

Bauteilaktivierung in Gebäuden

Marktentwicklung 2022

Innovative Energietechnologien in Österreich

P. Biermayr, E. Prem

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

36h/2023



Danksagung:

Am vorliegenden Marktbericht haben zahlreiche Personen in Firmen, Verbänden, den Landesregierungen, den Institutionen zur Abwicklung von Förderungen auf Landes- und Bundesebene, sowie in den beteiligten Forschungseinrichtungen mitgewirkt. Ihnen sei für die konstruktive Kooperation während der Projektarbeit herzlich gedankt!

Unser Dank gebührt weiters Herrn Professor Gerhard Faninger, der die Marktentwicklung der Technologien Photovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen vom Beginn der Marktdiffusion in den 1970er Jahren bis zum Jahr 2006 erhoben, analysiert und dokumentiert hat. Die vorliegende Studie baut auf diesen historischen Zeitreihen auf und führt diese auf konsistente Art fort.

Für das Projektteam: Peter Biermayr

Die Marktberichte im Internet:

Die Kurz- und Langfassung, Steckbriefe der einzelnen Technologien sowie Präsentationsfolien aus den Markterhebungen werden unter

<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/publikationen/schriftenreihe-2023-36-marktentwicklung-energietechnologien.php> zum Download angeboten.

Impressum:

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA

Projektbegleitung: Mag. Hannes Bauer

Quellennachweis Titelbilder:

Holzpellets und Photovoltaikmodul: Peter Biermayr

Solarthermische Kollektoren: Bernhard Baumann

Erdkollektor: Firma Ochsner Wärmepumpen

Windkraftanlagen: IG Windkraft/Tag des Windes/Markus Axnix

Der auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorinnen/der Autoren ausgeschlossen ist.

Nutzungsbestimmungen: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Bauteilaktivierung in Gebäuden Marktentwicklung 2022

Innovative Energietechnologien in Österreich

Wissenschaftliche Projektleitung, Editor, Berichtsteile Wärmepumpen und
Bauteilaktivierung in Gebäuden: ENFOS e. U.
DI Dr. Peter Biermayr, Mag. Evelyne Prem



Wien, Mai 2023

Im Auftrag des Bundesministeriums für
Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorwort



Leonore Gewessler

Die österreichische Bundesregierung hat es sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 Klimaneutralität zu erreichen. Um die Klimawende zu erreichen, sind Energietechnologien essentiell. Das Monitoring dieser Marktentwicklung ist unerlässlich und ermöglicht die Evaluierung von energie- und forschungspolitischen Steuerungsmaßnahmen und stellt die Grundlage für weitere energiepolitische Aktivitäten dar. Daher erhebt das Klimaschutzministerium jährlich die Entwicklung der Installation und Produktion von Windenergie, Solarthermie, Photovoltaik, fester Biomasse und Wärmepumpen. Auch PV-Batteriespeicher, Großwärmespeicher, Bauteilaktivierung in Gebäuden und innovative Energiespeicher werden erhoben, als wichtige Säulen zum Erreichen der Klima- und Energieziele.

Nun sind die Ergebnisse für das Datenjahr 2022 da und sie sind höchst erfreulich: Die Energiewende schreitet voran! Die Maßnahmen der Bundesregierung – wie z. B. „Raus aus Öl und Gas“ und Förderungen für Photovoltaik und Windkraft – greifen und zeigen das zweite Jahr in Folge eine äußerst positive Entwicklungsdynamik.

Die Verkaufszahlen von Biomassekesseln stiegen von 2021 auf 2022 um 64 %, bei Biomasseöfen um 40 %, bei Wärmepumpen um 60 %, bei Photovoltaik um 36 % und bei der Windkraft um 8 %. Auch der Speicherbereich profitiert von der Vielzahl an Förderungen und Angeboten: Der Absatz von PV-Batteriespeichern wuchs um 75 %, in Nah- und Fernwärmenetze wurden neue Behälterspeicher im Umfang von 3.326 m³ errichtet und das durch die Bauteilaktivierung erschlossene netzdienliche Lastverlagerungspotenzial konnte um 29 % gesteigert werden.

Diese Erfolge basieren auch auf den jahrelangen Anstrengungen in den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation (FTI). Die zugrundeliegende FTI-Strategie der Bundesregierung steht im Zentrum der österreichischen Standortpolitik. Ein Beispiel: So forschen zurzeit 47 österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen an innovativen Energiespeichertechnologien, wobei 25 dieser Unternehmen bereits höchst innovative Produkte am Markt anbieten.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen auch, dass Menschen und Firmen verstärkt in Technologien zur Bereitstellung und der Speicherung erneuerbarer Energien investieren. Diese Daten und die daraus ableitbaren Schlussfolgerungen sind eine wichtige Grundlage für Bund und Bundesländer, um weitere geeignete Rahmenbedingungen für eine forcierte Strom- und Wärmewende und auch die europäische Technologiesouveränität zu schaffen. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine informative Lektüre.

Leonore Gewessler

Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1. Steckbrief Bauteilaktivierung in Gebäuden	10
2. Profile Thermal activated building parts	12
3. Schlussfolgerungen Bauteilaktivierung in Gebäuden	13
4. Conclusions Thermal activated building parts	13
5. Präsentationsunterlagen	15
6. Marktentwicklung Thermische Bauteilaktivierung in Gebäuden.....	17
6.1 Definition des Untersuchungsgegenstandes.....	17
6.2 Smart Grid Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie	18
6.3 Marktentwicklung.....	19
6.3.1 Zukünftige Marktentwicklung	22
6.3.2 Kosten der Bauteilaktivierung.....	23
6.3.3 Förderungen.....	24
6.4 Technologiespezifische Informationen	26
6.5 Wertschöpfungskette und Firmen	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials	10
Abbildung 2 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen.....	11
Figure 3 – Development of the grid-beneficial load shift potential	12
Abbildung 4 – Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich.....	19
Abbildung 5 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen.....	20
Abbildung 6 – Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen	21
Abbildung 7 – Lastverlagerungspotenzial Gang- und Dauerlinie über ein Jahr	22
Abbildung 8 – Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizungsmarkt.....	23
Abbildung 9 – Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung	25

1. Steckbrief Bauteilaktivierung in Gebäuden

In Gebäuden und Gebäudeteilen kann Wärme und Kälte gespeichert werden. Haben Gebäude eine große Masse und eine gute Wärmedämmung, so resultiert daraus eine thermische Trägheit, die zur Lastverlagerung genutzt werden kann. In massive Gebäudeteile werden dafür Kunststoffschläuche eingebaut, durch die ein Wärmeträgermedium strömt. Für das übergeordnete Energiesystem dienlich ist eine Lastverlagerung dann, wenn z. B. ein Netzbetreiber die Möglichkeit hat, die Last über eine Schnittstelle in einem gewissen Rahmen zu steuern. Aktivierte Bauteile und Gebäude werden in der Regel mit Wärmepumpenanlagen geheizt und/oder gekühlt. Die in Österreich installierten Wärmepumpen lassen sich dabei ab dem Jahr 2005 in der Regel fernschalten und sind ab dem Jahr 2015 mit einer Smart Grid Schnittstelle ausgestattet, die eine Fernsteuerung der Anlage über die Kommunikationsschnittstelle eines Smart Meters ermöglicht. Ende des Jahres 2022 waren in Österreich ca. 201.400 Gebäude mit Smart Grid Wärmepumpen ausgestattet, was einem Lastverlagerungspotenzial von ca. 0,70 GW_{el} entspricht. Dieses Potenzial wuchs von 2021 auf 2022 dabei um 29,1 %, siehe **Abbildung 1**.

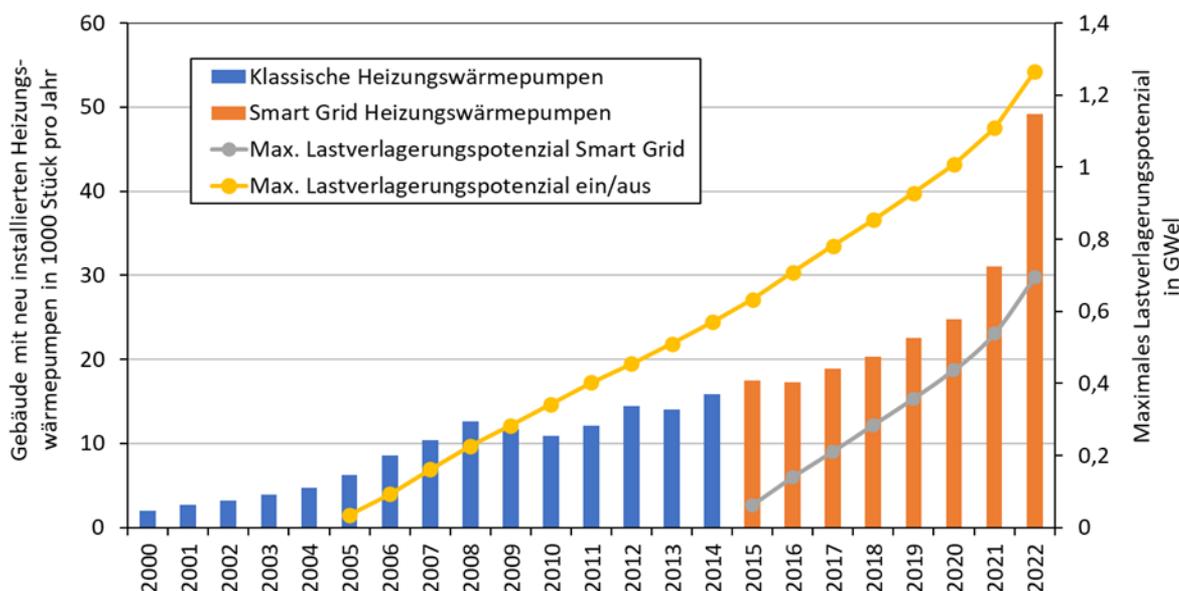


Abbildung 1 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials durch thermisch aktivierte Bauteile und Gebäude. Quelle: ENFOS (2023)

