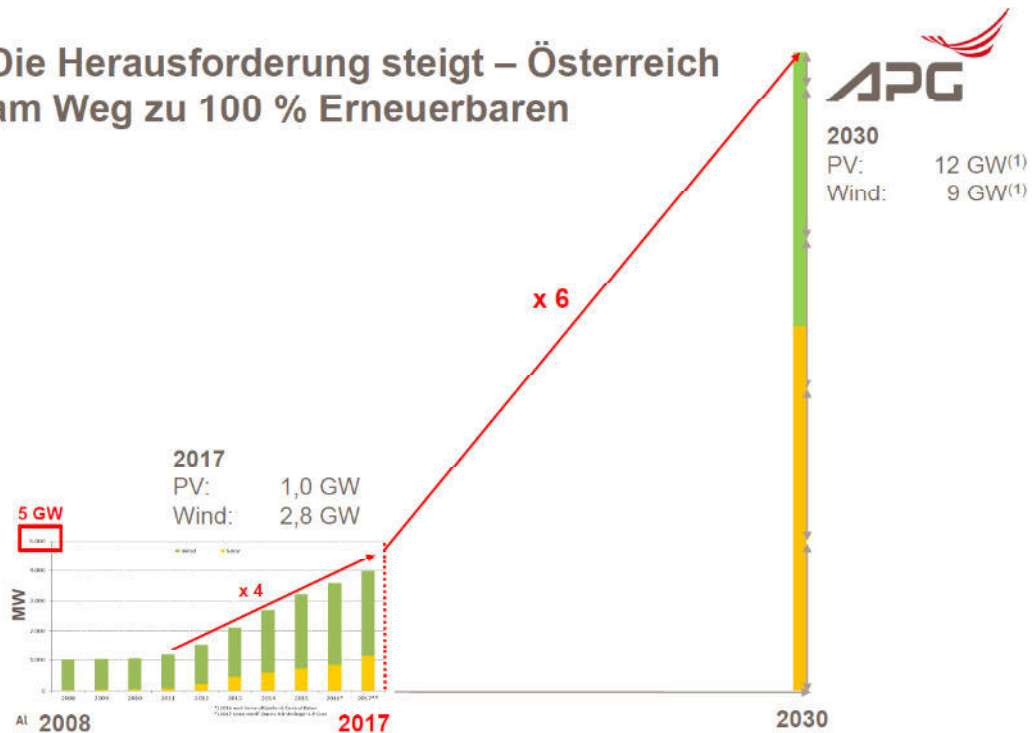


Abbildung 46: Entwicklungsszenario zur Energiewende bis 2030

(Quelle: Die zentrale Rolle der Übertragungsnetze beim Umbau des Energiesystems, Christiner, 2018, S.12.)

Das Entwicklungsszenario der gesamten alternativen Stromerzeugung im Jahr 2030 und die damit verbundenen, unregelmäßigen Lieferspitzen ist, wie auch ein prognostizierter Verbrauch, in der Abbildung 47 dargestellt. Die dargestellten Überdeckungsspitzen sollten auch entsprechend einer Verwendung zugeführt werden.

Dafür werden entsprechende Speicher erforderlich. Unsere Wohngebäude könnten ein Teil davon sein.

Lastdeckung morgen - Sommer 2030 30 tägige Periode

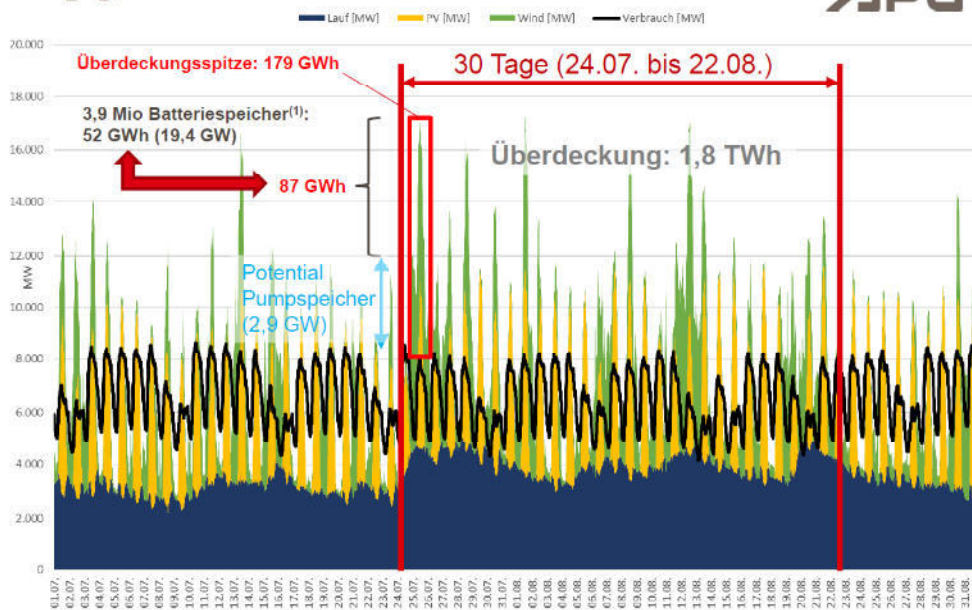


Abbildung 47: Entwicklungsszenario mit der Lastdeckung im Jahr 2030

(Quelle: Die zentrale Rolle der Übertragungsnetze beim Umbau des Energiesystems, Christiner, 2018, S.15.)

Windkraft ist nur teilweise vorhersehbar. Für Energieversorger sind die Prognosedaten wesentliche Kriterien für Stromeinkaufs- und verkaufszahlen. Bei einer Stromspeichermöglichkeit in Gebäuden, können kurzfristige Überschüsse so zwischengespeichert werden und somit auch besser kalkuliert werden. Wie dies ökonomisch in Zukunft beim Endverbraucher messbar dargestellt werden kann, ist eine zu lösende Aufgabe für die Netzbetreiber. Noch stehen der ökologische Gedanke sowie die Netzentlastung im Vordergrund.

Potentiale:

Netzflexibler Wohnbau als Energiespeicher für Windstrom-Spitzenlasten im öffentlichen Stromnetz.

Eine TBA ist zukunftsorientiert und ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zur Energiewende sowie ein erforderlicher Schritt zur Klimawandelanpassung.

8 Besichtigte Referenzobjekte

In 5061 Elsbethen, Austraße, wurden von einem privaten Bauträger 10 WE mit einer TBA zum Heizen und Kühlen errichtet. Das Gebäude ist seit 3 Jahren in Betrieb und zeigt eine hohe Nutzerzufriedenheit und geringe Energiekosten (Spaun u. a. 2015, 12 ff).

In Wien 22, Mühlgrundgasse/Fahngasse wird von der Gemeinnützigen Bau-, Wohn- und Siedlungsgen.m.b.H. Neues Leben in Kooperation mit einem Immobilienentwickler eine Wohnhausanlage mit rd. 155 Wohnungen errichtet. Das Projekt befindet sich in der Rohbauphase.

Literaturverzeichnis

- Adam, Dietmar. 2010. „Innovative Systeme der Erdwärmenutzung - regenerative Energie aus dem Untergrund“. Expertenforum Beton 2010 „Energiespeicher Beton“. St. Pölten: Zement+Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H.
http://www.zement.at/downloads/innovative_systeme_erdwaermenutzung.pdf - abgerufen am 11. Mai 2018
- Anderl, Michael, Johannes Burgstaller, Michael Gössl, Simone Haider, Christian Heller, Nikolaus Ibesich, Verena Kuschel, u. a. 2017. „Klimaschutzbericht 2017“. REP-0622. Wien: Umweltbundesamt GmbH.
- Biermayr, Peter, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, K. Leonhartsberger, Florian Maringer, Stefan Moidl, u. a. 2018. „Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2017“. 6/2016. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik.
<https://www.pvaustria.at/wp-content/uploads/marktstatistik-2017-endbericht.pdf> - abgerufen am 12. Mai 2018
- Bundeskanzleramt. 2011. *Klimaschutzgesetz - KSG*.
https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2011_I_106/BGBLA_2011_I_106.pdf - abgerufen am 25. Februar 2018
- Bundeskanzleramt. 2014. *Energieeffizienzpaket des Bundes*.
https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2014_I_72/BGBLA_2014_I_72.pdf - abgerufen am 17. Mai 2018
- Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend. 2010. „Mehr Erneuerbare Energien - 34% Ziel nach Brüssel gemeldet“. Pressekonferenz.
<https://www.bmdw.gv.at/Ministerium/Staatspreise/Documents/PK-Unterlage%20NAP%20Erneuerbare%20Energien.pdf> - abgerufen am 17. Mai 2018
- Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft. 2016. „Energiestatus 2016“. Wien: Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.
<https://www.bmnt.gv.at/service/publikationen/energie/energiestatus-oesterreich-2016.html> - abgerufen am 03. Juni 2018
- Christiner, Gerhard. 2018. „Die zentrale Rolle der Übertragungsnetze beim Umbau des Energiesystems“. Wien: Austrian Power Grid AG.
- Czerny, Margarete In: GBV/ÖMB/MVÖ. 2012. *Gemeinnützige Wohnungswirtschaft im Wandel*. Wien: Fair Wohnen - Wohnmanagement GmbH.

- effidur. 2018. „Vertikale Temperaturverteilung“.
https://www.effidur.de/images/produkte/systeme/thermische_behaglichkeit_de.jpg - abgerufen am 28. Juli 2018
- Europäisches Parlament. 2009. *RICHTLINIE 2009/28/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG.*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=celex:32009L0028&from=DE> - abgerufen am 18. Februar 2018
- Europäisches Parlament. 2010. *RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19.05.2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung).*
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF> - abgerufen am 25. Februar 2018
- Europäisches Parlament. 2012. *RICHTLINIE 2012/27/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG.*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=DE> - abgerufen am 25. Februar 2018
- Frank, Walther. 1975. *Raumklima und thermische Behaglichkeit*. Berlin: Ernst.
- Friembichler, Felix, Simon Handler, Klaus Kreč, und Harald Kuster. 2016. „Energiespeicher Beton - Thermische Bauteilaktivierung“. Planungsleitfaden. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik.
- Gemeinnützige Bauvereinigung. 2016. „GBV-Jahresstatistik 2016“.
<https://www.gbv.at/Document/View/4662> - abgerufen am 22. Februar 2018
- Giel, Thomas. 2016. *Handbuch Betonkernaktivierung: Planung, Bau, Betrieb*. edition beton. Erkrath: Bau+Technik.
- Holzer, Peter, und Ingenieurbüro IPJ. 2013. „Aktive Speichermassenbewirtschaftung von Bauteilen aus Beton“. Zemen+Beton Werbeges.m.b.H.
- Kreč, Klaus. 2016. „Energiespeicher Beton“. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik.
<http://www.nachhaltiges-bauen.jetzt/wp-content/uploads/2016/04/Energiespeicher-Beton.pdf> - abgerufen am 02. Februar 2018
- Lechner, Robert, Bernhard Lipp, Beate Lubitz-Prohaska, Tobias Steiner, und Ulrike Weber. 2014. *Nachhaltige Bauen in Österreich*. Wien: Österreichisches Ökologie-Institut.

