

FORSCHUNGSINITIATIVE **ZUKUNFTS- SICHERES BAUEN**

INHALTE – ERGEBNISSE – UMSETZUNG | Bilanz der vierten Umsetzungsphase 2022-2025

EIN BERICHT IM AUFTRAG DES FACHVERBANDS STEINE-KERAMIK UND DES BMIMI

IMPRESSUM

Für den Inhalt verantwortlich:

DI Dr. Andreas Pfeiler | Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreich

Autorin:

Franziska Trebut | ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik

Bearbeiter:innen der Teilprojekte der Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“:

Wolfgang Amann | Nikolaus Alaux | Wolfgang Baaske | Thomas Bednar | Helmut Berrer | Michael Boch | Maximilian Bühler | Lutz Dorsch | Markus Fichtinger | Georg Graser | Gunther Graupner | Günther Grohall | Miriam Groß | Michaela Heidenthaler | Simon Kindelbacher | Stefan Kirchweger | Kathi Klinglmayr | Wolfgang Konrad | Markus Leeb | Dominik Maierhofer | Michaela Moltinger | Alexis Mundt | Rudolf Passawa | Alexander Passer | Patricia Reindl | Maria Rehbogen | Andreas Sarkany | Florian Schnabel | Christoph Schneider | Barbara Truger | Klaus Winiwarter | Markus Winkler

Begleitung und Koordination der Initiative mit Unterstützung des BMIMI

Wien, Mai 2025

Layout: Silvia Rodler | MANIKIN Visual Agency

Druck: LDD Communication GmbH

Die Broschüre ist auf ökologischem Offset-Papier bestehend aus 100 % Recyclingfasern gedruckt.



KR Peter Hanke
Bundesminister für Innovation,
Mobilität und Infrastruktur

Österreich hat sich das Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu sein. Gleichzeitig stehen wir vor der wichtigen Aufgabe, die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts sowie dessen technologische Souveränität und Resilienz zu stärken. Für all dies braucht es eine konsequente, transformative Innovationspolitik.

Mit der Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ setzt der Fachverband der Stein- und keramischen Industrie in diesem Kontext wichtige Impulse. Durch den Austausch zwischen Wissenschaft und Bauwirtschaft in Forschungs- und Pilotprojekten werden neue Perspektiven für ressourcenschonendes, kreislauffähiges und klimagerechtes Bauen eröffnet.

Das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur unterstützt die Initiative und damit den Wissenstransfer zu nationalen Forschungsprogrammen wie „Technologien und Innovationen für die Klimaneutrale Stadt“. Die Einbindung relevanter Akteur:innen aus Forschung, Bauwirtschaft und Industrie fördert innovative Technologien, Systemkonzepte und Dienstleistungen für nachhaltige Gebäude- und Mobilitätslösungen. Die Massivbaustoffe sind dabei nicht nur essenziell für den Infrastrukturbau, sondern auch ein Garant für regionale Wertschöpfung.

Ich wünsche allen Leser:innen eine spannende Lektüre und den vorgestellten Projekten und Lösungsansätzen eine rasche Umsetzung in die Baupraxis.



Andreas Pfeiler
Geschäftsführer,
Fachverband der Stein- und keramischen Industrie

Mit dem Abschluss der vierten Phase der Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ von 2022 bis 2025 liegen erneut wertvolle Ergebnisse im Dienste der gesamten Baubranche vor. Gleichzeitig hat Techniksprecher Martin Leitl nach 12 Jahren erfolgreicher Tätigkeit den Vorsitz „Plattform Technik & Forschung“ an Sebastian Spaun übergeben. Martin Leitl ist Namensgeber der Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ und hat die langjährige Forschungsk Kooperation mit dem BMVIT, jetzt BMIMI begründet. Unter ihm wurde auch die bewährte Unterstützung des Staatspreises „Architektur & Nachhaltigkeit“ gestartet. Wir danken Martin Leitl für seine verdienstvolle und umsichtige Vorsitzführung und widmen ihm den vorliegenden Synthesebericht 2022-2025.