Werden Gebäude mit fernschaltbaren Wärmepumpen in das Lastverlagerungspotenzial eingerechnet, so resultiert daraus im Jahr 2022 ein Bestand von 334.900 Gebäuden mit einem maximalen Lastverlagerungspotenzial von 1,27 GW_{el}. Dieses Potenzial ist von 2021 auf 2022 um 14,1 % angewachsen. Das maximale Lastverlagerungspotenzial kann dabei jedoch nur bei temperaturbedingt hohen Heiz- oder Kühlleistungsanforderungen abgerufen werden und ist entsprechend der Temperaturverteilung und unter Berücksichtigung der Heiz- und Kühlgrenztemperaturen und der Heiz- bzw. Kühllkurven der Gebäude über das Jahr verteilt. Das maximale netzdienliche Lastverlagerungspotenzial ist deshalb nur an wenigen Stunden im Jahr abrufbar, 50 % des maximalen Potenzials jedoch bereits an 1.120 Stunden im Jahr.

Die nur relativ kurzfristig (wenige Tage im Voraus) prognostizierbare Aufkommensstochastik und das durch die Taktung bzw. die Modulation der Anlagen relativierte maximale Lastverlagerungspotenzial reduzieren bislang die Motivation seitens der Netzbetreiber, das vorhandene Potenzial auch zu nutzen. Mit zunehmender Marktdiffusion von Smart Grid

Wärmepumpen, steigender Verfügbarkeit von Smart Metern und entsprechenden thermischen Zeitkonstanten von Gebäuden wird die Attraktion der netzdienlichen Lastverlagerung mittels Bauteilaktivierung für Netzbetreiber in Zukunft jedoch rasch steigen.

Abbildung 2 dokumentiert die in Österreich jährlich neu installierte thermische Leistung von Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen. Die Abbildung zeigt, dass der Großteil des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials im Bereich der kleinen Leistungsklassen bis 20 kW angesiedelt ist. Zur Mobilisierung des Potenzials müssten Netzbetreiber deshalb eine “Schwarmlösung” anstreben, welche die zahlreichen dezentralen Kleinanlagen adressiert. Im Bestand 2022 waren dies rund 153.400 Anlagen bis 10 kW und 153.700 Anlagen größer 10 kW bis 20 kW. Hinzu kommen ca. 20.100 Anlagen größer 20 kW bis 50 kW und ca. 5.300 Anlagen größer 50 kW.

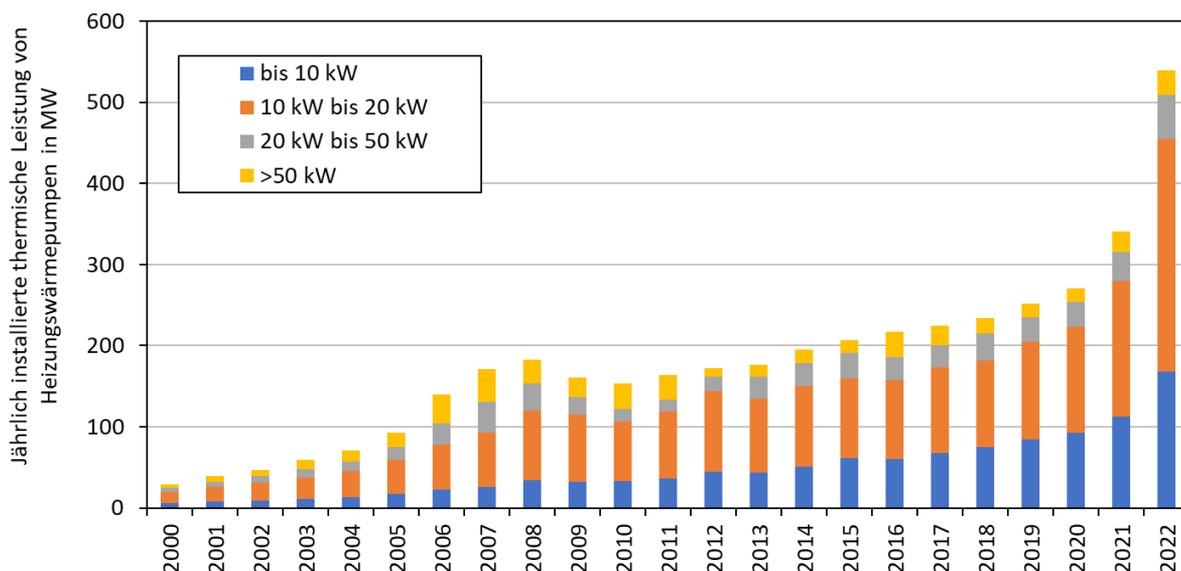


Abbildung 2 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen bis 2022. Quelle: ENFOS (2023)

Die nationale Wertschöpfung aus der thermischen Aktivierung von Gebäudeteilen und Gebäuden ist schwer separierbar. Streng technologiespezifisch sind dabei zusätzliche Planungsleistungen, ein zusätzlicher Einsatz von Kunststoff-Wärmetauscherrohren, sowie die Smart Grid Schnittstelle an der Wärmepumpenanlage bzw. der Smart Meter des Netzbetreibers, welcher die Kommunikation im System ermöglicht.

Die bei der Bauteilaktivierung in Gebäuden erhöhten Planungskosten waren im Zeitraum von Dezember 2020 bis März 2023 durch den Klima- und Energiefonds förderbar. Förderungen wurden dabei in Form von Zuschüssen für Planungsdienstleistungen vergeben. Im genannten Zeitraum wurden in diesem Förderprogramm 52 Förderberatungen durchgeführt und 19 Projekte wurden genehmigt bzw. sind seitens der Förderstelle in Bearbeitung.

Das Lastverlagerungspotenzial aus der thermischen Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden wird angesichts der sich abzeichnenden Marktentwicklung in den kommenden Jahren rasch anwachsen. Hierbei wird auch das Thema der Gebäudekühlung sukzessive an Bedeutung gewinnen. Mit der flächendeckenden Verfügbarkeit von Smart Metern und generell steigenden Anteilen volatilen erneuerbaren Stromes in den Netzen ist in den kommenden Jahren in der Folge die rasche Entwicklung von Geschäftsmodellen seitens der Netzbetreiber und Energieversorger zu erwarten.

2. Profile Thermal activated building parts

Heat and cold can be stored in buildings and building components. If buildings have a great mass and a good heat insulation this leads to thermal inertia which can be used for load transfer. Plastic tubes are built into massive building components through which a heat carrier medium flows. The load transfer is useful for the overriding energy system if for instance a grid operator has the possibility to control the load via an interface to a certain extent. Activated building components and buildings are generally heated and/or cooled with heat pump installations. Heat pumps installed in Austria can generally be switched remotely since 2005 and have been equipped with a Smart Grid interface since 2015. At the end of 2022 approximately 201,400 buildings have been equipped with Smart Grid heat pumps in Austria which corresponds to a load transfer potential of approximately 0.70 GW_{el}. This potential has increased from 2021 to 2022 by 29 % see **Figure 3**.