- Neue Heimat Tirol. 2007. „Pressemitteilung - Größtes Passivhaus Österreichs“. Pressemitteilung.
<http://www.neueheimattirool.at/extras/aktuelles/details/91/groesstes+passivhaus+oesterreichs.aspx> - abgerufen am 24. Februar 2018
- NÖ Landesregierung. 2017. „NÖ Wohnungsförderungsrichtlinie 2011“. http://www.noe.gv.at/noe/Wohnen-Leben/NOE_Wohnungsfoerederungsrichtlinien_Aktuell.pdf - abgerufen am 29. April 2018
- OECD, Hrsg. 2012. *Energy*. OECD Green Growth Studies. Paris: OECD.
- Österreichisches Institut für Bautechnik. 2015a. „Erläuternde Bemerkungen OIB-RL 6“. Österreichisches Institut für Bautechnik.
https://www.oib.or.at/sites/default/files/erlaeuternde_bemerkungen_richtlinie_6_26.03.15.pdf - abgerufen am 23. April 2018
- Österreichisches Institut für Bautechnik. 2015b. „OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz“. Österreichisches Institut für Bautechnik.
https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_6_26.03.15.pdf - abgerufen am 18. Februar 2018
- Österreichisches Normungsinstitut. 2005. „ÖNORM EN ISO 7730 Ergonomie der thermischen Umgebung–Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730: 2005)“. Österreichisches Normungsinstitut.
- Spaun, Sebastian. 2018a. „Heating, Cooling and Storing Energy with Concrete“. Oslo.
- Spaun, Sebastian. 2018b. „Concrete Buildings as Micro Energy Hubs Delivering Climate Friendly Solutions“. Oslo.
- Spaun, Sebastian, Frank Huber, Brigitte Simma, und Cathérine Stuzka. 2015. „Energiespeicher Beton“, 2015.
- Statistik Austria. 2017a. „Pressemitteilung“. Pressemitteilung 11.666-226/17.
https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/index.html - abgerufen am 18. Februar 2018
- Statistik Austria. 2017b. „Energiedaten Österreich 2016“. Wien: Statistik Austria.
https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html - abgerufen am 17. Februar 2018
- Statistik Austria. 2018. „Energiebilanz 2016 - Erneuerbare Energieträger“. <https://www.statistik.at/wcm/idc/groups/mi/documents/webobj/mdaw/mte1/~edisp/115270.jpg> - abgerufen am 28. Juli 2018

- Streicher, Wolfgang, Richard Heimrath, Thomas Mach, Robert Kouba, Karin Schweyer, Alexander Thür, Dagmar Jaehnig, Irene Bergmann, Harald Rohrer, und Jürgen Suschek-Berger. 2004. *Benutzerfreundliche Heizungssysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser*. Graz: Bundesmin. für Verkehr, Innovation und Technologie Graz.
https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/endbericht_streicher_id1733.pdf - abgerufen am 18. März 2018
- UN Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. 1987. „Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future“.
<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> - abgerufen am 22. Februar 2018
- Wiener Landesregierung. 2018. *Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der die Neubauverordnung 2007 geändert wird*.
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/LrW/20000087/WWFSG%201989%2c%20Fassung%20vom%2002.08.2018.pdf> - abgerufen am 01. Juli 2018
- Zechner Wilhelm In: GBV/ÖMB/MVÖ. 2012. *Gemeinnützige Wohnungswirtschaft im Wandel*. Wien: Fair Wohnen - Wohnmanagement GmbH.
- Zement+Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H. 2014. *Wissensbasis Energiespeicher Beton*. 2. Aufl. Wien: Zement+Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H.

Abkürzungsverzeichnis

- A/V Oberfläche zu Volumen Verhältnis
- bzw. beziehungsweise
- BWK Bauwerkskosten
- ca. circa
- CO₂ Kohlendioxid
- EEB Endenergiebedarf
- etc. et cetera
- EU Europäische Union
- FBH Fußbodenheizung
- f_{GEE} Gesamtenergieeffizienzfaktor
- g Gramm
- GWh Gigawattstunden
- h Stunden
- HK Heizkörper
- HLS Heizung-Lüftung-Sanitär
- HWB Heizwärmebedarf
- HWB_{RK} Heizwärmebedarf Referenzklima
- HWB_{SK} Heizwärmebedarf Standortklima
- K Kelvin
- kWh Kilowattstunden
- KWRLW kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung
- m Meter
- max. maximale
- NGF Nettogeschoßfläche
- NÖ Niederösterreich
- Pa Pascal
- PEB Primärenergiebedarf
- PJ Petajoule
- PMV Predicted mean vote

- PPD Predicted percentage of dissatisfied
- PHPP Passivhausprojektierungspaket
- PV Photovoltaik
- S. Seite
- Stk. Stück
- TBA Thermische Bauteilaktivierung
- U-Wert Wärmedurchgangskoeffizient
- Ust. Umsatzsteuer
- W Watt
- WE Wohneinheiten
- Wh Wattstunden
- WNF Wohnnutzfläche
- z.B. zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bruttoinlandsverbrauch Energie 2005-2014	2
Abbildung 2: Energiebilanz 2016 - Erneuerbare Energieträger.....	3
Abbildung 3: Treibhausgasemissionen in Österreich 2016	4
Abbildung 4: Anteile der Treibhausgasemissionen in Österreich 2016.....	4
Abbildung 5: Vertikalschnitt durch einen Musterraum Heizfall/Winterbetrieb © Z+B	16
Abbildung 6: PPD als Funktion des PMV	17
Abbildung 7: Lokale thermische Unbehaglichkeit durch asymmetrische Strahlungstemperatur	18
Abbildung 8: Behaglichkeitsgrenzen	19
Abbildung 9: Vertikale Temperaturverteilung.....	19
Abbildung 10: Grundprinzip der Regelstrategie zur Speicherung von thermischer Energie innerhalb der Gebäudestruktur © Simon Handler	24
Abbildung 11: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit zum Rohrabstand	29
Abbildung 12: Marktentwicklung der Solaranlagen bis 2017	32
Abbildung 13: Marktentwicklung der Photovoltaik bis 2017.....	33
Abbildung 14: Marktentwicklung der Windkraft bis 2017.....	34
Abbildung 15: Marktentwicklung der Wärmepumpen	36
Abbildung 16: Grundprinzip der Wärmebereitstellung mit Kombination Photovoltaik und Wärmepumpe © Simon Handler.....	37
Abbildung 17: Grundprinzip der Wärmebereitstellung über Solarthermie und Wärmeerzeuger © Simon Handler.....	38
Abbildung 18: Grundprinzip der Wärmebereitstellung über Windenergie aus dem Stromnetz © Simon Handler.....	39
Abbildung 19: Wirkungsgrad einer beispielhaften Wärmepumpe © Simon Handler	39
Abbildung 20: Auskühlverhalten der Deckenuntersicht nach Abschalten der Umwälzpumpe zur Stunde 12	41
Abbildung 21: Darstellung der Temperaturverteilung und des Wärmestroms	43
Abbildung 22: Schaubild der Wohnhausanlage in Sommerein	46

Abbildung 23: Schaubild der Wohnhausanlage in Grafenbach-St. Valentin.....	48
Abbildung 24: Schaubild der Wohnhausanlage in Theresienfeld.....	49
Abbildung 25: Anlagenschema Heizhaus Projekt TBA.....	55
Abbildung 26: Anlagenschema Heizhaus Projekt HK.....	55
Abbildung 27: Anlagenschema Heizhaus Projekt FBH.....	56
Abbildung 28: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit vom Achsabstand der Rohre und von der Rohrdimension.....	58
Abbildung 29: Heizungsverrohrung Projekt TBA - Planausschnitt.....	59
Abbildung 30: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit des Achsabstandes	60
Abbildung 31: Heizungsverrohrung Projekt FBH - Planausschnitt.....	61
Abbildung 32: Heizungsverrohrung Projekt HK - Planausschnitt.....	62
Abbildung 33: Errechnete Tagesverläufe der flächenbezogenen Wärmeabgabeleistung einer thermisch aktivierten Geschoßdecke an den unter der Decke liegenden Raum für unterschiedliche Dicken der Stahlbetonplatte; Dauer der Unterbrechung der Heizmittelzufuhr: 12 h	63
Abbildung 34: Flächenbezogener thermischer Leitwert in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers	64
Abbildung 35: Detailfoto - Temperaturfühler zwischen den Rohrleitungen	65
Abbildung 36: Windenergieprofil über ein Jahr mit den Schaltzeiten der Wärmepumpe	66
Abbildung 37: Temperaturverlauf der aktivierten Decke in Verbindung mit den Windphasen.....	67
Abbildung 38: Thermodynamisches Funktionsschema der kernaktivierten Kühldecke	69
Abbildung 39: Thermodynamischer Gesamtprozess der Raumentwärmung durch Nachtlüftung.....	69
Abbildung 40: Detailschnitte mit Leitungsführung Haustechnik	72
Abbildung 41: Detailfoto - Markierung der darunterliegenden Wand auf der Schalung.....	74
Abbildung 42: Detailfoto - Befestigung der Rohrleitung an die Bewehrung	75
Abbildung 43: Detailfoto - Fertigverlegte Ortbetondecke	76
Abbildung 44: Detailfoto - Manometer Druckprüfung.....	77

Abbildung 45: Zusatzförderpunkte der NÖ Wohnbauförderung	88
Abbildung 46: Entwicklungsszenario zur Energiewende bis 2030	95
Abbildung 47: Entwicklungsszenario mit der Lastdeckung im Jahr 2030	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz - Neubau Wohngebäude 2014 - 2020	6
Tabelle 2: Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeabgabesysteme.....	15
Tabelle 3: Thermodynamische Kennwerte exemplarischer Baustoffe	22
Tabelle 4: Projektkennndaten.....	50
Tabelle 5: Vergleich U-Werte.....	51
Tabelle 6: Vergleich U-Werte mit OIB 6 und Passivhausstandard.....	52
Tabelle 7: Vergleich Energiebedarf laut Energieausweis	52
Tabelle 8: Vergleich Heizwärmebedarf Anforderung.....	53
Tabelle 9: Vergleich Heizlastberechnung	53
Tabelle 10: Vergleich Wärmebereitstellungs- u. Abgabesysteme	54
Tabelle 11: Vergleich Rohrmaterial und Rohrdurchmesser	56
Tabelle 12: Vergleich Rohrdimensionen	57
Tabelle 13: Vergleich Rohrabstand und Rohrlängen.....	59
Tabelle 14: Vergleich Deckenstärken in den Wohnungen.....	62
Tabelle 15: Vergleich Betonüberdeckung.....	63
Tabelle 16: Vergleich Heizmitteltemperaturen.....	64
Tabelle 17: Max. Kühlleistungen über das vorhandene Haustechniksystem.....	68
Tabelle 18: mögliche Kühlleistungen über das vorhandene Haustechniksystem	70
Tabelle 19: Vergleich der Herstellkosten.....	80
Tabelle 20: Vergleich CO ₂ - Werte aus dem Energieausweis.....	83
Tabelle 21: Auswertung Expertenbefragung	84