In der aktuellen Berichtsphase sind drei Themenschwerpunkte der Projekte zu verzeichnen:

- 1) „Beiträge der Massivbauweise zu Energieeinsparung und Klimaschutz“ ist ein Schwerpunkt mit folgenden Projekten: „Bauteilaktivierung im Energieausweis“, „Gebäudekühlung – Technologievergleich“, „Strategien zur Reduktion sowie Entfernung von Treibhausgasen in der gebauten Umwelt und Möglichkeiten zur Erreichung von Netto-Null-Emissionen in Baumaterialien“ sowie „CostOpt Studien“.
- 2) Beim Schwerpunkt „Beiträge Steine-Keramik zu Wirtschaft, Gesellschaft und Beschäftigung“ untersucht die „Regionalstudie Baustoffproduktion“ die regionalwirtschaftlichen Effekte der mineralischen Bauprodukte. Mit dem Fokus auf Kreislaufwirtschaft beschreibt die Studie „Bedeutung der Stein- und keramischen Industrie im Kontext der Kreislaufwirtschaft“ die Beiträge der Branche zu Wirtschaft, Steueraufkommen, Beschäftigung, Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft.
- 3) Um die Kostenentwicklung im Hochbau zu beschreiben, beschäftigt sich die Studie „Baukonjunktur und Preisgefüge im Wohnbau“ mit den Auswirkungen der heutigen Standards auf den Wohnbau.

Wie schon bei den vorhergehenden Phasen der Forschungsinitiative lag die wissenschaftliche Projektbegleitung in den bewährten Händen der ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik. Wir bedanken uns an dieser Stelle beim BMIMI für die Kofinanzierung der Projektbegleitkosten und für die Unterstützung bei der Verbreitung der Ergebnisse. Der Fachverband Steine-Keramik möchte mit der Forschungsinitiative seinen Beitrag zu nachhaltigeren, zukunftsfähigeren Bauweisen und zur Weiterentwicklung des Bauwesens insgesamt leisten. Klimaziele und Kreislaufwirtschaft liegen dabei immer im Fokus.



Sebastian Spaun
*Geschäftsführer Vereinigung der
 Österreichischen Zementindustrie
 Vorsitz „Plattform Technik & Forschung“*

Die Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ präsentiert mit diesem Synthesbericht bereits zum vierten Mal ihre Ergebnisse der Öffentlichkeit. Schwerpunkte sind etwa Strategien zur Reduktion von Treibhausgasen der gebauten Umwelt und Möglichkeiten zur Erreichung von Netto-Null-Emissionen, die Bedeutung der Branche im Kontext von Kreislaufwirtschaft und Klimawandelanpassung oder zur realitätsnahen Abbildung von innovativen Wärme- und Kälteabgabesystemen für Niedrigstenergiegebäude in der Normung.

Gemeinschaftliches Forschen ist nicht zuletzt deshalb so wertvoll, weil am Beginn die Einigung auf gemeinsame Forschungsfragen steht. Diesem Prozess geht die Auseinandersetzung mit den Zukunftsfragen und Forderungen von Gesellschaft und Umwelt voraus, auf welche wir als Stein- und keramische Branche Antworten geben müssen.

Gemeinschaftliches Forschen setzt also ein gemeinschaftliches Bild der Zukunft voraus. Da niemand die Zukunft kennt, empfiehlt es sich, alle Meinungen am runden Tisch der „Plattform Technik & Forschung“ und ihrer zahlreichen Partner:innen zu hören und miteinzubeziehen.

In diesem Zusammenhang möchte ich Martin Leitl für den langjährigen Vorsitz der „Plattform Technik & Forschung“ und somit auch für die federführende Leitung der Forschungsinitiative zukunftssicheres Bauen ganz herzlich danken. Mit seiner integrativen Persönlichkeit hat er wesentlich dazu beigetragen, dass gemeinsames Forschen zum fixen Bestandteil der Stein- und keramischen Branche geworden ist.

Besonderer Dank gebührt aber auch dem Fachverbandsausschuss der Stein- und keramischen Industrie, der die Mittel für unsere Forschungsinitiative selbst in schwierigen Zeiten zur Verfügung stellt.