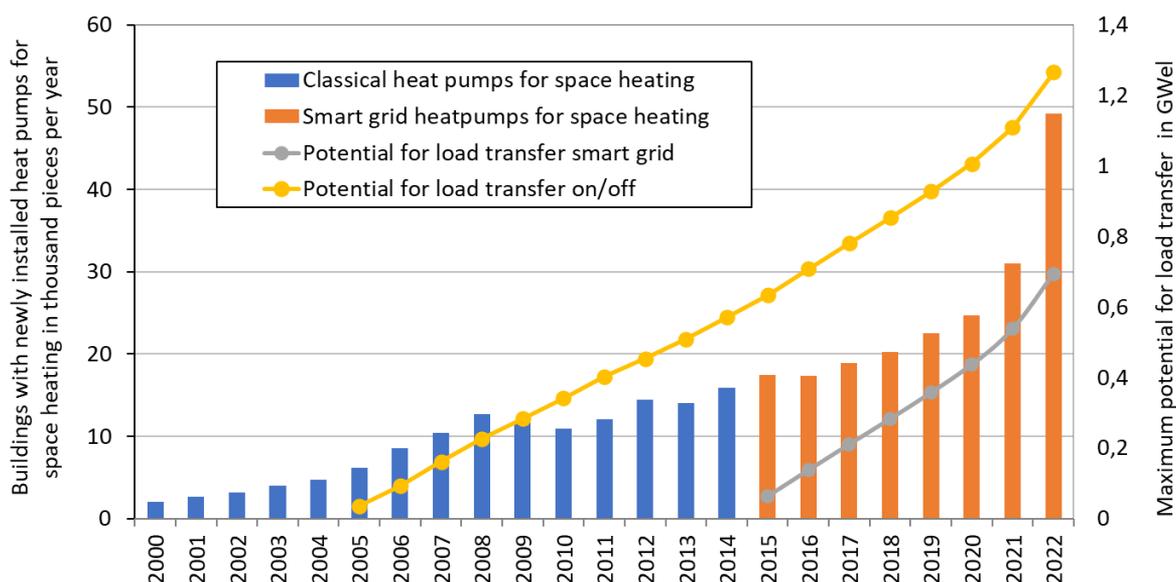


Figure 3 – Development of the grid-beneficial load shift potential with classic and Smart Grid heat pumps in pieces and the resulting load shift potential in GW_{el}. Source: ENFOS (2023)

If buildings with remotely switched heat pumps are taken into account for the load transfer potential this results in a stock of 334,900 buildings with a maximum load transfer potential of 1.27 GW_{el} in 2022. However, the maximum load transfer potential can only be accessed when there is a high cooling or heating demand due to temperature and is according to the temperature distribution spread over the whole year.

The national added value from the thermal activation of building components and buildings can hardly be separated. Only an additional planning service is strictly technologically specific as may be an additional use of plastic heat exchanger tubes as well as the Smart Grid interface of the heat pump installation respectively the Smart Meter of the grid provider that makes the communication in the system possible. The load transfer potential from thermal activation of building components and buildings will rapidly grow in the upcoming years and with the comprehensive availability of Smart Meters the rapid development of business models on the part of grid operators respectively energy suppliers can be expected.

3. Schlussfolgerungen Bauteilaktivierung in Gebäuden

Die Speicherung von Wärme und/oder Kälte in Bauteilen von Gebäuden oder in ganzen Gebäuden stellt in Österreich ein großes Speicherpotenzial dar, das im Zuge der Energiewende wertvolle Beiträge zum Lastmanagement leisten kann. Zwar geht es dabei primär um die kurz- bis mittelfristige Speicherung von Wärme und/oder Kälte, also um thermische Energie. Da dieser Ansatz im strengeren Sinne jedoch mit dem Einsatz von Wärmepumpen verbunden ist, entsteht auf diesem Wege ein großes netzdienliches Lastverlagerungspotenzial von elektrischer Energie. Eine smarte Nutzung dieses Potenzials setzt die Verfügbarkeit von Smart Grid Ready Wärmepumpen und von Smart Metern voraus. Entsprechende Wärmepumpen diffundieren nicht zuletzt durch das Rekordergebnis des Jahres 2022 zurzeit rasch in den Markt und die Netzbetreiber arbeiten mit Hochdruck an der flächendeckenden Installation von Smart Metern. Dies lässt auch das theoretisch nutzbare Lastverlagerungspotenzial rasch anwachsen und mit zunehmender Anlagendichte wird die Hebung des Potenzials für die Akteure aus der Energiewirtschaft immer attraktiver. Mit der Entwicklung passender Geschäftsmodelle ist zu erwarten, dass die Nutzung bereits vorhandener Potenziale zeitnah erfolgen wird.

Die erforderlichen technischen Komponenten wie passende Baustoffe, Wärmetauscher, das Smart Grid Interface an den Wärmepumpen oder die Smart Meter sind heute Standardkomponenten. Chancen für Forschung und Entwicklung liegen jedoch entlang der Wertschöpfungskette im Bereich der optimalen thermischen Erschließung der Gebäude, des Energiemanagements innerhalb des Gebäudes, im Bereich der Geschäftsmodelle der Netzbetreiber und ggf. der Energielieferanten, sowie bei Algorithmen zur optimalen Nutzung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials im Netzbetrieb. Förderlich sind in diesem Bereich die Berücksichtigung dieser Themen in entsprechenden Forschungsprogrammen und die Förderung nationaler und internationaler Kooperationen zwischen Akteuren aus der Energiewirtschaft und entsprechenden Forschungseinrichtungen.

4. Conclusions Thermal activated building parts

The storage of heat and/or cooling in building components or in entire buildings is a great storage potential in Austria which can make a valuable contribution for the load management in the course of the energy transition. Primarily it is the question of short-term to long-term storage of heat and/or cooling thus thermal energy. However, as this approach is in a strict sense connected to the use of heat pumps, a great grid beneficial load transfer potential of electric energy is created in this manner. A smart use of this potential requires the availability of Smart Grid Ready heat pumps and Smart Meters. Corresponding heat pumps momentarily diffuse quickly into the market not least thanks to the record result of 2022 and the grid operators work with high-pressure on an area-wide installation of Smart Meters. This also causes the theoretically useable load transfer potential to grow rapidly and with an increasing density of installations the lifting of the potential for the agents of the energy economy become more and more attractive. With the development of suitable business models, it can be expected that the use of already existing potentials will follow soon.

The necessary technical components as suitable building materials, heat exchanger, the Smart Grid Interface of the heat pumps or the Smart Meters are nowadays standard components. Anyhow, chances for research and development lie with the value creation chain in the area of the ideal thermal development of buildings, the energy management within the building, in the area of business models of network operators and as the case may be the energy

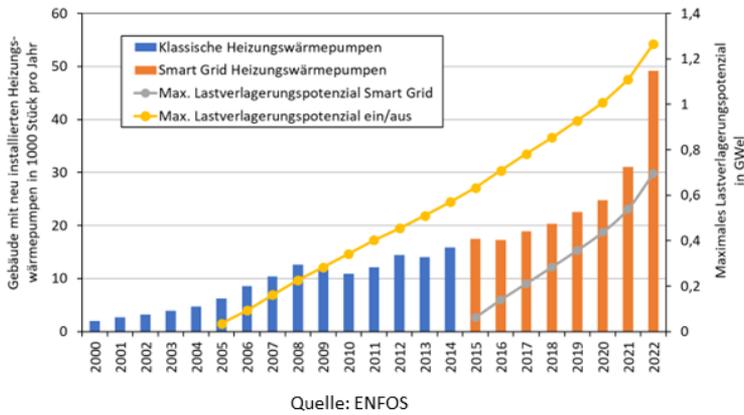
suppliers as well as with algorithms for an ideal use of the grid beneficial load transfer potential in grid operation. In this field the consideration of these topics in the corresponding research programs and the promoting of national and international cooperation between agents from the energy economy and the corresponding research institutions is favourable.

5. Präsentationsunterlagen

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

bmk.gv.at

Gebäudeaktivierung: Marktentwicklung 2022



Netzdienliches
Lastverlagerungspotenzial:

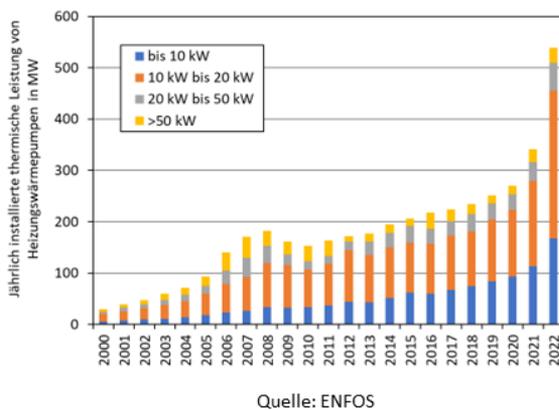
- Rundsteuerung:
max. 1,3 GW_{el}
2021→2022: +14,1 %
- Smart Grid WP:
max. 0,7 GW_{el}
2021→2022: +29,1 %

44

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

bmk.gv.at

Gebäudeaktivierung: Verteilung Leistungsklassen



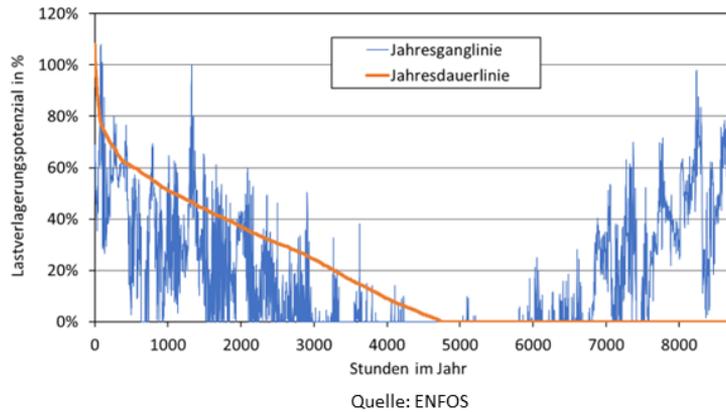
Leistungsklassen:

- bis 10 kW: +48,5 %
- >10 kW – 20 kW: +72,0 %
- >20 kW – 50 kW: +50,5 %
- >50 kW: +19,9 %

→ Schwarmlösung nötig

45

Gebäudeaktivierung: Erfolgsfaktoren



Erfolgsfaktoren:

- Kritische Masse an Smart Grid Wärmepumpen
- Flächendeckende Verfügbarkeit von Smart Metern
- Hohe Regelenergiepreise
- Attraktive Geschäftsmodelle für Netzbetreiber

46

Gebäudeaktivierung: Schlussfolgerungen

- In den kommenden Jahren ist ein rasches Wachstum des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials durch die Bauteilaktivierung zu erwarten
- Das Ausrollen der Smart Meter ermöglicht die Nutzung des Potenzials seitens der Netzbetreiber.
- Die zukünftige Preisentwicklung in den Regelenergiemärkten ist wesentlich
- Die Entwicklung entsprechender Geschäftsmodelle baut auf den genannten Aspekten auf

47

6. Marktentwicklung Thermische Bauteilaktivierung in Gebäuden

In den Baumassen von Gebäuden und Gebäudeteilen kann Wärme und Kälte gespeichert werden. Haben Gebäude oder Gebäudeteile eine große Masse und eine gute Wärmedämmung, so resultiert daraus eine große thermische Zeitkonstante. Diese Gebäudeeigenschaft kann in der Folge für einen Lastausgleich oder eine Lastverlagerung genutzt werden. Um Wärme und/oder Kälte gezielt auf Gebäudeteile übertragen zu können, werden im Zuge der Errichtung eines Gebäudes flexible Kunststoffrohre in massive Gebäudeteile eingebaut. In der Regel handelt es sich dabei um Bauteile aus Stahlbeton, in deren Bewehrungsgeflecht die Kunststoffrohre vor dem Einbringen des Betons verlegt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Studie erfolgt die Quantifizierung des maximal nutzbaren systemdienlichen Effekts aus der thermischen Bauteilaktivierung. Der dabei verfolgte methodische Ansatz wurde in **Kapitel 3.2.4** in „Innovative Energietechnologien in Österreich: Marktentwicklung 2022 (Langfassung), 36a/2023“ dargestellt.

6.1 Definition des Untersuchungsgegenstandes

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Informationen über die Marktentwicklung systemdienlicher Energiespeicher zu generieren. Diesbezüglich entlasten z. B. Photovoltaik-Batteriespeicher das elektrische Netz, da der Lastfluss über das Netz aufgrund der dezentralen Speicher reduziert wird. Photovoltaik-Batteriespeicher sind deshalb netzdienlich. Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen helfen bei der Systemintegration von volatiler erneuerbarer Wärme, z. B. aus thermischen Solaranlagen und eröffnen für den Netzbetreiber Möglichkeiten zur Optimierung der Anlage und deren Betrieb. Diese Speicher können deshalb ebenfalls als systemdienlich bezeichnet werden.

Bei der thermischen Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden eröffnet sich in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, die zu einem bestimmten Zeitpunkt erforderliche Heiz- oder Kühlleistung um eine gewisse Zeitspanne zu verschieben, ohne dass NutzerInnen der Gebäude dies wahrnehmen können. Nun hängt es davon ab, welches Heiz- oder Kühlsystem zur Wärme- oder Kältebereitstellung verwendet wird. In den meisten Fällen ist dies bei aktivierten Bauteilen oder Gebäuden eine elektrisch angetriebene Wärmepumpenanlage. Hat nun ein Netzbetreiber die Möglichkeit, den Betrieb von Wärmepumpen über eine Kommunikationsschnittstelle zu beeinflussen, so kann eine unmittelbar netzdienliche Lastverlagerung durchgeführt werden.

Ein Lastausgleich innerhalb eines Gebäudes oder zwischen dem Gebäude und seiner Umgebung (z. B. “free cooling“ über Erdsonden) stellt zwar eine Komfortmaßnahme dar und bewirkt eine Einsparung von Energie, eröffnet dem übergeordneten Energiesystem aber keine Möglichkeit des Lastmanagements. Vergleichbar wäre dieser Fall mit einem Passivhaus, dessen Wärmebedarf für das übergeordnete Energiesystem bestenfalls nicht sichtbar ist.

Weitere Varianten sind Kombinationen von aktivierten Bauteilen und Gebäuden mit Wärmebereitstellungssystemen auf Basis stofflich speicherbarer fossiler oder erneuerbarer Endenergieträger. In diesem Bereich sind durch die Möglichkeit der Lastverlagerung zwar interne Effizienzgewinne möglich (z. B. niederfrequenterer Taktung eines Kessels), im übergeordneten Energiesystem treten jedoch keine kurzfristigen dienlichen Effekte auf. Bei einer Wärmeversorgung von aktivierten Gebäuden über ein Nah- oder Fernwärmenetz könnte das Lastverlagerungspotenzial aus technischer Sicht vom Wärmenetzbetreiber prinzipiell genutzt werden. Da es sich bei Wärmenetzen jedoch um prinzipiell thermisch sehr träge

Systeme handelt (Speichereigenschaften des Wärmenetzes plus thermische Trägheit der Last), wäre der mögliche zusätzliche Benefit einer frei abrufbaren kurz andauernden Lastverschiebung jedoch marginal.

Als Untersuchungsgegenstand verbleiben im Sinne systemdienlicher Energiespeicher somit thermisch aktivierte Bauteile und Gebäude, welche mittels elektrisch angetriebener Wärmepumpenanlage mit Wärme und/oder Kälte versorgt werden.

6.2 Smart Grid Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie

Um das Lastverlagerungspotenzial der Bauteil- und Gebäudeaktivierung netzdienlich zu machen, muss es dem Netzbetreiber möglich sein, Einfluss auf die Betriebsweise der Wärmepumpen nehmen zu können. Hierfür ist eine Kommunikationsschnittstelle zum Wärmepumpenaggregat erforderlich, die in einem Regularium für das “Smart Grid Ready“ Label definiert wurden, siehe bwp (2020). Dieses Regelwerk sieht für Heizungswärmepumpen folgende 4 Betriebszustände vor:

Betriebszustand 1: Dieser Betriebszustand ist abwärtskompatibel zur häufig zu festen Uhrzeiten geschalteten EVU-Sperre und umfasst maximal 2 Stunden “harte“ Sperrzeit.

Betriebszustand 2: In dieser Schaltung läuft die Wärmepumpe im energieeffizienten Normalbetrieb mit anteiliger Wärmespeicher-Füllung für die maximal zweistündige EVU-Sperre.

Betriebszustand 3: In diesem Betriebszustand läuft die Wärmepumpe innerhalb des Reglers im verstärkten Betrieb für Raumheizung und Warmwasserbereitung. Es handelt sich dabei nicht um einen definitiven Anlaufbefehl, sondern um eine Einschaltempfehlung entsprechend der heutigen Anhebung.

Betriebszustand 4: Hierbei handelt es sich um einen definitiven Anlaufbefehl, insofern dieser im Rahmen der Regeleinstellungen möglich ist. Für diesen Betriebszustand müssen für verschiedene Tarif- und Nutzungsmodelle verschiedene Regelungsmodelle am Regler einstellbar sein:

a. Variante 1: Die Wärmepumpe (Verdichter) wird aktiv eingeschaltet.

b. Variante 2: Die Wärmepumpe (Verdichter und elektrische Zusatzheizungen) wird aktiv eingeschaltet, optional: höhere Temperatur in den Wärmespeichern.

Diese Konvention ermöglicht dem Netzbetreiber einerseits eine Lastverlagerung von maximal 2 Stunden in die Zukunft und andererseits ein zeitlich nicht festgelegtes Vorziehen der Last. Dieses Modell setzt somit voraus, dass die Behaglichkeit in einem Gebäude während der maximal 2 Stunden “harten“ Sperrzeit erhalten bleibt, wobei der Netzbetreiber durch die weiteren definierten Betriebszustände die Möglichkeit hat, vor Beginn einer Sperrzeit Wärme im Gebäude oder in technischen Speichern zu puffern.

In Hinblick auf die thermische Trägheit von modernen, gut wärmegeprägten Massivbauten mit aktivierten Gebäudeteilen ist das Modell des Smart Grid Wärmepumpen-Labels uneingeschränkt anwendbar. Im Bereich des Leichtbaues wäre ggf. im Rahmen einer empirischen Studie zu prüfen, ob eine zweistündige Abschaltung der Wärmezufuhr ohne weitere Maßnahmen von NutzerInnen akzeptiert wird, oder ob in ein solches System für diesen Zweck noch ein technischer Wärmespeicher (in der Regel ein Wasser-Behälterspeicher) integriert werden muss.