Expertenverzeichnis

1. Bauer, Alexander, DI(FH), Geschäftsführer, Habeler & Bauer GmbH
2. Brunner, Erhard, Ing, Geschäftsführer, Introplan GmbH
3. Divis, Marion, DI, Architekt, Geschäftsführer, Architekturbüro Divis ZT GmbH
4. Ernst, Johannes, Ing, Geschäftsführer, Ernst Haustechnik GmbH & Co KG
5. Fichtinger, Manfred, Ing, Geschäftsführer, Haustechnik Fichtinger GmbH
6. Grabner, Harald, Ing, Prokurist, Heizbär GmbH
7. Hartberger, Markus, Bmstr. Ing, Gruppenleiter, STRABAG AG
8. Heiling, Gerhard, Ing, Geschäftsführer, TB Ing. Heiling GmbH
9. Hochwarter, Jürgen, Ing, Geschäftsführer, F.M. Kerschbaumer GmbH
10. Kainer, Ali, Ing, Geschäftsführer, Gebäudetechnik Kainer GmbH
11. Kosa, Werner, Mag. Ing, Geschäftsführer, kosaplaner gmbH
12. Macho, Gerhard, DI, Architekt, Geschäftsführer, Architekt Macho ZT GmbH
13. Mathä, Joachim, DI(FH), Inhaber, Ing. Joachim Mathä
14. Mittl, Michael, Ing, Prokurist, ASL GmbH
15. Panzenböck, Martin, Bmstr. Ing, Geschäftsführer, Rudischer & Panzenböck Architektur GmbH & CoKG
16. Peinthor, Herbert, Ing, Geschäftsführer, rhm GmbH
17. Pertl, Martin, Bmstr. Ing, Geschäftsführer, Handler Bau GmbH
18. Pfnier, Frank, Bmstr. Ing, Geschäftsführer, Pfnier & CO GmbH
19. Plangl, Wolfgang, Bmstr. Ing, Geschäftsführer, Ing. Herbert Plangl GmbH
20. Ritsch, Florian, DI(FH), Geschäftsführer, vollSOLAR GmbH
21. Rudischer, Karl, DI, Architekt, Rudischer & Panzenböck Architektur GmbH & CoKG
22. Schefberger, Herbert, Geschäftsführer, Aqua GmbH
23. Strommer, Herbert, Ing, Filialleiter, Ing. Erich Pinetz GmbH
24. Swirina, René, DI(FH), Geschäftsführer, Wiener Bauträger- u. EntwicklungsgesmbH
25. Tschida, Eduard, Bmstr. Ing, Geschäftsführer, Kienzl GmbH
26. Tschida, Reinhilde, DI, Architekt, Geschäftsführer, MUT Architekten ZT KG

27. Weiß, Karl, Bmstr. Ing, Geschäftsführer, Johann Fuchs GmbH
28. Zipfl, Richard, Bmstr. Ing, Geschäftsführer, teamplankraft ZT GmbH

Anhang

Anhang 1: Energieausweis Projekt TBA	111
Anhang 2: Energieausweis Projekt FBH.....	113
Anhang 3: Energieausweis Projekt HK.....	115
Anhang 4: Heizlastberechnung Projekt TBA.....	117
Anhang 5: Heizlastberechnung Projekt FBH.....	118
Anhang 6: Heizlastberechnung Projekt HK.....	119
Anhang 7: Expertenfragebögen.....	120

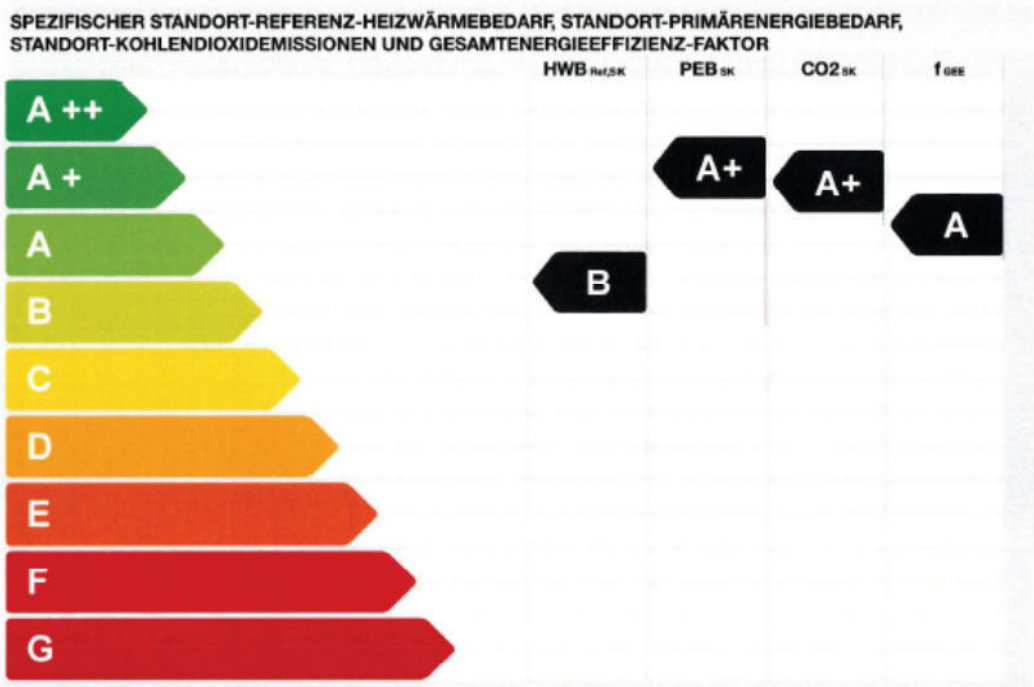
Anhang 1: Energieausweis Projekt TBA

Energieausweis für Wohngebäude

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe März 2016

DI MARTIN FRANZ TSCHELMANN
 1040 WIEN, SCHNITTBOGENSTRASSE 12
 TEL: +43 (0)1 477 99 21
 MOBIL: +43 664 1 32 83 807

BEZEICHNUNG	NEUBAU WOHNHAUSANLAGE		
Gebäude(-teil)	Betreutes Wohnen	Baujahr	2017
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Sommerein
PLZ/Ort	2453 Sommerein	KG-Nr.	05019
Grundstücksnr.		Seehöhe	200 m



HWB_{ref,SK}: Der Referenz-Heizwärmebedarf ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmesabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

EEB: Der Endenergiebedarf umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GE}: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der Primärenergiebedarf ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorstufen. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ren}) und einen nicht erneuerbaren (PEB_{non-ren}) Anteil auf.

CO_{2,SK}: Gesamte den Endenergiebedarf zuzurechnende Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Vorstufen.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten Benutzerinnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeffizienz und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und nach Maßgabe der NÖ BTV 2014. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist 2004 - 2008 (Strom: 2009 - 2013), und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
Österreichischer
Institut für Bautechnik

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe März 2015



GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	2.347,25 m ²	charakteristische Länge	2,41 m	mittlerer U-Wert	0,221 W/m ² K
Bezugsfläche	1.877,80 m ²	Klimaregion	N/SO	LEK-Wert	15,00
Brutto-Volumen	8.218,16 m ³	Heiztage	208 d	Art der Lüftung	RLT Anlage
Gebäude-Hüllfläche	3.414,52 m ²	Heizgradtage	3350 Kd	Bauweise	mittelschwere
Kompaktheit (A/V)	0,42 1/m	Norm-Außentemperatur	-13,0 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

ANFORDERUNGEN (Referenzklima) Betreutes Wohnen

Referenz-Heizwärmebedarf	erfüllt	35,94 kWh/m ² a	≥ HWB _{Ref,DK}	28,40 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf			HWB _{DK}	19,39 kWh/m ² a
End-/Lieferenergiebedarf	ohne Anforderungen		E/LEB _{DK}	33,66 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	erfüllt (alternativ zu EEB _{ref,DK})	0,850	≥ f _{ref}	0,734
Erneuerbarer Anteil	erfüllt			

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	64.491 kWh/a	HWB _{Ref,DK}	27,48 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	41.706 kWh/a	HWB _{DK}	17,77 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	29.986 kWh/a	WWWB	12,76 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	39.919 kWh/a	HEB _{DK}	17,01 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Heizen		g _{AWZ,DK}	0,56
Haushaltsstrombedarf	38.554 kWh/a	HHSB	16,43 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	78.473 kWh/a	EEB _{DK}	33,43 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	149.883 kWh/a	PEB _{DK}	63,85 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	103.584 kWh/a	PEB _{DK,nr,DK}	44,13 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	46.299 kWh/a	PEB _{DK,er,DK}	19,72 kWh/m ² a
Kohlendioxidemissionen (optional)	21.658 kg/a	CO ₂ _{DK}	9,23 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f _{DK}	0,737
Photovoltaik-Export	0 kWh/a	PV _{Export,DK}	0,00 kWh/m ² a

ERSTELLT

GWR-Zahl		Ersteller	TB für Bauphysik Dipl. Ing. Martin Tichelmann
Ausstellungsdatum	03.08.2017	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	02.08.2027		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

Anhang 2: Energieausweis Projekt FBH

Energieausweis für Wohngebäude

oib
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe März 2015

BEZEICHNUNG	WHA Grafenbach		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	2017
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Grafenbach
PLZ/Ort	2632 Grafenbach-St. Valentin	KG-Nr.	23111
Grundstücksnr.	72	Seehöhe	407 m

SPEZIFISCHER STANDORT-REFERENZ-HEZWÄRMEBEDARF, STANDORT-PRIMÄRENERGIEBEDARF, STANDORT-KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR

	HWB Ref,SK	PEB SK	CO2 SK	f GEE
A ++				
A +				
A				A
B	B	B	B	
C				
D				
E				
F				
G				

HWB_{Ref}: Der Referenz-Heizwärmebedarf ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHStB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

EEB: Der Endenergiebedarf umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der Primärenergiebedarf ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorstufen. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ren}) und einen nicht-erneuerbaren (PEB_{non-ren}) Anteil auf.