Weiters gilt mein Dank an dieser Stelle der ÖGUT – Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik für die überaus professionelle wissenschaftliche Projektbegleitung sowie insbesondere dem BMIMI für die Kofinanzierung der Projektbegleitung und für die Unterstützung bei der Dissemination der Ergebnisse.

Mögen die Ergebnisse dieser Forschungsinitiative einen wesentlichen Beitrag zu nachhaltigeren, zukunftsfähigeren Bauweisen und deren klimagerechter Weiterentwicklung leisten!



Monika Auer
Generalsekretärin,
ÖGUT – Österreichische Gesellschaft
für Umwelt und Technik

Die ÖGUT begleitet die Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ auf Basis ihrer langjährigen Erfahrungen im Forschungs- und Technologiebereich. Von der Themenfindung für gemeinschaftliche Forschung der Massivbaustoffindustrie über die Formulierung von Forschungsfragen bis zur Ergebnisdiskussion und -dissemination fördert sie den Austausch zwischen der Industrie und der Forschungscommunity in Österreich. Dabei nutzt sie ihre weitreichende Vernetzung mit relevanten Stakeholdern und Organisationen.

Die gemeinsame Forschung der Massivbaustoffhersteller über die Spezialinteressen einzelner Branchen hinweg ist beispielhaft und hat das Ziel, Lösungen für den Bausektor zu erarbeiten, die Klimaschutz, Klimawandelanpassung und Kreislaufwirtschaft fördern. Dies wird vom Fachverband der Stein- und keramischen Industrie mit seiner Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ seit vielen Jahren kontinuierlich angeregt und gefördert.

Die Begleitung der Forschungsinitiative durch die ÖGUT wird zu gleichen Teilen vom Fachverband der Stein- und keramischen Industrie und vom Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur getragen. Die ÖGUT bedankt sich für das entgegengebrachte Vertrauen und wünscht allen Beteiligten weiterhin einen fruchtbaren und lösungsorientierten Austausch.

INHALTSVERZEICHNIS

DAS WICHTIGSTE IM ÜBERBLICK	8
FORSCHUNGSINITIATIVE „ZUKUNFTSSICHERES BAUEN“	10
DIE BEDEUTUNG DER STEIN- UND KERAMISCHEN INDUSTRIE IM KONTEXT DER KREISLAUFWIRTSCHAFT	12
REGIONALWIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE DER MINERALISCHEN BAUSTOFFERZEUGUNG IN ÖSTERREICH	16
BAUKONJUNKTUR UND PREISGEFÜGE IM WOHNBAU – INTERESSENSPOLITISCHE ANSATZPUNKTE DER BAUSTOFFINDUSTRIE	19
COOL*BUILDINGS – KÜHLSTRATEGIEN IN WOHNGEBÄUDEN – EIN TECHNOLOGIEVERGLEICH	22
BAUTEILAKTIVIERUNG IM ENERGIEAUSWEIS – TABS IM EA	24
CostOpt STUDIE – TEILPROJEKT 1	26
STRATEGIEN ZUR REDUKTION SOWIE ENTFERNUNG VON TREIBHAUSGASEN IN DER GEBAUTEN UMWELT UND MÖGLICHKEITEN ZUR ERREICHUNG VON NETTO-NULL-EMISSIONEN IN BAUMATERIALIEN	28
AUSBLICK	33
VERZEICHNISSE	34
Tabellenverzeichnis	
Abbildungsverzeichnis	
Literaturverzeichnis	

DAS WICHTIGSTE IM ÜBERBLICK

Die vom Fachverband der Stein- und keramische Industrie initiierte Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ liefert – angelegt als Forschungskooperation von Industrie und Forschungseinrichtungen – wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse für die Weiterentwicklung nachhaltiger Bauweisen. Die Projektergebnisse und Lösungsansätze werden mit der Fachöffentlichkeit geteilt und diskutiert. Dazu erscheint 2025 der vierte Ergebnisband.