Im Zuge der Erhebung des Wärmepumpenmarktes für das Datenjahr 2021 wurde der Anteil der Smart Grid Heizungswärmepumpen am Gesamtabatz von Heizungswärmepumpen abgefragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die abgesetzten Heizungswärmepumpen sowohl im Jahr 2020 als auch im Jahr 2021 beinahe 100 % Smart Grid Wärmepumpen waren. Für die weitere Berechnung wurde nach zusätzlicher Rücksprache mit dem Verband Wärmepumpe Austria pragmatisch angenommen, dass neu installierte Heizungswärmepumpen in Österreich ab dem Installationsjahr 2015 “smart grid ready“ sind. Weiters kann davon ausgegangen werden, dass neu installierte Heizungswärmepumpen ab dem Jahr 2005 stets rundsteuer-tauglich waren, d. h. entsprechende Aggregate konnten bereits in der Vergangenheit über einen klassischen Rundsteuerempfänger ein- und ausgeschaltet werden. Hinterlegt waren dabei günstige unterbrechbare Wärmepumpentarife, welche einen Anreiz für die NutzerInnen darstellten. Eine größere Verbreitung fanden diese Systeme vor allem in Oberösterreich, das auch über einen großen Wärmepumpenbestand verfügt. Wegen der Eindeutigkeit der Ergebnisse aus den Erhebungen zu den Datenjahren 2020 und 2021 wurde das Merkmal “smart grid ready“ in der Erhebung zum Datenjahr 2022 nicht mehr abgefragt.

6.3 Marktentwicklung

Der Begriff “Marktentwicklung“ wird im Zusammenhang mit der Bauteil- und Gebäudeaktivierung im Weiteren auf das damit zusammenhängende netzdienliche Lastverlagerungspotenzial bezogen, welches mittels Smart Grid Heizungswärmepumpen erschlossen werden kann.

Abbildung 4 zeigt die Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen für den Zeitraum von 2000 bis 2022. Für das Bestandsmodell wird von einer technischen Lebensdauer der Wärmepumpenaggregate von 20 Jahren ausgegangen. D. h. der Gesamtbestand an Heizungswärmepumpen am Ende des Jahres 2022 umfasste die Jahrgänge von 2003 bis 2022 und belief sich auf 327.027 Stück.

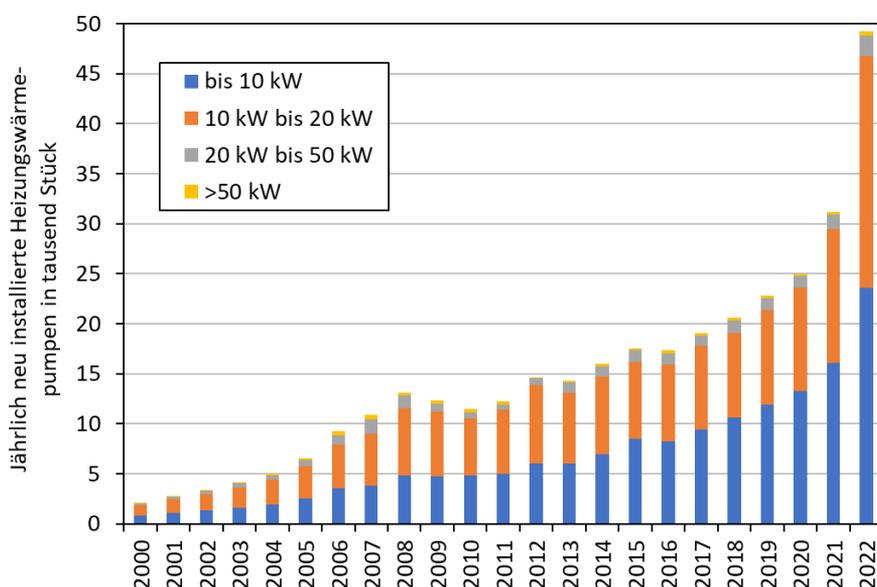


Abbildung 4 – Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2022. Quelle: ENFOS (2023)

Die Verteilung der Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen deutet bereits darauf hin, dass eine Nutzung des Gesamt-Lastverlagerungspotenzials eine Schwarmlösung erforderlich ist

macht. Für die Bauteilaktivierung in Großprojekten sind die Leistungssegmente >50 kW relevant. Diese setzten sich im Datenjahr 2022 aus 315 Anlagen im Segment >50 kW bis 100 kW, 46 Anlagen im Segment >100 kW bis 350 kW, 2 Anlagen im Segment >350 kW bis 600 kW und 8 Anlagen im Segment >600 kW bis 1500 kW zusammen. Es handelt sich dabei jeweils um Heizungswärmepumpen, also nicht um projektspezifisch gefertigte Industriewärmepumpen, wie sie beispielsweise im Fernwärme- und Prozessbereich eingesetzt werden. Es handelte sich im Datenjahr 2022 folglich um insgesamt 371 Großprojekte mit wärmepumpenbasierter Wärme- und Kälteversorgung. Aus der Sicht der Nutzung eines Lastverlagerungspotenzials erscheinen diese Anlagen zunächst als besonders attraktiv, da pro Kommunikationsschnittstelle und pro Vertrag relativ große Leistungen abgerufen werden können. Die Verteilung der kumulierten Leistungen auf die Leistungsklassen zeigt jedoch, dass mit der Erschließung dieser Großprojekte alleine nur ein Bruchteil des gesamten Potenzials gehoben werden kann.

Abbildung 5 dokumentiert in diesem Sinne die in Österreich jährlich neu installierte thermische Leistung von Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen um den Einfluss der oben genannten Stückzahlen zu veranschaulichen. In dieser Darstellung werden die größeren Leistungsklassen aufgrund ihrer größeren mittleren Anlagenleistung deutlicher sichtbar als in der Darstellung nach Stückzahlen. Die absolute Bedeutung der großen Leistungsklassen bleibt allerdings weiterhin jener der kleinen Leistungsklassen deutlich untergeordnet. Aus der Sicht eines Netzbetreibers ist es daher unumgänglich, auch den großen “Schwarm” an Kleinanlagen ins Visier zu nehmen.

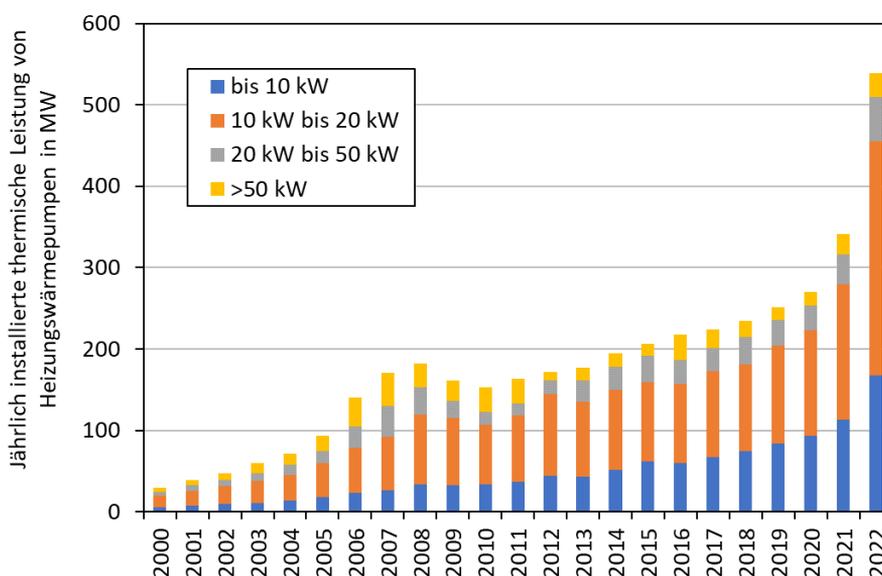


Abbildung 5 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2022. Quelle: ENFOS (2023)

Die installierte thermische Gesamtleistung aller in Österreich im Jahr 2022 in Betrieb befindlichen Heizungswärmepumpen betrug 4,0 GW. Werden nur jene Heizungswärmepumpen eingerechnet, die eine prinzipielle Rundsteuertauglichkeit aufweisen (Jahrgänge 2005 bis 2022), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung geringfügig auf 3,9 GW. Werden nur Smart Grid Heizungswärmepumpen eingerechnet (Jahrgänge 2015 bis 2022), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung weiter auf 2,3 GW. Aus der aus dem Wärmepumpen-Bestandsmodell resultierenden elektrischen Jahresarbeit und den mittleren Volllaststunden der Anlagen lässt sich schlussendlich die mittlere elektrische Leistung des

jeweiligen Bestandes ermitteln: für den Gesamtbestand an Heizungswärmepumpen in Österreich (Jahrgänge 2003 bis 2022) resultiert eine elektrische Leistung von 1,3 GW, für den Bestand ab 2005 (Rundsteuerfähigkeit) ebenfalls rund 1,3 GW und für den Bestand ab 2015 (Smart Grid ready) 0,7 GW.