CO₂: Gesamte den Endenergiebedarf zuzurechnende Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Vorstufen.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 5 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und nach Maßgabe der NÖ BTV 2014. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist 2004 - 2008 (Strom: 2009 - 2013), und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

ArchIPHYSIK 14.0.96 - lizenziert für RWT plus ZT GmbH
eh
2017-07-18



GEBÄUDEKENN DATEN

Brutto-Grundfläche	2.506,44 m ²	charakteristische Länge	2,65 m	mittlerer U-Wert	0,233 W/m ² K
Bezugsfläche	2.005,15 m ²	Klimaregion	N/SO	LEK τ -Wert	15,00
Brutto-Volumen	8.068,71 m ³	Heizlage	223 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	3.041,20 m ²	Heizgradtage	3569 Kd	Bauweise	mittelschwere
Kompaktheit (A/V)	0,38 1/m	Norm-Außentemperatur	-13,0 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

ANFORDERUNGEN (Referenzklima) Wohnen

Referenz-Heizwärmebedarf	erfüllt	29,83 kWh/m ² a	≥ HWB _{Ref,RK}	2349 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf			HWB _{RK}	2349 kWh/m ² a
End-/Lieferenergiebedarf	erfüllt (alternativ zu f_{GEE})	77,72 kWh/m ² a	≥ E/LEB _{RK}	70,31 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	ohne Anforderungen		f _{GEE}	0,757
Erneuerbarer Anteil	erfüllt			

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

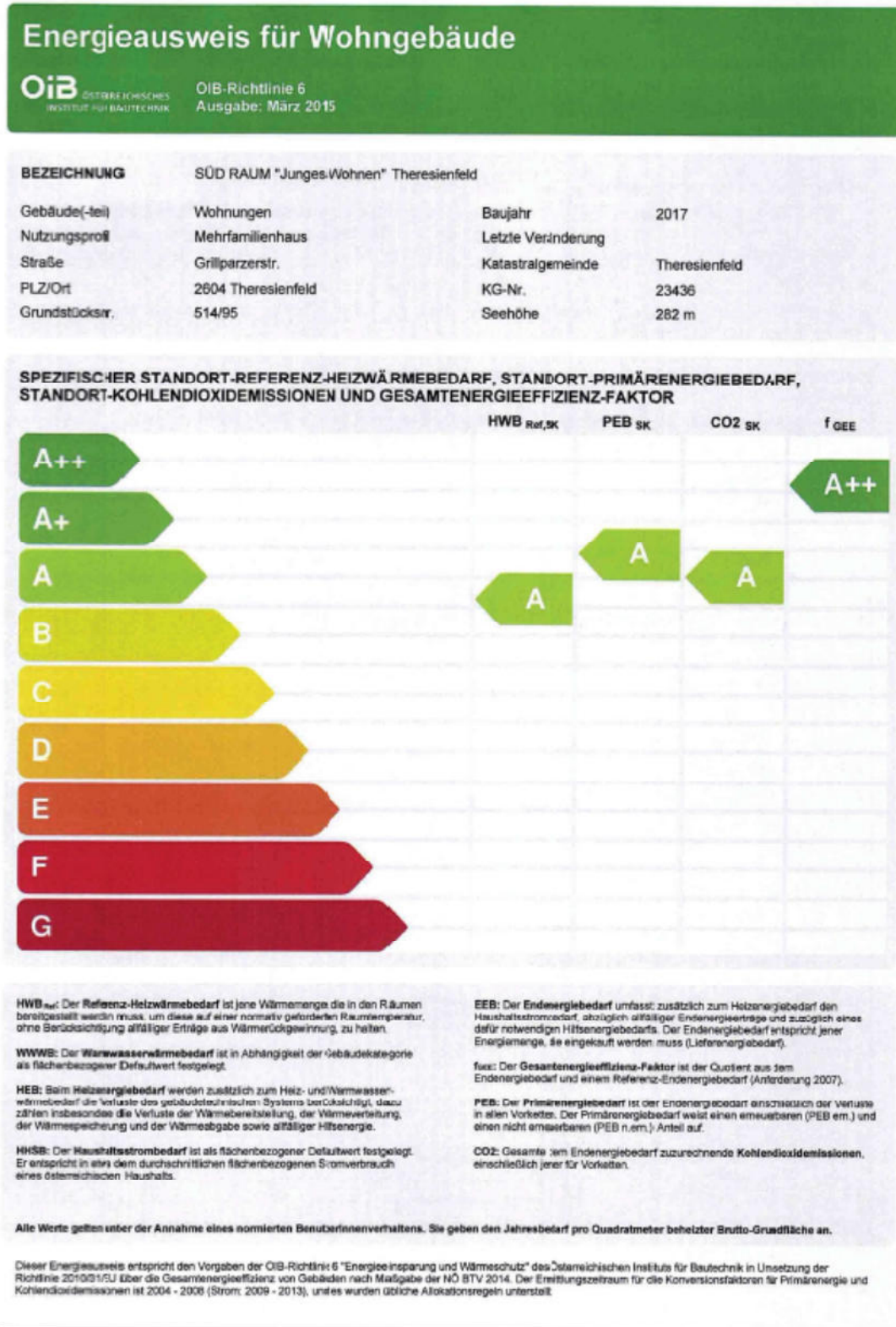
Referenz-Heizwärmebedarf	63,274 kWh/a	HWB _{Ref,SK}	25,24 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	60,514 kWh/a	HWB _{SK}	24,14 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	32,019 kWh/a	WWWB	12,78 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	133,801 kWh/a	HEB _{SK}	55,78 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Heizen		e _{AWZ,H}	1,51
Haushaltsstrombedarf	41,168 kWh/a	HHSB	16,43 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	180,969 kWh/a	EEB _{SK}	72,20 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	244,577 kWh/a	PEB _{SK}	97,58 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	213,391 kWh/a	PEB _{n,em,SK}	87,13 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	25,186 kWh/a	PEB _{em,SK}	10,45 kWh/m ² a
Kohlendioxidemissionen (optional)	44,484 kg/a	CO ₂ _{SK}	17,75 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f _{GEE}	0,746
Photovoltaik-Export	0 kWh/a	PV _{Export,SK}	0,00 kWh/m ² a

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	DI Erik Horvath
Ausstellungsdatum	2017-07-17	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	2027-07-16		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

Anhang 3: Energieausweis Projekt HK



Energieausweis für Wohngebäude



OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: März 2015

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	1.776 m ²	charakteristische Länge	2,23 m	mittlerer U-Wert	0,22 W/m ² K
Bezugsfläche	1.421 m ²	Heiztage	187 d	LEK _T -Wert	15,7
Brutto-Volumen	5.694 m ³	Heizgradtage	3437 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	2.551 m ²	Klimaregion	NSO	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (AV)	0,45 1/m	Norm-Außentemperatur	-13,1 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	37,5 kWh/m ² a	erfüllt	HWB _{Ref,RK}	23,7 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf			HWB _{RK}	23,7 kWh/m ² a
End-/Lieferenergiebedarf			E/LEB _{RK}	49,7 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	0,85	erfüllt	f _{GEE}	0,51
Erneuerbarer Anteil	mind. 5 % von der fGEE Anforderung			erfüllt

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	42.433 kWh/a	HWB _{Ref,SK}	23,9 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	42.433 kWh/a	HWB _{SK}	23,9 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	22.687 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	58.726 kWh/a	HEB _{SK}	33,1 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Heizen		e _{AWZ,H}	0,90
Haushaltsstrombedarf	29.170 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	87.897 kWh/a	EEB _{SK}	49,5 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	125.176 kWh/a	PEB _{SK}	70,5 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	107.367 kWh/a	PEB _{n,em,SK}	60,5 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	17.808 kWh/a	PEB _{em,SK}	10,0 kWh/m ² a
Kohlendioxidemissionen	21.951 kg/a	CO ₂ _{SK}	12,4 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f _{GEE}	0,51
Photovoltaik-Export		PV _{Export,SK}	

ERSTELLT

GWR-Zahl
Ausstellungsdatum 09.02.2017
Gültigkeitsdatum 08.02.2027

Erstellerin
BM Michael Pruckner
Wiener Neustädterstr. 60
2801 Sollenau

Unterschrift

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Anhang 4: Heizlastberechnung Projekt TBA

HEIZLAST DIN EN 12831: 2008-07 Anlage: 16025 Betreutes Wohnen Sommerin

GEBÄUDEZUSAMMENSTELLUNG				
Gebäude(-teil)	01	Hauptgebäude		
WÄRMEVERLUST-KOEFFIZIENTEN				
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\Sigma H_{T,e}$		753,2 W/K	
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	ΣH_V		750,6 W/K	
Gebäude-Wärmeverlust-Koeffizient	H_{Geb}		1503,8 W/K	
WÄRMEVERLUSTE				
Transmissionswärmeverluste (nach außen)	$\Phi_{T,Geb}$		27062 W	
Lüftungswärmeverluste				
Mindest-Luftvolumenstrom	$\Phi_{V,min,Geb} = 0,5 \cdot \Sigma \Phi_{V,min}$		13296 W	
aus natürliche Infiltration	$\Phi_{V,inf,Geb} = \zeta + \Sigma \Phi_{V,inf}$		32 W	
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom	$\Phi_{V,8U,Geb}$		530 W	
aus mech. infiltriertem Volumenstrom	$\Phi_{V,mech,inf,Geb}$		0 W	
Lüftungswärmeverluste	$\Phi_{V,Geb}$		13858 W	
NORM-GEBÄUDEHEIZLAST		$\Phi_{HL,Geb}$	40920 W	
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG		$\Phi_{RH,Geb}$	0 W	
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG		$\Phi_{Ausleg, Geb}$	40920 W	
BEZOGENE WERTE				
Heizlast / beheizte Gebäudefläche	$A_{N,Geb}$	1829,8 m ²	$\Phi_{HL,Geb} / A_{N,Geb}$	22,4 W/m ²
Heizlast / beheiztes Gebäudevolumen	$V_{N,Geb}$	5059,6 m ³	$\Phi_{HL,Geb} / V_{N,Geb}$	8,1 W/m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	A	2769,0 m ²		
spez. Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	H_T'			0,27 W/(m²K)

Anhang 5: Heizlastberechnung Projekt FBH

Heizlast ÖNORM EN 12831
1549-V10 WHA Grafenbach
15.05.2018

Gebäudezusammenstellung			
Neu Gebäude			
Wärmeverlust-Koeffizienten			
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\Sigma H_{T,Geb}$	-	624,14 W/K
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	ΣH_V	-	870,46 W/K
Wärmeverlust-Koeffizient für das Gebäude	H_{Geb}	-	1494,61 W/K
Wärmeverluste			
Transmissionswärmeverlust nach außen	$\Phi_{T,Geb}$	-	21974,1 Watt
Lüftungswärmeverlust (Mindestluftwechsel)	$\Phi_{V,min,Geb}$	-	27548,6 Watt <input checked="" type="checkbox"/>
Lüftungswärmeverlust (Infiltration in natürlich belüfteten Räumen)	$\Phi_{V,int,Geb} \zeta + \Sigma \Phi_{V,inf}$	-	8010,7 Watt <input type="checkbox"/>
Lüftungswärmeverlust (Infiltration in mechanisch belüfteten Räumen)	$\Phi_{V,int,Geb} \zeta - \Sigma \Phi_{V,inf}$	-	0,0 Watt
Lüftungswärmeverlust (mechanischer Zuluftvolumenstrom)	$\Phi_{V,su,Geb} (1 - \eta_V) \cdot \Sigma \Phi_{V,su}$	-	0,0 Watt
Abluftvolumenüberschuss	$\Phi_{V,mech,int,Geb}$	-	3304,8 Watt
Lüftungswärmeverlust	$\Phi_{V,Geb}$	-	30853,4 Watt
Gebäudeheizlast			
Netto-Heizlast	$\Phi_{N,Geb}$	-	52827,4 Watt
Zusatz-Aufheizleistung	$\Phi_{PH,Geb}$	-	0,0 Watt
Norm-Gebäudeheizlast	$\Phi_{HL,Geb}$	-	52827,4 Watt
spezifische Werte			
Beheizte Gebäudefläche	$A_{N,beheizt}$	-	2210,5 m ²
spez. Heizlast je beheizte Gebäudefläche	$\Phi_{HL,Geb} / A_{N,Geb}$	-	23,9 W/m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	$V_{N,beheizt}$	-	5636,7 m ³
spez. Heizlast je beheiztes Gebäudevolumen	$\Phi_{HL,Geb} / V_{N,Geb}$	-	9,4 W/m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	$A_{U,beheizt}$	-	2718,6 m ²
spezifischer Transmissionswärmeverlust, bez. auf Umschließungsfläche	spez. $\Phi_{T,uW}$	-	0,2 W/(m ² K)