Die inhaltliche Programmierung ist immer von dem Ziel geleitet, übergeordnete Zukunftsfragen der Massivbaustoffindustrie aufzugreifen und Lösungsansätze zu erarbeiten, die die Weiterentwicklung und Etablierung von klimaverträglichen und resilienten Prozessen, Produkten und Dienstleistungen für die gebaute Umwelt befördern.

THEMEN UND PROJEKTPARTNER

Die Beiträge der Massivbauweise zu Energieeinsparung und Klimaschutz, die Kostenentwicklung im Hochbau und die Bedeutung der Stein- und keramischen Industrie für Wirtschaft, Gesellschaft und Beschäftigung – mit diesen Themen befassen sich die vorgestellten Projekte. Folgende Forschungspartner waren beteiligt: Economica, FH Salzburg (FHS), IIBW, STUDIA, Universität für Weiterbildung Krems (UWK), Technische Universität Graz, Technische Universität Wien, Zukunftsagentur Bau (ZAB).

ZENTRALE ERKENNTNISSE FÜR DIE BAUPRAXIS – KURZ UND KNACKIG

Die Bedeutung der Stein- und keramischen Industrie, Economica

- Die Stein- und keramische Industrie ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Österreich mit hohen Beschäftigungs- und Einkommenseffekten und einer hohen Steuer- und Abgabenleistung.
- Die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft sind Teil des unternehmerischen Handelns, die Produkte sind langlebig und werden zu einem hohen Anteil aufbereitet und wiederverwertet.
- Viele Maßnahmen zu Klimawandelanpassung und grüner Transformation brauchen Massivbaustoffe: beispielsweise der Bau von Wind- und Wasserkraftanlagen oder der Verkehrsinfrastruktur.

Regionalwirtschaftliche Effekte der mineralischen Baustoffherzeugung in Österreich, STUDIA

- Der Umsatz der österreichischen Massivbaustoffe nahm 2021 gegenüber 2014 um 39 % zu und lag bei 2,56 Mrd. Euro. Die Anzahl der Beschäftigten stieg um 10 % und lag bei rund 89.900 Personen (Vollzeitäquivalente).
- Ein Euro Umsatz der österreichischen Massivbaustoffherstellung mobilisierte 2,35 Euro weiteren Umsatz in der österreichischen Wirtschaft.
- Die Transportradien der mineralischen Baustoffherstellung in Österreich sind relativ gering. Rohstoffe werden im Durchschnitt zwischen 15 und 94 km transportiert, die erzeugten Produkte zwischen 8,5 und 116 km.

Baukonjunktur und Preisgefüge im Wohnbau –

Interessenspolitische Ansatzpunkte der Baustoffindustrie, IIBW

- Die Baubewilligungszahlen haben sich seit 2016 halbiert. Während die Wohnversorgung trotz der Krise im internationalen Vergleich gut ist (Wohnkostenbelastung), drohen starke Auswirkung auf die Beschäftigung in der Bauwirtschaft.
- Die Haustechnik gewann in den vergangenen Jahrzehnten im Vergleich zu den Baumeisterarbeiten stark an Bedeutung und hat zur Verteuerung des Bauens beigetragen.
- Baupreise tragen neben Kapitalmarktumfeld und Förderungen zur Leistbarkeit des Wohnens bei. Vermehrter Wettbewerb und einfache, langlebige, reparaturfreundliche Systeme sowie Serialität können wichtige Stellschrauben dafür sein.

**Cool*Buildings – Kühlstrategien in Wohngebäuden –
Ein Technologievergleich, Zukunftsagentur Bau (ZAB),
FH Salzburg (FHS), Universität für Weiterbildung Krems (UWK)**

- Klimaresilientes Bauen wird wichtiger: Speichermasse und Bauteilaktivierung haben großes Potenzial bei der Vermeidung von sommerlicher Überhitzung.
- Passive Kühlmaßnahmen, insbesondere Nachtlüftung und automatisierter Sonnenschutz, reduzieren den Kühlbedarf in Wohngebäuden erheblich (bis zu 70 %).