Die genannten Zahlen bezeichnen jeweils die Gesamtleistung aller entsprechenden Wärmepumpen. Sie stellen damit das maximal abrufbare Potenzial dar, da sie eine Gleichzeitigkeit des Betriebes aller Heizungswärmepumpen implizieren. In der Realität sind die auftretenden Leistungen durch Teillastbetrieb (Taktung oder Modulierung) deutlich geringer. Dies gilt natürlich in derselben Weise auch in Hinblick auf das Lastverlagerungspotenzial, das in **Abbildung 6** einmal für die zumindest rundsteuerfähigen und einmal für die Smart Grid Heizungswärmepumpen dargestellt ist.

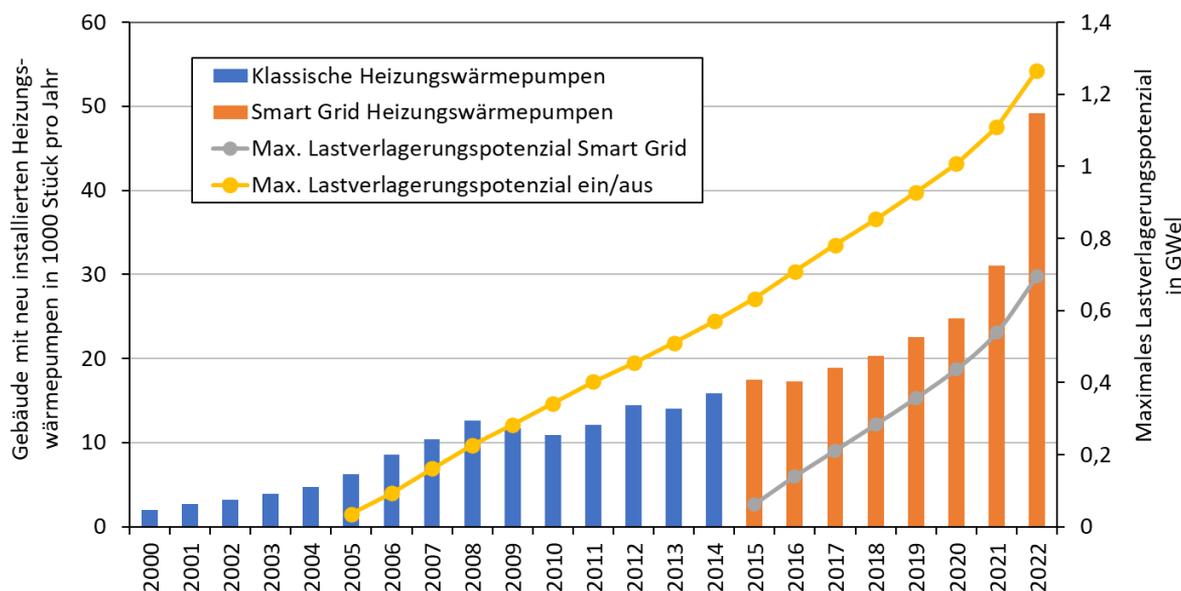


Abbildung 6 – Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen in Österreich. Quelle: ENFOS (2023)

Das tatsächlich adressierbare Lastverlagerungspotenzial korreliert mit der allgemeinen Heizungsanforderung (repräsentiert u. a. durch die Außentemperatur) und wird oberhalb der Heizgrenztemperatur marginal. Das heißt, dass ein Großteil des Lastverlagerungspotenzial nur bei kalter Witterung zur Verfügung steht. Für den Kühlbereich gelten prinzipiell dieselben Zusammenhänge, wobei das Lastverlagerungspotenzial im Kühlbereich in Österreich aufgrund des noch relativ geringen Ausstattungsgrades an Raumkühlung und -klimatisierung für Netzbetreiber kaum attraktiv sein dürfte. Aus strategischer Sicht kommt hinzu, dass die elektrische Leistung zur Deckung der sommerlichen Gebäudekühllast streng mit der Aufkommensstochastik von Photovoltaikstrom korreliert ist. Dadurch wird es in Zukunft voraussichtlich wenig attraktiv sein, Kühllasten zu verschieben.

Der Jahresgang und die Jahresdauerlinie für das relative Lastverlagerungspotenzial aus dem Heizungsbetrieb von Heizungswärmepumpen ist für einen Überdimensionierungsfaktor des Wärmebereitstellungssystems von 1 und einer linearen Heizkurve mit einer Heizgrenztemperatur von 12°C in **Abbildung 7** auf Stundenbasis dargestellt. Als Temperatur-datenbasis dient hierbei das Testreferenzjahr von Wr. Neustadt in Nieder-österreich. 100 % des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials wäre demnach nur an 11 Stunden im Jahr abrufbar, 90 % an 33 Stunden, 80 % an 70 Stunden, 70 % an 218 Stunden, 60 % an 583 Stunden

und 50 % an 1.120 Stunden. Die nur relativ kurzfristig (wenige Tage im Voraus) prognostizierbare Aufkommensstochastik und das durch die Jahresdauerlinie relativierte maximale Lastverlagerungspotenzial reduzieren bislang die Motivation seitens der Netzbetreiber, das vorhandene Potenzial auch zu nutzen. Mit zunehmender Marktdiffusion von Smart Grid Wärmepumpen, steigender Verfügbarkeit von Smart Metern und entsprechenden thermischen Zeitkonstanten von Gebäuden wird die Attraktion der Lastverlagerung mittels Bauteilaktivierung für Netzbetreiber in Zukunft jedoch rasch steigen.

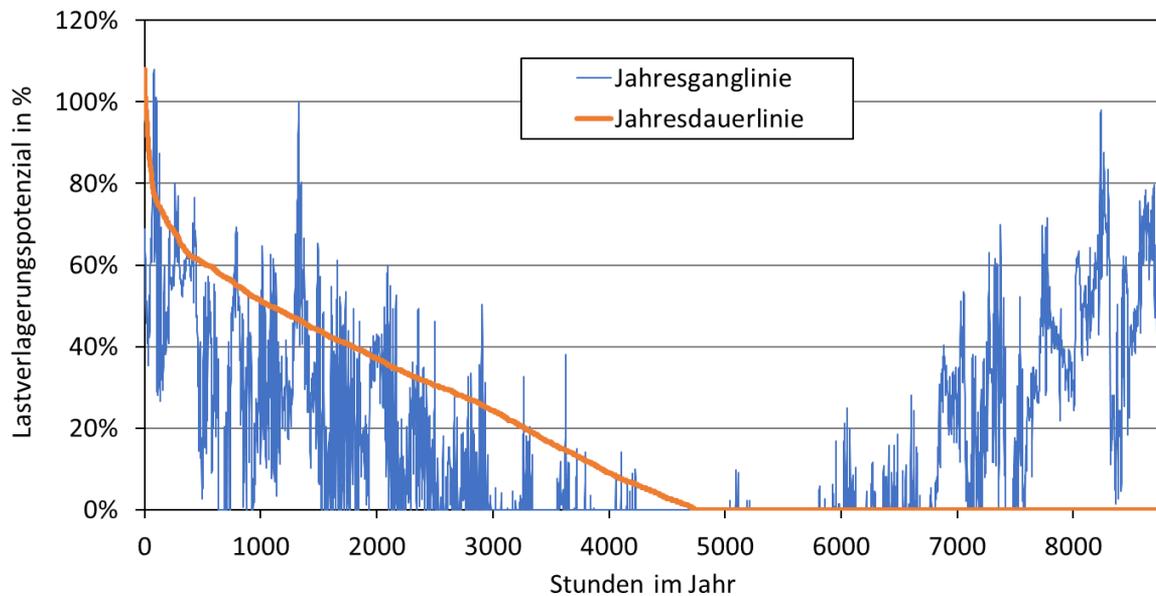


Abbildung 7 – Lastverlagerungspotenzial Gang- und Dauerlinie über ein Jahr auf Basis Testreferenzjahr Wr. Neustadt. Quelle: ENFOS (2023)

6.3.1 Zukünftige Marktentwicklung

Wie die obigen Ausführungen zeigen, handelt es sich beim netzdienlichen Lastverlagerungspotenzial durch die Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden mit Wärmepumpen um einen Wachstumsmarkt mit einem starken gegenwärtigen Wachstum und einem großen zukünftigen Potenzial. **Abbildung 8** zeigt in diesem Zusammenhang die Entwicklung der Anteile unterschiedlicher Heizsysteme am österreichischen Heizungsmarkt. Aufgrund der seit dem Jahr 2000 kontinuierlich steigenden Absatzzahlen von Heizungswärmepumpen gewinnt dieses Heizsystem immer größere Marktanteile. Im Jahr 2022 war in diesem Zusammenhang bereits jedes dritte verkaufte Heizsystem eine Wärmepumpenanlage.