Anhang 6: Heizlastberechnung Projekt HK

Heizlast ÖNORM EN 12831
 Plancal WHA Theresienfeld WHA Theresienfeld
 25.01.2018



Gebäudezusammenstellung			
Neu Gebäude			
Wärmeverlust-Koeffizienten			
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\sum H_{T,e, Geb}$	=	583,45 W/K
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	$\sum H_{V, Geb}$	=	532,15 W/K
Wärmeverlust-Koeffizient für das Gebäude	H_{Geb}	=	1115,60 W/K
Wärmeverluste			
Transmissionswärmeverlust nach außen	$\Phi_{T, Geb}$	=	20572,8 Watt
Lüftungswärmeverlust (Mindestluftwechsel)	$\Phi_{V, min, Geb}$	=	18942,8 Watt <input checked="" type="checkbox"/>
Lüftungswärmeverlust (Infiltration in natürlich belüfteten Räumen)	$\Phi_{V, inf, Geb} \zeta, \Sigma \Phi_{V, inf}$	=	1876,1 Watt <input type="checkbox"/>
Lüftungswärmeverlust	$\Phi_{V, Geb}$	=	18942,8 Watt
Gebäudeheizlast			
Netto-Heizlast	$\Phi_{N, Geb}$	=	39515,6 Watt
Zusatz-Aufheizleistung	$\Phi_{RH, Geb}$	=	0,0 Watt
Norm-Gebäudeheizlast	$\Phi_{HL, Geb}$	=	39515,6 Watt
spezifische Werte			
Beheizte Gebäudefläche	$A_{N, beheizt}$	=	1116,5 m ²
spez. Heizlast je beheizte Gebäudefläche	$\Phi_{HL, Geb} / A_{N, Geb}$	=	35,4 W/m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	$V_{N, beheizt}$	=	2847,1 m ³
spez. Heizlast je beheiztes Gebäudevolumen	$\Phi_{HL, Geb} / V_{N, Geb}$	=	13,9 W/m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	$A_{U, beheizt}$	=	2362,8 m ²
spezifischer Transmissionswärmeverlust, bez. auf Umschließungsfläche	spez. $\Phi_{T, uW}$	=	0,2 W/(m ² K)

Anhang 7: Expertenfragebögen

NAME: BAUER ALEXANDER

FIRMA: HABELER 2 BAUER

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- | | | |
|--------------------------|---|-----------|
| Architekt | ↑ | |
| Hautechnikplaner | ↑ | |
| Installationsunternehmer | Ⓢ | <u>IT</u> |
| Bauunternehmer | ↑ | |
2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN ↑
- wenn JA, in welchem Zusammenhang DECKENKÜHLUNG
3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN ↑
- wenn JA, warum ANGENEHMSTE ART DER KÜHLUNG
4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN ↑
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau WOHNBAU
5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN ↑
- wenn JA, Referenzprojekt DIVERSE EINFAMILIENHÄUSER
- Anzahl der Wohneinheiten
- Heizsystem WÄRMEPUMPE
6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN ↑
- Begründung SIEHE Pkt 3 und 2
7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? ALS KÜHLUNG POSITIV
- Begründung - ZUS- UND GERÄUSCHFREIE KÜHLUNG,
- KEINE ENTFEUCHTUNG 1
- ALS DECKENHEIZUNG ETWA UNGEEGNET

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

KEINE SONNENLICHTE ÜBERWÄRMUNG, DA
DAUERBETRIEB (24 h/Tag)

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

ALS HEIZUNG AUFGRUND DES KOMFORTS BZW.
DER BEHAUPLICHKEIT UNGEEIGNET

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

-> BERATUNGSRESISTENZ DER BAUHERREN
-> WÄRMEPUMPE ERFORDERLICH

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

/

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

/

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

/

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA ↑ NEIN ↑

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

PERFECTES RAUMKLIMA IM SOMMER,
SPEZIELL IN KOMBINATION MIT WRL

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA ↑ NEIN ↑

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA ↑ NEIN ↑

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Ing. Erhard Brunner



FIRMA: INTROPLAN GmbH
Gesellschaft zur Planung
technischer Anlagen
A-7471 Rechnitz, Lindengasse 7
Tel: 03363/77148 Fax: 03363/77148 DW 5
office@introplan.at

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
 Haustechnikplaner GF
Installationsunternehmer
Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN

wenn JA, warum

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN

Begründung zu träge für ein WH

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? grundsätzlich positiv

Begründung Empfindungstemperatur gleichbleibend!

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

keine

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

sehr träge, verschiedene Raumnutzungen → aber gleiche Temperatur!

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

/

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

/

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Unzufriedenheit der Wohnungsbesitzer mit der Regelung der Raumtemp.

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

/

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

/

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT



NAME: DIPLO. ING. MARION DIVIS

FIRMA: ARCHITEKTURBÜRO DIVIS & G.m.b.H.

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt GESCHÄFTSFÜHRER
- Haustechnikplaner
- Installationsunternehmer
- Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang FACHZEITSCHRIFT

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN

wenn JA, warum ENERGIE EFFIZIENT, WIRTSCHAFTLICH, UMWELTFREUNDLICH, -

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN

Begründung Wohngebäude können mit einem System gekühlt werden, was aufgrund des Klimawandels ^{bedeutend} _{ist} ^{relevant}

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? positiv

Begründung Durch TBA kann man stark unterschiedliche Oberflächentemperaturen vermeiden. Man erlaubt fast einheitl. Oberflächentemp. aufgrund der großen ¹ Flächen. Speicherfähigkeit des Betons wirkt sich ¹ auf positiv aus u. somit garantiertes thermischer Komfort.

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- + hoher thermischer Komfort
 - + energieeffizient
 - + heizen & kühlen in einem System
 - + einfaches System, ohne bewegte Teile
- + arbeitet auf energiesparenden Niedrigtemperaturbereich.

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- System reagiert zersackt → schnelle Anpassung der Temp. nicht möglich
- die Energieerzeugung findet zu einem anderen Zeitpunkt statt als die Energieverbraucher
- Kosten der Installation

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- Bei zu niedrigen Außentemperaturen kann es zu Problemen kommen, da das System nicht sofort reagieren kann.
- Heizlast des Gebäudes darf nicht groß sein

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- Das heizen & Kühlenlasten gedeckt werden können.
- Kostenfaktor
- Heizlast des Gebäudes muss immer - luftdichte Gebäudehülle schaffen in Kombination mit optimaler Raumstruktur

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: JOHANNES ERNST

FIRMA:  ERNST HAUSTECHNIK GmbH & Co KG
7534 OLBENDORF 549
TELEFON 03326/53787

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
Haustechnikplaner GESCHAFTSFÜHRER
Installationsunternehmer
Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang BEHEIZUNG, KÜHLUNG

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum NIEDRIGE VORLAUFTEMPERATUREN

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau ✓

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt WIEN 11, KAISERGRUBERSDORFERSTR. 242
- Anzahl der Wohneinheiten 42
- Heizsystem WASSER-WÄRMEPUMPE → HEIZEN u. KÜHLEN

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung WIRTSCHAFTLICHER ALS FUSSBODENHEIZUNG UND DECKENKÜHLUNG (WENN BEIDES VERKÜHLT WIRD)

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? POSITIV gg. RADIALHEIZUNG NEUTRAL gg. FBH
- Begründung

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

HEIZEN UND FÜHLEN MIT 1 SYSTEM MÖGLICH

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

TRÄGER ALS FUßBODENHEIZUNG (FBH)
IM ERDGESCHOSS MUß ZUSÄTZLICH FBH
ERFORDERLICH. NUR ORTBODENDECKE MÖGLICH

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

ROHRLEITUNGEN WURDEN VON BAUFIRMA
BESCHÄDIGT.

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

MIT ELEKTROGEWERKE (LICHTAUSLÄSSE)
MIT EISENBIEGER (TERMINDICHE KOORDINATION)

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- FEHLEN EINER SORGFÄLTIGEN PLANUNG.
- RÄUMLICHE UMPLANUNGEN NICHT MÖGLICH
(SOLLERWUNSCH)

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

2 JA NEIN
wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung
ZUSÄTZLICHE BEWEHRUNG, DECKENSTARKE + 2cm, ORTBODEN

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

JA

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME:



FIRMA:

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
 - Haustechnikplaner
 - Installationsunternehmer → GF
 - Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang ... Wärmespeicherung (Solar), Luftwärmehheizung

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum ... → niedrige Vorlauftemperaturen, Lange Wärmespeicherung
↳ od. Kälte

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau ... Wohnbau, Industrie

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt ... Wohnhaus Matscheck,
- Anzahl der Wohneinheiten ... 1
- Heizsystem ... Pelletsheizung / Öl Kombination

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung ... Effizientere Einbindung von Alternativen Energien möglich

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? ... positiv
- Begründung ... gleichmäßige Wärmestrahlung, Kühlung ebenfalls möglich

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- Solarenergie kann besser eingebunden werden
- höhere Effizienz bei Wärmepumpenanlagen

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- Höhere Investitionskosten

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

Abklärung mit Statik

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Statik, Befestigung an der Decke, nachträgliche DDB

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Beschädigung der Rohre während der Bauphase

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

—

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung Statik → ^{JA} „Angstzuschläge“ NEIN

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

↳ Gewerbe-Objekt: berechnete Vorlauftemp + Raumtemp. wurden um ca 5°K VL / 2°K Raumtemp reduziert → Wunsch der Arbeiter

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Harald Grabner

FIRMA: Heizbär GmbH

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

Position im Unternehmen?

Architekt

Haustechnikplaner

Installationsunternehmer

Bauunternehmer

.....

.....

Prokurist, Technik / Verkauf

.....

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört?

JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang vollsolares heizen, Kühlung

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht?

JA NEIN

wenn JA, warum da notwendige Maßnahmen doppelt genutzt werden

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt?

JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau Einfamilienhaus

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun?

JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist?

JA NEIN

Begründung die oft kompakte Bauweise kann als ein großer Speicher funktionieren

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? positiv

Begründung da eine echte doppel Funktion entsteht Heizen / kühlen

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
- o) optimieren der Effizienz
 - o) leistbare Betriebskosten
 - o) bei genau geplanten Abläufen schnellere Bauzeit
 - o) angenehmes Klima in den Whg.
9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
- o) erhöhter Planungsaufwand
 - o) Regelungsaufwand
 - o) höhere Temperaturschwankungen möglich
 - o) Änderungen an Bauteilen sind mit Mehraufwand verbunden
10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?
- o) mehrmaliges nachjustieren der MSR
 - o) Befestigungspunkte müssen mit Thermografie festgestellt werden
 - o) Diskussion mit Kunden über Temp. Schwankungen
11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
- o) Regelung der Anlage und das Verständnis der Nutzer
 - o) Verrechnung
12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
- o) Fehler in der Bauphase (Beschädigung)
 - o) Rücksichtnahme aller Gewerke im frühen Bauphase
13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?
- o) Man lernt von Projekt zu Projekt. Momentan habe ich noch kein gleiches gemacht
14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt? JA NEIN
- wenn JA, welche Größenordnung €/m²? Begründung
- MSR notwendig
15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?
- o) viele positive Meldungen über das Wohnklima
16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN
17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: HARTIGER

FIRMA: STRICK 19

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

Position im Unternehmen?