Folgende Aspekte untermauern die Annahme, dass der aktuelle Trend zu Wärmepumpenheizungen auch in den kommenden Dekaden anhalten wird:

- Zur Erreichung der nationalen Klima- und Energieziele müssen Erdöl und Erdgas im Raumwärmebereich durch Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energie substituiert werden. Wie Baumann et al. (2021) in einer detaillierten Untersuchung feststellen, ist der Ansatz "Green Gas" aus Gründen der limitierten Potenziale und des Vorrangs von hochexergetischen Anwendungen und Sektoren für den Raumwärmebereich nicht durchführbar. Für Selbigen verbleiben somit erneuerbare Nah- und Fernwärme, Wärmepumpen und biomassebasierte Heizsysteme.
- Die sukzessive steigende Energieeffizienz von Gebäuden reduziert den spezifischen Heizwärmebedarf, die spezifische Heizlast und das erforderliche Temperaturniveau des

Heizungsvorlaufs. Dies gilt sowohl für den Gebäude-Neubau als auch für Gebäude-sanierungen. Die Merkmale dieser Gebäude stellen Eignungsfaktoren für den Einsatz von Wärmepumpenheizungen dar und der Einsatz von flächigen Niedertemperatur-Wärme-verteilsystemen legt – nicht notwendiger Weise, aber tendenziell – Bauteilaktivierungen nahe.

- Der fortschreitende Klimawandel macht auch in Österreich die Gebäudekühlung in Wohngebäuden zum Thema. Auch dieser Aspekt begünstigt die Entscheidung für eine Wärmepumpenanlage als Heiz- und Kühlsystem. Die Bauteilaktivierung eröffnet in diesem Zusammenhang zusätzlich auch die Möglichkeit eines Kühllastausgleichs durch “free cooling“, sofern geeignete Elemente mit einem geeigneten Temperaturniveau wie z. B. Erdsonden(felder), Gebäudefundamente etc. in das System integrierbar sind.

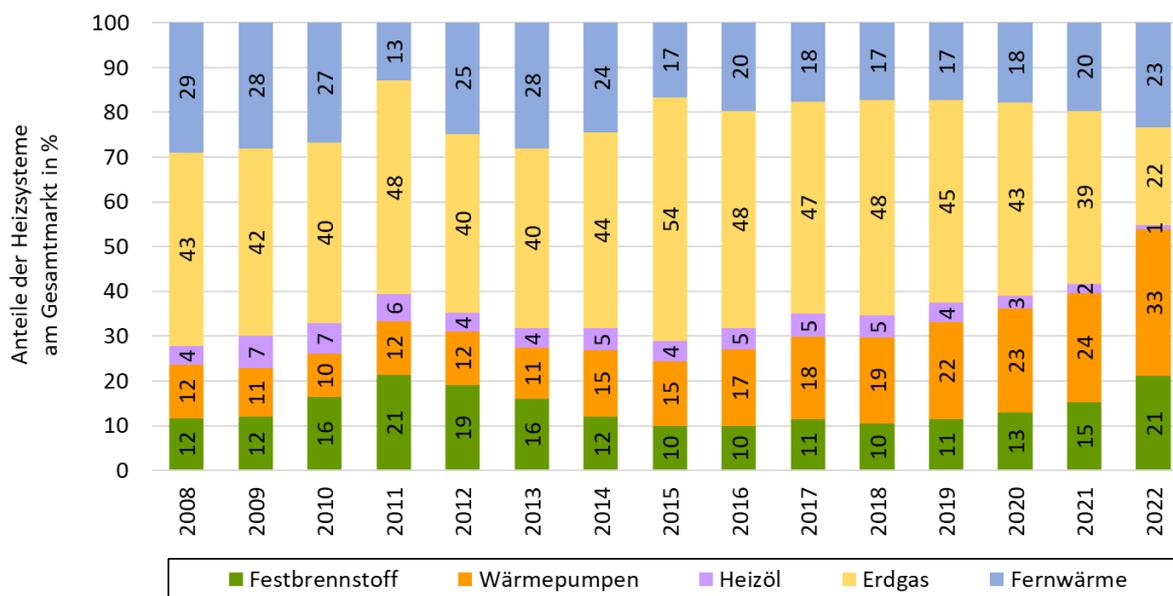


Abbildung 8 – Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizmarkt in Österreich, für die Jahre 2008 bis 2022. Quellen: VÖK (2022), ENFOS (2023)

6.3.2 Kosten der Bauteilaktivierung

Ist ein Gebäude prinzipiell für die Anwendung einer Bauteilaktivierung geeignet (massive Bauteile, entsprechende Energieeffizienzklasse), so entstehen durch die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen bauseits nur geringe Kosten. Im Wesentlichen sind dies die Materialkosten der Wärmetauscherrohre und die Arbeitskosten für die Montage selbiger im Bewehrungsgeflecht der Stahlbetonbauteile. Oftmals sind diese Wärmetauscherrohre jedoch äquivalent dem Niedertemperatur-Wärmeverteilsystem für die Beheizung und/oder Kühlung über Wärmepumpenaggregate. Insofern ist die Definition der Systemgrenzen und die Zuordnung der Kosten auf Kostenstellen von Projekt zu Projekt unterschiedlich.

Die Steuerung und Regelung des gesamten Heiz- und Kühlsystems verlangt – vor allem in komplexeren und großvolumigen Gebäudesystemen – nach wie vor eine projektspezifische technische Lösung, welche in der Regel Zusatzkosten verursacht. Wesentlich ist hierbei, dass eine gewissenhafte Einregulierung und Systemoptimierung inkludiert ist, um das theoretische Potenzial der Bauteilaktivierung im Anschluss in der Praxis in vollem Umfang nutzen zu können.

Bei komplexeren Konstellationen und großen Gebäudevolumina empfiehlt sich weiters die Durchführung einer thermischen Simulationsstudie um die eingesetzten Komponenten optimal dimensionieren und abstimmen zu können. Auch dies verursacht zusätzliche Kosten.

Im Bereich der Betriebskosten ist in der Regel eine Ersparnis zu erwarten, die z. B. aus der Nutzung des "free cooling", einer effizienteren Betriebsweise des Wärmepumpenaggregates und eines zeitlichen und räumlichen Lastausgleichs resultiert. Bezüglich Wartung und Instandhaltung sind im Vergleich zu üblichen Niedertemperatur-Wärmebereitstellungssystemen keine signifikanten Mehr- oder Minderkosten zu erwarten. Die technische Lebensdauer der Wärmetauscherrohre kann unter den für die Bauteilaktivierung typischen Betriebsbedingungen mit der Gebäudelebensdauer angenommen werden.

Einen Anhaltspunkt für die zusätzlichen Planungskosten, die im Zuge von Bauteil- bzw. Gebäudeaktivierungen entstehen, gibt das Fördermodell des Klima- und Energiefonds, das im folgenden Abschnitt erläutert wird.

6.3.3 Förderungen

Im Jahr 2022 war eine Förderung des Klima- und Energiefonds verfügbar, die Planungsdienstleistungen, die im Zusammenhang mit einer Bauteilaktivierung in Gebäuden standen, bezuschusste. Entsprechende Anträge für die Vergabe von Planungsdienstleistungen waren im Zeitraum von 17.12.2020 bis 31.03.2023 möglich, siehe Klima- und Energiefonds (2020).

Mögliche FörderungswerberInnen waren natürliche und juristische Personen, die geförderte und/oder freifinanzierte Bauprojekte mit überwiegender Wohnnutzung errichteten. Der Förderungszweck war die Verwendung der thermischen Speicherkapazität von Bauteilen zur Maximierung des Einsatzes von erneuerbarer Energie für die thermische Konditionierung von Gebäuden. Die Gebäude, auf welche die erarbeiteten Wärmeversorgungskonzepte angewendet wurden, mussten unter anderem folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Nutzfläche zu mehr als 50 % für Wohnzwecke genutzt.
- Gebäude mit fünf und mehr Wohnungen.
- Die aktivierten Baumassen sind das einzige System für die Raumtemperierung (ausgenommen temporär betriebene Zusatzheizeinrichtungen in untergeordneten Räumlichkeiten). Heizlast < 25 W/m² in exponierten Räumen.

Die Vergütung für die Planungsdienstleistung je Einzelprojekt setzte sich wie folgt zusammen:

- Pauschalbetrag zwischen 40.000 und 85.000 Euro in Abhängigkeit der Größe des Geschoßwohnbaus, siehe **Abbildung 9**. Dieser Kostenrahmen bzw. die in der Förderrichtlinie definierte Kostenfunktion gibt einen Hinweis auf die Höhe zusätzlicher Planungskosten im Falle der thermischen Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden.
- Bonus für Teilnahme am wissenschaftlichen Monitoring.
- Bonus für Projekte der Gebäudesanierung.
- Bonus für Projekte mit einem besonderen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft.