Architekt

Haustechnikplaner

Installationsunternehmer

Bauunternehmer

GRUPPENLEITER

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört?

JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang DIREKTE AUSFÜHRUNG

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht?

JA NEIN

wenn JA, warum

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt?

JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun?

JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist?

JA NEIN

Begründung

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? BEIHO POSITIV

Begründung WENN NEUTRAL

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

BEI PLURALITÄT (RAUMGRÖSSEN, RAUMART, ANFORDERUNG) IM DER UMSETZUNG KEINE THEMEN

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

KOORDINATION, HAUSTECHNISCHE & GLÄTTUNGEN BEI ERLLIEFANGLÄTTUN.

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

DEIN DETAILIERTE NOCH BESSER AUF VOR E NACHTEILE HINWEISEN

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung JA NEIN

BÜRO → MEIN WNG → UJAAN ICH NICHT SEHEN

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

WNG → NEIN / BÜRO → AUFRASSEN HAUSTECHN.

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA / NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA / NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME:

FIRMA:

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
 Haustechnikplaner *GP*
 Installationsunternehmer
 Bauunternehmer
2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang *in eigenen Planungen*
3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum *in Zusammenspiel mit WP ideal*
4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau *alle drei*
5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt *Armbrusterg. Wien*
- Anzahl der Wohneinheiten *7*
- Heizsystem *Erdwärme WP*
6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung *mit WP ideal, aufgrund geringer Heizlast*
7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? *positiv*
- Begründung *bei H/K aufgrund der Masse werden Spitzenlasten abgeschwächt*

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

geringere Kosten; hoher Cop der WP

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Gefahr von Beschädigung (4cm); Lüftung muss auch
eingelebt werden, keine ZWD möglich

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA
ergeben?

Zusammenarbeit mit der Baufirma muss
geklärt sein.

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?

Keine Wandverschiebungen mehr möglich.

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?

Undichtigkeit nach Betrieren.
Zur Zeit noch nicht passiert

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

Funktioniert bis jetzt

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im
Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem
Wohnbauprojekt? JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

Zufriedenheit der Kunden ist gegeben.

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: JÖRGEN HOCHWARTER

FIRMA: F.H. KERSCHBAUMER GMBH

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
- Haustechnikplaner
- Installationsunternehmer X
- Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? X JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang errichtet

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum teilweise ; abhängig von der Nutzung

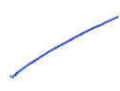
4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? X JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Büroba^{*}, Industriebau [△] * Baumit Wörfinger Labor
△ Dynacast

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA X NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt
- Anzahl der Wohneinheiten
- Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA X NEIN
- Begründung

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? Beides
- Begründung Büro positiv ; Wohnungsbau negativ (da schwer regelbar)

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?



9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

schwer regelbar

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

keine

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Abgrenzungen der Wohnungen und Räumlichkeiten

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

*Abgrenzungen der Wohnungen und Räumlichkeiten +
Gefahrenpunkte baulicher Beschädigung*

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

nichts

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

ca. 30% höher durch aufwendigere Montage

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?



16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: ALI KAINER

FIRMA: Gebäudetechnik Kainer GmbH

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

Position im Unternehmen?

Architekt

Haustechnikplaner

Installationsunternehmer

Bauunternehmer

.....

Geschäftsführer

.....

.....

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört?

JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang Wohn- / Bürobau

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht?

JA NEIN

wenn JA, warum gutes System zum Heizen/Kühlen speziell beim Einsatz von Wärmepumpen

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt?

JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau Wohn- / Bürobau

5. Hatten Sie schon bei einem Wohnbauprojekt mit einer TBA zu tun?

JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt Simm Hauptstr., Velm, (Wohn- / Bürobau) Hauptbahnhof

Anzahl der Wohneinheiten 310 WE 29 WE

Heizsystem Tiefenheizung WP/PW bivalent, Luft/Wasser WP/bivalent, Luft/Wasser WP/bivalent mit FW mit Gas mit FW

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist?

JA NEIN

Begründung sehr niedrige Vorlauftemperaturen, hoher Komfort, gute Kühlungseigenschaften

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? positiv

Begründung große Wärme-/Kälteabgabe fläche, dadurch Temperaturverteilung

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Geringer Fußbodenaufbau, keine Ausheizplätze,
keine Leitungen im Fußboden

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Gefahr des Anbohrers der Leitungen, erhöhter Bohraufwand

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

Perfekte Einschulung des Montagepersonals,
Probleme mit Fertigkeiten, Einsatz von Ortbetondecken

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

/

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Im Nutzerverständnis (Reaktionszeit)
Akzeptanz der ausführenden Unternehmen

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

/

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

wenn JA, welche Größenordnung €/m² 20,- Begründung

~~JA~~ NEIN

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

/

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

~~JA~~ NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

~~JA~~ NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Werner KOSA

FIRMA: Kosa planer gmbh

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

Architekt

Haustechnikplaner

Installationsunternehmer

Bauunternehmer

Position im Unternehmen?

GF

.....

.....

.....

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört?

JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang

Fachartikel, Branchengespräche

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht?

JA NEIN

wenn JA, warum

Speichermasse, angenehme Kühlung

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt?

JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun?

JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist?

JA NEIN

Begründung

im Regelfall keine abgehängten Decken, Kühlungsmöglichkeit

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt?

positiv

Begründung

angenehme Strahlungswärme/hätte

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

innovativ, zukunftsfähigkeit, Wohlfühlatmosphäre

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

erhöhte Deckenstärken

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

/

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

/

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

/

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

/

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

/

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Arch. Macho Gouhars

Architekt Macho ZT GmbH

FIRMA:  staatlich befugter und beeideter Ziviltechniker
3950 Gmünd, Schönsperkgasse 3
Fon 02852/54925, Fax 02852/54925-26

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt GESCHAFTSFÜHRER
- Haustechnikplaner
- Installationsunternehmer
- Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang EINSCHLÄGIGE PUBLIKATIONEN

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- HEIZEN + KÜHLEN, GERINGSTE Temp.
- wenn JA, warum BEZAHLT,

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau Wohnbau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt Wohnbau
- Anzahl der Wohneinheiten 3
- Heizsystem Wärmepumpe

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung BETONDECKE IST EINE VORAUSSETZUNG

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? positiv
- Begründung GLEICHMÄSSIGER TEMPERATURVERTEILUNG, KEIN STAUB UND KEINE SCHWABSTOFFE

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

ANGENEHMES KLIMA IM SOMMER
(ÜBERHITZUNG); EINFACHERS MIT BEGELUNGEN

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

BEI REINER TBA STELLEN DIE PLÖTZLICHE TEMP.-

ANPASSUNG UND AUCH DIE UNTERSCHIEDLICHEN NUTZER EIN
PROBLEM DAR.

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

/

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

BEGELUNG DER TEMP. FÜR DIE
VERSCHIEDENEN MIETER/NUTZER

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

KOSTEN WENN ZUSÄTZLICH ZUR
TBA NOCH EIN HEIß/KÜHLSYSTEM
EINGEBAUT WERDEN MUSS.

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

/

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

/

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: DI(FH) Joachim Mathä

FIRMA: Ingenieurbüro MATHÄ

- | 1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? | Position im Unternehmen? |
|---|--------------------------|
| Architekt | |
| Haustechnikplaner | <u>Inhaber</u> |
| Installationsunternehmer | |
| Bauunternehmer | |

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang Seminare, Planung

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau Schulbau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt
- Anzahl der Wohneinheiten
- Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung Die Bauphysik entspricht der eines Passivhauses

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? positiv
- Begründung Unter Beachtung der therm. Behaglichkeit und U-Werte entsteht eine entsprechende gleichmäßige Umschließungsflächentemperatur

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
 - Einsatz von energieeffizienten, regenerativen Energiesystemen
 - therm. Behaglichkeit
 - große Heiz/Kühlfläche
9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
 Akustik, wenn sie nicht beachtet wird
10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?
 Die Koordination zwischen HKLSE, Statik, Baufirma muss vorher genau geplant werden (Projektmanagement, Bauzeitplan!!!)
11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
 in der Planung der Akustik
12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
 kompetente Planer, Koordination, Projektmanagement
13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?
 Man muss von Beginn an mit Architekten gut korrespondieren
14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt? JA NEIN
 wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung akustische Maßnahmen
15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?
 JA, positive
16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN
 Es gibt aber gute Literatur hierzu
17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN
 Besuche ich derzeit und halte auch Vorträge darüber

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: MITTL Michael

FIRMA: ASL GmbH, 7442 Lockenhausen, Weierstr. 7

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
- Haustechnikplaner
- Installationsunternehmer Prokurist
- Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang Sonnenhaus, Bürogebäude, EFH

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum Speicherwärmee, Systemtemperaturen

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau EFH

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt
- Anzahl der Wohneinheiten
- Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung Nutzung von Alternativenergien

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? Neutral
- Begründung Es besteht die Möglichkeit einer Grundtemperaturen im Objekt.

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Einfache Nutzung von Solarenergie

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Zusätzlicher Installationsaufwand, da ein
zusätzliches Heizungsnetz installiert werden muss

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA
ergeben?

Koordination d. verschiedenen Gewerke

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?

Schutz der Installation bei den Betonarbeiten

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?

Den Kunden bzw. Mietern die Funktion
begreifbar zu machen.

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im
Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem
Wohnbauprojekt?

wenn JA, welche Größenordnung €/m² 30 Begründung TBA

JA NEIN

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: MARTIN PAUMENBOCK

FIRMA: R&P-ARQUITECTURE

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
Architekt GF
Haustechnikplaner
Installationsunternehmer
Baunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
wenn JA, in welchem Zusammenhang BÜROBAU

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
wenn JA, warum NACHHALTIGE NUTZUNG DER ENERGIE / HEIZEN KÜHLEN

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
wenn JA, Referenzprojekt
Anzahl der Wohneinheiten
Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
Begründung GLEICHMÄSSIGER HEIZEN/KÜHLEN - GERINGER VERBRAUCHSKOSTEN, JEDOCHE (EV) HOHE ERSTELTKOSTEN

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? POSITIV
Begründung HEIZEN + KÜHLEN - GLEICHMÄSSIG

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
GERINGE VERBRAUCHSKOSTEN, KEINE FUNKTION, NACHTRÄGLICH

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
HÖHERE BAUKOSTEN, HEIZSYSTEM TRÄGER

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?



11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
BETONDECKE / INSTALLATEUR

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
KOSTEN

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?



14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?
wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung
100 SCHÄTZUNG JA NEIN

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?
NEIN

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME:.....
Herbert Peinthor

FIRMA:
rhm gmbh

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
Haustechnikplaner GF
Installationsunternehmer
Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang innovative Haustechnik in Büro- und Industriebauten

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum niedrige Systemtemperaturen,

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau Gewerbe/Industrie: Heizen und Kühlen, IFH
Wohnbau: nur hochwertige DG-Ausbauten für Kühlen
Bürobau: Kühlung

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt Dachgeschossausbau Wien
- Anzahl der Wohneinheiten 6-8WEH
- Heizsystem L-W-Wärmepumpe, Heizung über FBH, Kühlung über Bauteilaktivierung

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung Für Kühlung geeignet, allerdings aus Kostengründen meist nicht ausgeführt, Gefahr der Taupunktunterschreitung => Gefahr Schimmelbildung, eine Kombination mit Lüftung unbedingt zu empfehlen (optimal zentrale Lüftung mit Entfeuchtung). Heizung bedingt geeignet, aufgrund der noch viel größeren Speichermasse als bei FBH immens träge.

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt?
- Begründung Kühlung: sehr positiv, keine Zugerscheinungen, angenehmste Art der Kühlung
Heizung: sehr träge, geringe Regelungsfähigkeit

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
Für Kühlung optimal, allerdings aufwendig und kosenintensiv
Für Heizung: zu wenig Erfahrung, wie reagiert der Mieter auf eine Deckenheizung im Wohnbau?
Generell: TBA und FBH wird im Wohnbau zu teuer und aufwendig, bei alleiniger TBA für Heizung und Kühlung fehlen mir im herkömmlichen Wohnbau noch die Erfahrungen.
9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
Geringe Regelungsfähigkeit, Verteilerkasten im Deckenbereich, Entlüftung der Anlage, da Rohre in der Decke der Hochpunkt sind.
10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?
Luft in der Heizungsanlage
11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
MSR / Regelung
Verrechnung Kälte bei Heizen/Kühlen
12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
Akzeptanz der Mieter, geringe Regelungsfähigkeit
13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?
Verteiler immer über der Decke => im Büro/Gewerbe leicht umsetzbar,
im Wohnbau oft schwierig
14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt? JA NEIN
wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung
bei ausschließlicher TBA, ohne zus. FBH, keine Mehrkosten
15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?
Kühlung optimal, in Kombination mit Lüftung und Entfeuchtung
16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN
vorallem Feedback von Wohnungsmietern
17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: PERTL MARTIN

HANDLER

FIRMA: HANDLER BAU GMBH
WALTER HANDLER STR. 1
2853 BAD SCHÖNAU
T: +43 2646 2278, F: -299

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

Position im Unternehmen?

Architekt

.....

Haustechnikplaner

.....

Installationsunternehmer

.....

Bauunternehmer

Geschäftsführung

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört?

~~JA~~ NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang Energieersparnis

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht?

~~JA~~ NEIN

wenn JA, warum

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt?

JA ~~NEIN~~

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun?

JA ~~NEIN~~

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist?

~~JA~~ NEIN

Begründung keine

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? positiv

Begründung Raumklima

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Energieersparnis

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Keine

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

Keine

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Zusammenarbeit HKLS - Bau

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Schnittstellen

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

Keines umgesetzt

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt? JA ~~NEIN~~
wenn JA, welche Größenordnung €/m2 Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

Ja

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA ~~NEIN~~

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA ~~NEIN~~

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Frank PFNIER

FIRMA: PFNIER & CO

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

Position im Unternehmen?

Architekt

.....

Haustechnikplaner

.....

Installationsunternehmer

.....

Bauunternehmer

Bauleiter / GF

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört?

JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang 2 x Ausgeführt / EFH

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht?

JA NEIN

wenn JA, warum durch Mitnutzung der Bauteile geringerer Energieverbrauch (Kühlung - Sommer)

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt?

JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau ~~Wohnbau~~ / EFH

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt Harde Gols, EFH / Aspelmayr Maria Ebersdorf
EFH

Anzahl der Wohneinheiten 1

Heizsystem Tiefenbohrung - Aktivierung Betondecken

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist?

JA NEIN

Begründung Trüges System, Anpassung f. Mieter schwer, Steuerung

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? Kühlung - positiv

Begründung Kein Luftstrom, kalte Luft fällt herunter

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
 Reduzierter Energieverbrauch bez. sommerlicher Überhitzung -
 - gegenüber individueller Klimaanlage
9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
 Trägheit, Aufwendige Steuerung aufgrund vieler Einstellungen
 Aufwendige Reparatur
 Aufwendige Ervichtung
10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA
 ergeben? Bauzeitverzögerung - Koordination Gewerke
 (Schalung, Bewehrung, HKLS, Bewehrung, Beton)
11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem
 Wohnbauprojekt? Reparatur
 Koordination Gewerke
12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem
 Wohnbauprojekt? Fehlnutzung durch Mieter
 Reparatur
 Zukünftiger Umbau/Zubau
13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?
 Bessere Ablauf-/Gewerkekoordination
14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im
 Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem
 Wohnbauprojekt? 10-20€ (Baumeister) JA NEIN
 wenn JA, welche Größenordnung €/m2 Begründung Mehrfacheinsatz
 Bewehrung
 Längeres Verhalten Schalung
15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?
 ja - Baumeister
16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN
17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT



NAME: Plangl Wolfgang

BAUNTERNEHMUNG
ING. HERBERT PLANGL Ges.m.b.H.
2603 FELIXDORF, A. BRUCKNERGASSE 7
Tel. 02628/62240, Fax 02628/65434

FIRMA: office@plangl.at

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
- Haustechnikplaner
- Installationsunternehmer
- Bauunternehmer Geschäftsführer
2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang ALS BAUFIRMA
3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum
4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau BÜROBAU
5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt
- Anzahl der Wohneinheiten
- Heizsystem
6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung DIE ERFORDERLICHE MASSIVE BAUWEISE IST SEHR KOSTEN INTENSIV
7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? POSITIV
- Begründung WENIG TEMP. SCHWANKUNG

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

KONSTANTES HEIZVERHALTEN

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

KOSTENVORTEILSIV IM BAU

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

DÜBELN VON FASSADE BEI AKTIVIERTER AUSSEHWAND

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

HAUSTECHNIK ↔ BAUFORMA

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Bauschäden (unendliche Leidens)

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

NEIN

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Florian Ritsch

FIRMA: vollSOLAR GmbH

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
- Haustechnikplaner Technik
- Installationsunternehmer
- Bauunternehmer
2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
- wenn JA, in welchem Zusammenhang Projektierung mit BTA seit 2014
3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
- wenn JA, warum
4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau Büro, Industrie, Schule
5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt Planitzer Elsbethen, Haus Winkler Grödig
- Anzahl der Wohneinheiten
- Heizsystem BTA, Wärmepumpe, mit/ohne PV, mit/ohne thermischer Solar
6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
- Begründung Je größer desto effizienter und einfacher zu regeln
7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? positiv
- Begründung Strahlungswärme bzw. geringere Gebäudetemperaturschwankungen

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
geringere Wärmebereitstellungen
Behaglichkeit
9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
Großer Erklärungsbedarf während der Projektierung
10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?
Widerstand verschiedenster Projektbeteiligter gegen diese Technologie,
schwierige Projektbearbeitung und Abwicklung
11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt? JA **NEIN**
wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung
15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?
Ja, es funktioniert
16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? **JA** NEIN
Ja, in der Öffentlichkeit bzw. für die Allgemeinheit
17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? **JA** NEIN
Veranstaltungen zu Praxisberichten ja, Theorieschulungen nein

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: DI KARL RUDISCHER



FIRMA: R+P ARCHITEKTUR

NEUNKIRCHEN | MÜRZZUSCHLAG | EISENSTADT
WWW.RUNDPAT | TELEFON: 0 26 35 - 63 3 65

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

Architekt

Haustechnikplaner

Installationsunternehmer

Bauunternehmer

Position im Unternehmen?

Geschäftsführer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört?

JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang Büroprojekte

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes innovatives Bauen steht?

JA NEIN

wenn JA, warum Behaglichkeit des Raumklima

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt?

JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem Wohnbauprojekt mit einer TBA zu tun?

JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist?

JA NEIN

Begründung Kosten f. Berechtigung

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? Neutral

Begründung Intelligente, tw. "Andere" Lösungen sind möglich

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

WOHNQUALITÄT, ENERGIEEFFIZIENZ

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

ENERGIEEINSPARUNG KANN DER ERRICHTER NICHT NUTZEN, AKZEPTANZ NOCH GERING

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

ICH HABE NOCH KEIN PROJEKT UNGESETZT

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

ERRICHTER - MIETER - HAUSVERWALTUNG
BAUHERSTELLER, HAUSTECHNIK

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

KOSTEN, UNGENÜGEND ERFABUNG,
NUTZERVERHALTEN

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

ICH HABE NOCH KEIN PROJEKT UNGESETZT

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

KANN ICH NICHT SAGEN JA NEIN
wenn JA, welche Größenordnung €/m²!. Begründung!

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

NEIN

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Herbert Schefberger.....

FIRMA: Aqua.....

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
Architekt
Haustechnikplaner
Installationsunternehmer **GF.**
Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? **JA** NEIN
wenn JA, in welchem Zusammenhang

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA **NEIN**
wenn JA, warum

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? **JA** NEIN
wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau **WB, Bürobau**

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA **NEIN**
wenn JA, Referenzprojekt
Anzahl der Wohneinheiten
Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA **NEIN**
Begründung **schlechtes Regelverhalten bei individueller Raumtemp. + zusätzliche Heizung**

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt?
Begründung **positiv für Sommerkühlung und für Energiespeicherung**

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

keine

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Kosten

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

Leitungen wurden angebohrt, nachträgliche Durchführungen fast nicht mehr möglich

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Eine TBA setzt eine perfekte Planung und deren Umsetzung voraus

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Planung, Ausführung, Kosten, Regelverhalten bei indiv. Raumtemperaturen (z.B. Bad), Zusatzheizung notwendig

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

Eine beheizte Gebäudehülle

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt? JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² k.A. Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

Ja, Sommerkühlung ist perfekt

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: **Herbert Strommer**

FIRMA: **Ing. Erich Pinetz GmbH**

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
- Haustechnikplaner
- Installationsunternehmer** **Filialeiter**
- Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? **JA** NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang ... **in Form der Beheizung einer monolithischen Platte, sowie als Deckenkühlung**

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? **JA** NEIN

wenn JA, warum **Die hohe Wärmeleit- und Speicherfähigkeit von Beton machen diesen Baustoff zu einem idealen Energieabsorber**

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? **JA** NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau **Bürobau, EFH**

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA **NEIN**

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? **JA** NEIN

Das große Potential besteht darin, die relativ geringe Heizlast dieser Gebäude über thermisch aktivierte Bauteile mit äußerst niedrigen Betriebstemperaturen abzudecken.
Begründung

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? **positiv**

Begründung **Das System arbeitet nahe der Raumtemperaturen und trägt so zu einem sehr behaglichen Raumklima bei.**

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Die aktivierten Betonbauteile bieten eine einfache störungsfreie Technik ohne bewegliche Teile und weisen eine Lebensdauer auf, die der Baustruktur entspricht. Das langlebige, wartungsarme, auf wechselnde Wittereinflüsse träge reagierende System arbeitet im energiesparenden Niedertemperaturbereich.

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Das System reagiert zeitversetzt, dadurch sind eventuell individuelle und schnelle Anpassungen der Temperatur nicht möglich.

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

Die Koordination mit dem Bauunternehmen in Bezug auf die Zeiteinteilung

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Ausarbeitung des Projektes für das Gewerk der TBA und Präzisierung der Leistungsgrenzen, Koordination der Arbeiten insbesondere der Rohrverlegung, Anbindung der Energierohre bis in die Energiezentrale

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Beschädigungen von Rohren durch unsachgemäße Bohrvorgänge oder ähnliches, für eine Reparatur muss das Rohr freigelegt, abgedichtet sowie die offene Stelle wieder geschlossen und instandgesetzt werden.