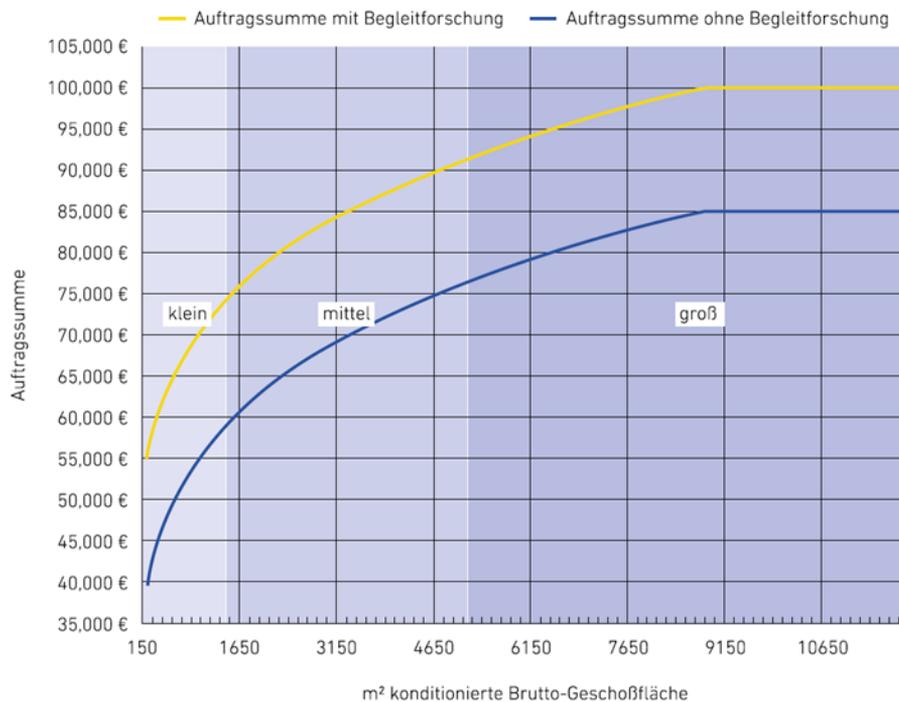


Abbildung 9 – Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung des Klima- und Energiefonds. Bildnachweis: Klima- und Energiefonds (2020)

Für AntragstellerInnen stand ein ausführlicher Leitfaden für “Planungsdienstleistungen Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung” zur Verfügung, siehe Klima- und Energiefonds (2020). Dieser Leitfaden für FörderwerberInnen enthält neben der Dokumentation der formalen Förderbedingungen auch zahlreiche Definitionen und technische Hinweise im Zusammenhang mit der thermischen Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden.

Laut Auskunft des Klima- und Energiefonds wurden mit Stand Mai 2023 im Zuge des spezifischen Förderprogrammes innerhalb der Programmlaufzeit 52 Beratungen von potenziellen FörderwerberInnen durchgeführt. Daraus entstanden insgesamt 19 formal genehmigte Projekte. 33 Beratungen bzw. Anträge mündeten nicht in Förderverträgen, da entweder die Förderbedingungen nicht erfüllt waren oder die Anträge von FörderungswerberInnen wieder zurückgezogen wurden. Dies geschah oftmals, da es in der Planungsphase von Bauprojekten zur Neuausrichtung selbiger kam und Projekte dann z. B. ohne Bauteilaktivierung ausgeführt wurden.

Insgesamt wurden für die 19 genehmigten Projekte Fördermittel in der Höhe von 1.432.000 Euro zugesagt bzw. vorausberechnet (Stand Mai 2023).

In einem von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) geförderten Forschungsprojekt mit dem Titel “Breitentest von energieeffizienten Demonstrationsgebäuden mit thermisch aktivierten Bauteilen” unter der Leitung von AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) wird gegenwärtig die Leistungsfähigkeit des Speicher- bzw. Energieflexibilitätspotentials sowie die Aspekte NutzerInnenkomfort, NutzerInnenzufriedenheit, Wirtschaftlichkeit und Funktionalität untersucht, siehe AEE INTEC (2021). Der Abschluss der Forschungsarbeiten ist mit 31.10.2024 (formales Projektende) geplant.

6.4 Technologiespezifische Informationen

Als technologiespezifische Fachinformation werden an dieser Stelle vier öffentlich zur Verfügung stehende Publikationen dokumentiert, welche einen hohen Detaillierungsgrad und einen starken Praxisbezug aufweisen. Die angeführten Publikationen fokussieren dabei auf die technische Ausführung und Dimensionierung der Bauteilaktivierung. Das netzdienliche Lastverlagerungspotenzial durch die Bauteilaktivierung spielt in den Publikationen eine untergeordnete Rolle.

Fechner (2020): Fact Sheet Thermische Bauteilaktivierung. In der Broschüre wird das Thema in Form von 13 Fragen auf 17 Seiten dargestellt. Die Fragen reichen dabei von der Definition der Technologie über unterschiedliche Effekte der thermischen Bauteilaktivierung bis hin zu Fragen der Aktivierung von Bauteilen bei Sanierungsprojekten und den Kosten.



Betonmarketing Österreich (2017) Energiespeicher Beton. Eine 40-seitige Broschüre zum Thema Beton als Energiespeicher. Basisinformationen zu den Themen Heizen, Behaglichkeit und Gebäudeenergieverbrauch schaffen Verständnis für die Anwendung von Beton als Energiespeicher. Ausführliches Bildmaterial illustriert die Thematik für die Gewerke.



Friembichler et al. (2016) Planungsleitfaden Thermische Bauteilaktivierung für Einfamilien- und Reihenhäuser. Ein umfassendes Werk mit 122 Seiten, welches das Thema Heizung und Kühlung von Einfamilien- und Reihenhäusern fundiert und praxisnah aufbaut und übersichtlich strukturiert darstellt. Nach der Darstellung der Grundlagen und Fakten werden Ausführungs- und Berechnungsbeispiele dokumentiert.



Maierhofer (2016): Vortragsunterlagen zum Thema Betonkernaktivierung mit umfangreichem Bildmaterial zur Veranschaulichung der angewandten Technik. Zahlreiche bemerkenswerte internationale Fallbeispiele mit griffigen Kennzahlen illustrieren den Stand der Technik und liefern Zahlen für die Praxis.



6.5 Wertschöpfungskette und Firmen

Die Wertschöpfungskette bezüglich thermischer Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden (Betonkernaktivierung) bzw. der thermischen Aktivierung von Gebäuden ist facettenreich und enthält folgende Wirtschaftsbereiche:

- Forschung und Entwicklung (Forschungseinrichtungen, betriebliche und außerbetriebliche Entwicklungsabteilungen: Systemtechnik, Materialwissenschaften, sozialwissenschaftliche Begleitforschung, Softwareentwicklung, Simulationstools, Entwicklung und Publikation von Planungsgrundlagen, Feldstudien)
- Planungsdienstleistungen (Ingenieurbüros, Architekturbüros, HLKS Planungsfirmen)
- Bauausführung (Bau- und Bauhilfsgewerbe)
- Installationsbetriebe (Herstellung der hydraulischen Verschaltung)
- Komponentenhersteller (Industrie, Hersteller von Kunststoffrohren, Armaturen, Mess-, Steuer- und Regeltechnik)
- Handel (mit spezifischen Halbzeugen und Komponenten)
- Energiewirtschaft (Netzbetreiber, Energieversorger, Stromhandel)

Aktivierbare Gebäudemassen, bestehend aus Beton, Bewehrungsstahl etc. werden der spezifischen Wertschöpfungskette hier nicht hinzugerechnet, da sie unabhängig von der Bauteilaktivierung die bautechnischen Erfordernisse der Gebäude betreffen.

Konkrete Beispiele für österreichische Firmen, die Produkte und Dienstleistungen im Bereich der thermischen Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden bzw. Betonkernaktivierung anbieten (in alphabetischer Reihenfolge, die dokumentierte Auswahl ist nicht wertend):

- AEE - Institut für Nachhaltige Technologien, <https://www.aee-intec.at/>
- e7 energy innovation & engineering, Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik, <https://www.e-sieben.at/de/>
- Franz Hödlmoser GmbH & Co KG, <https://www.hoedlmoser.at/bauteilaktivierung.php>
- GUGERELL KG, <https://gugerell-kg.at/>
- hacon GmbH, <https://www.ha-con.at/>
- IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, <https://www.jung-ingenieure.com/>
- [Karl und Bremhorst Architekten](https://kub-a.at/), <https://kub-a.at/>
- KE KELIT GmbH, <https://www.kekelit.com/anwendungsbereiche/>
- Kuster Energielösungen GmbH, <https://www.futureisnow.eu/>
- [Pipelife Austria GmbH & Co KG](https://www.pipelife.at/referenzprojekte.html), <https://www.pipelife.at/referenzprojekte.html>
- [Polysan Handelsgesellschaft m.b.H. & Co KG](https://www.polysan.at/), <https://www.polysan.at/>
- RATZENBERGER Haustechnik – Installations GmbH, <https://www.ratzenberger.co.at/>
- REHAU Gesellschaft m.b.H., <https://www.rehau.com/at-de/>



**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)