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

Sollen Gebäude ausschließlich mit einer Betonkernaktivierung beheizt und/oder gekühlt werden, dann müssen Architektur und Gebäudetechnik bestimmten Anforderungen entsprechen, daher ist eine gemeinsam Projektierung unumgänglich.

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

JA NEIN

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

Das System der TBA eröffnet in jedem Fall neue Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz von Gebäuden bei gleichzeitiger Sicherstellung höchster Ansprüche an die Behaglichkeit in den Räumen. Erreicht wird dies durch die Nutzung der Speichermasse des Gebäudes.

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

X

Aktuell mögen die Preise für eine Betonkernaktivierung noch etwas höher als für eine Fußbodenheizung sein, jedoch der Beton, der ohnehin verwendet werden muss, wird zum Energiespeicher, der zusätzliche Energiebedarf wird gesenkt und damit sinken auch die Energiekosten.

NAME: René Swirina

FIRMA: WIEBE Wiener Bauträger- u. Entwicklungsgesellschaft m.b.H.

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?

Architekt

Haustechnikplaner

Installationsunternehmer

Bauunternehmer

Bauträger Geschäftsführer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang ... Bei 2 Projekten umgesetzt

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN

wenn JA, warum ... innovativ, ja, energieeffizient abhängig von Erzeugung Heizung/Kühlung

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau ... Wohnbau, Bürobau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt ... 1160 Wien, Adolf Czettel Gasse 9

Anzahl der Wohneinheiten ... 54

Heizsystem ... Fernwärme

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN

Begründung ... Bedarf an mechanischer Kühlung wird immer größer, BTA in Errichtung und Betrieb effizienter und kostengünstiger als Split-Klimaanlagen

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral für gesamte WHA

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? ... positiv

Begründung ... ideales Raumklima, „sanfte“ Kühlung

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

Verkaufsargument, da sowohl Heizung als auch Kühlung mit einem System möglich ist
keine Heizflächen sichtbar, keine Geräuschbildung, keine Staubverwirbelung,
ideales Raumklima

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

träges System

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA
ergeben?

nachträgliche Änderungen von Grundrissen, Elektroinstallationen sind
praktisch nicht umsetzbar

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?

Baumeister - Installateur. Beschädigungen im Zuge des Betoniervorgangs.

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?

Beschädigungen an den Rohrleitungen sind schwierig und mit großem
Aufwand zu beheben

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

Regelung des Heiz-/Kühlbetriebs außertemperaturgesteuert ausführen und
nicht datumsbezogen

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im
Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem
Wohnbauprojekt?

wenn JA, welche Größenordnung €/m² 30-40 Begründung . Kühlzentrale JA NEIN erforderlich

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

Unser Bürogebäude verfügt selbst über eine Betonkernaktivierung. Ich kann
selbst bestätigen, dass ein sehr angenehmes Raumklima herrscht. Wichtiger finde
ich jedoch, dass man sowohl im Wohnbau als auch im Bürobau auf einen

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

* effizienten außenliegenden Sonnenschutz achtet

NAME: EDUARDO RECHON

FIRMA: KIENZEL BAU GES. D.O.U. + CO KG

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- Architekt
- Haustechnikplaner
- Installationsunternehmer
- Bauunternehmer GES. LEITER + ST

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN

wenn JA, in welchem Zusammenhang STB-DECKEN, WÄNDE

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN

wenn JA, warum SPRECHENFAHIGKEIT VON THERM. ENERGIE

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN

wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN

wenn JA, Referenzprojekt

Anzahl der Wohneinheiten

Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN

Begründung WEIL ICH PROJEKTE KENNE WO IN ZUSAMMENHANG MIT PASSIVBAUWEISE TBA NICHTBERÜCKSICHTIGT WIRD

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral

auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt?

Begründung WEIL HÖHEREN KOMFORT EMPFUNDEN WIRD

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

ALS AUSFÜHRENDE BISTU, KEINE ZUSATZGEBÜHREN
ALS NUTZEN SEHE 7.)

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

ERFORDERLICHE HÖHERE VERKÄUFBEI EINBAU VON TECHN. -
AUSWÄHLUNG U. DABEI LEICHTEREN VERLEITBARKEIT / BESCHÄDIGUNG

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

SEHE 9.)

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

BELUSSSEINBILDUNG BEI AUSFÜHRENDE PERSONEN,
ERFORDERLICHE WEITERENTWICKLUNG VON MATERIAL FÜR MEHR
ALLTAGSTÄUGLICHKEIT FÜR TECH. BESCHÄDIGUNG

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

TECH. BESCHÄDIGUNG, LANGFRISTIGE HALTBARKEIT IST
NOCH UNBEKANNT (MATERIALIEN)

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

- o) MITARBEITER SCHULEN, BEAUFICHTIGEN
- o) PLÄNE FÜR AUSFÜHRUNG ZUR BAUSTELLE EINLADEN

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m²? Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

JA, SEHE 9.)

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

LG
M. H.

EDU TECHSIA

NAME: **Reinhilde Tschida**

FIRMA: **MuT Architekten ZT KG**

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
Architekt Geschäftsführung
Haustechnikplaner
Installationsunternehmer
Bauunternehmer

2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
wenn JA, in welchem Zusammenhang **Geothermie; Kühlung u. Heizung**

3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
wenn JA, warum **Umweltschonend, Wirtschaftlicher Einsatz**

4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau

5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
wenn JA, Referenzprojekt
Anzahl der Wohneinheiten
Heizsystem

6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
Begründung **Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit**

7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? **Positiv**
Begründung **Verzicht auf Heizkörper/Heizgeräte und Klimageräte möglich
Bessere Verteilung der Kühlung**

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
**Wirtschaftlichkeit, Ökologie, Umweltschonung,
Für Nutzer Komfort einer Flächenheizung und Möglichkeit einer
Kühlung, (Bedarf im Wohnbau steigend);
Kombination verschiedener Ressourcen möglich**
9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?
**Heizlast-Beschränkung; Wärmeeintrag nicht zu gross;
Planung einer darauf abgestimmten Gebäudehülle - geringe Flexibilität
Auswahl der Baustoffe (Speichermasse am besten Beton)**
10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA
ergeben?

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?
**In der Planung, beim Entwurf muss übergreifend Bauphysik/Energie/Haus-
Technikplanung vorhanden sein, gute, gemeinsame Abstimmung!**
12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem
Wohnbauprojekt?
**Regionale Untersuchungen (Grundwasser, Kontaminierung etc)
Probeentnahmen; Investitionskosten,
Flexibilität, Wartung**
13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im
Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem
Wohnbauprojekt? JA NEIN
wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen? JA NEIN
17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen? JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: Bmstr. Ing. Karl Weiß

FIRMA: Johann Fuchs GesmbH.

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
- ~~Architekt~~
- ~~Haustechnikplaner~~
- ~~Installationsunternehmer~~
- Bauunternehmer **Geschäftsführer**
2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN-
- wenn JA, in welchem Zusammenhang **Heiz- und vorallem Kühldecken**
3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN-
- wenn JA, warum **Nutzung von vorhandenen Ressourcen > Grundwasser**
4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? ~~JA~~ NEIN
- wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau
5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? ~~JA~~ NEIN
- wenn JA, Referenzprojekt
- Anzahl der Wohneinheiten
- Heizsystem
6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN-
- Begründung **geringer Montage- und Kostenaufwand**
7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, ~~negativ oder neutral~~ auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt?
- Begründung **zeitverzögerte Abgabe der gespeicherten Energie**

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

mögliche Grundaustauslastung

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

verschiedene Nutzungsverhalten der einzelne Wohnungsmieter,
ev. auch in Kombination mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

HKLS-Planung, Annahme des Nutzungsverhalten

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

~~JA~~ NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

nein

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA ~~NEIN~~

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

~~JA~~ NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT

NAME: RICHARD ZIPFEL



FIRMA: Architekturbüro Teamplankraft
Staatlich befugter und beeideter Ziviltechniker
A-7212 Forchtenstein Wulkalände 6
T 0043 2626 65 465 www.plankraft.at

1. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an? Position im Unternehmen?
Architekt PROJEKTLEITUNG
~~Haustechnikplaner~~
~~Installationsunternehmer~~
~~Bauunternehmer~~
2. Haben Sie schon etwas von „thermischer Bauteilaktivierung“ (TBA) bzw. „Betonkernaktivierung“ gehört? JA NEIN
wenn JA, in welchem Zusammenhang KONDITIONIERUNG VON GEBÄUDEN
3. Sind Sie der Meinung, dass der Einsatz einer TBA für ein energieeffizientes, innovatives Bauen steht? JA NEIN
wenn JA, warum NIEDERTEMPORATUR AUF GROSSEN FLÄCHEN.
4. Haben Sie schon ein Projekt mit einer TBA umgesetzt? JA NEIN
wenn JA, in welcher Form? Wohnbau, Bürobau, Industriebau GEWERBEBAU
5. Hatten Sie schon bei einem **Wohnbauprojekt** mit einer TBA zu tun? JA NEIN
wenn JA, Referenzprojekt
Anzahl der Wohneinheiten
Heizsystem
6. Sind Sie der Meinung, dass eine TBA für einen großvolumigen Wohnbau geeignet ist? JA NEIN
Begründung WEISS ICH NICHT
7. Sind Sie der Meinung, dass sich eine TBA in der Decke positiv, negativ oder neutral auf den Komfort für den Nutzer in einem Raum auswirkt? POSITIV
Begründung GROSSFLÄCHIGE WÄRMEABGABE, KEINE LUFTZIRKULATION -> -> STAUBAUFWIRBLUNG.

8. Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

SIEHE 7.

9. Welche Nachteile sehen Sie beim Einsatz einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- TRÄGE

- UNTERSCHIEDLICHE NUTZENVENHALTEN - UND ANSPRÜCHE

10. Welche Probleme haben Sie bei einer Ihrer Projekte bei der Umsetzung einer TBA ergeben?

LEITUNGSBESCHÄDIGUNG BEIM VERLEGEN DER BEWEHRUNG.

11. Wo sehen Sie die heiklen Schnittstellen bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

ABLAUF: SCHALEN, BEWEHREN, BETONIEREN. ZEIT FÜR DRUCK - PROBLEME.

12. Wo liegt Ihrer Meinung nach das größte Risiko bei der Umsetzung einer TBA in einem Wohnbauprojekt?

- UNDICHTE LEITUNGEN. -> LECKORTUNG -> REPARATUR
- MONTAGEN DIE DEN MIETEN DURCHFÜHRT.

13. Was würden Sie beim nächsten Projekt in der Umsetzung anders machen/ändern?

/

14. Ergeben sich Ihrer Meinung nach Mehrkosten bei der Umsetzung einer TBA im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise mit einer Fußbodenheizung in einem Wohnbauprojekt?

JA NEIN

wenn JA, welche Größenordnung €/m² Begründung

15. Gibt es bereits Erkenntnisse aus dem Projekt mit einer TBA?

/

16. Würden Sie sich mehr Information über dieses Thema wünschen?

JA NEIN

17. Würden Sie Schulungen/Weiterbildungen zu diesem Thema besuchen?

JA NEIN

DANKE FÜR IHRE ZEIT