**Bauteilaktivierung im Energieausweis – TABS im EA,
FH Salzburg (FHS), Zukunftsagentur Bau (ZAB)**

- Energieausweise stellen die Energiekennzahlen von Gebäuden mit thermisch aktivierten Bauteilsystemen (TABS) oft schlechter dar als es der Realität entspricht.
- Die Gegenüberstellung der Ergebnisse von Simulationen und Energieausweisberechnung ergab einen erhöhten Heizenergiebedarf für die Raumwärme von 12 bis 22 %.
- Mit dem vorgeschlagenen neuen Korrekturfaktor Flächenheizung (f_{FH}) lässt sich diese Abweichung reduzieren.

**CostOpt Studie (Teilprojekt 1) – Auswirkungen potenzieller
neuer Anforderungen an Gebäude (OIB-RL 6, Ausgabe 2027),
TU Wien**

- Die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie ((EU) 2024/1275) in Österreich durch die Novellierung der OIB-Richtlinie 6 wird Auswirkungen auf die Mindestanforderungen an die thermische Qualität von Massivbaukonstruktionen haben.
- Es ist empfehlenswert, Anforderungen an Endenergiebedarf, Raumwärme und Warmwasser weiterhin aus einer Kostenoptimalitätsstudie zu entwickeln, wirtschaftliche Lösungen aufgrund effizienter Anlagentechnik nicht zu früh auszuschließen.

**Strategien zur Reduktion sowie Entfernung von Treibhausgasen
in der gebauten Umwelt und Möglichkeiten zur Erreichung von
Netto-Null-Emissionen in Baumaterialien, TU Graz**

- 95 identifizierte Strategien wurden nach THG-Reduktionspotenzial, technischer Verfügbarkeit und Anwendbarkeit in Österreich gefiltert und zu sechs Szenarien gebündelt.
- Durch eine Kombination der Szenarien kann eine Reduktion der österreichischen konstruktionsbezogenen THG-Emissionen der Gebäudeerrichtung bis 2050 von über 50 % erreicht werden.



© Andreas Pfeiler

Übergabe des Vorsitz
„Plattform Technik &
Forschung“ von
Martin Leitl an
Sebastian Spaun im
Oktober 2024

Weitere Informationen zu den Projekten
erhalten Sie in diesem Synthesebericht. Die
vollständigen Studienberichte können auf der
Website von BAU!MASSIV! sowie auf der Platt-
form Nachhaltig Wirtschaften des BMIMI
heruntergeladen werden.

FORSCHUNGSINITIATIVE „ZUKUNFTSSICHERES BAUEN“

BERICHTSPHASE

Phase 1
2013-2015

HINTERGRUND UND ZIELE DER FORSCHUNGSINITIATIVE

Die Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie gibt seit zwölf Jahren Anstöße zur Weiterentwicklung der Branche im Kontext von Energie- und Ressourceneffizienz, Verringerung des CO₂-Ausstoßes, Kreislaufwirtschaft, Klima-Resilienz, Kosteneffizienz und Wertbeständigkeit.

Die Forschungsinitiative wurde im Interesse aller Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie vom Fachverband initiiert und wird von diesem geleitet. Sie fördert gemeinschaftliches Forschen in Projekten, die einen Beitrag zur Weiterentwicklung und Positionierung aller mineralischen Baustoffe leisten können. Die Lösungsansätze sollen die Unternehmen dabei unterstützen, nachhaltige Baustoffe, Bauprodukte und Dienstleistungen auf mineralischer Basis weiterzuentwickeln.

Die ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik begleitet die Forschungsinitiative aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung im Forschungs- und Technologiebereich und transferiert die Ergebnisse in das österreichische Energie- und Gebäudeforschungsprogramm „Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt“ und auf die Plattform Nachhaltig Wirtschaften des BMIMI.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über alle abgeschlossenen Projekte im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“.

Die Projektergebnisse der Phasen 1, 2 und 3 wurden in eigenen Broschüren in den Jahren 2015, 2018 und 2022 veröffentlicht. Den Projekten der Phase 4 widmet sich der vorliegende Synthesebericht.

Phase 2
2016-2018

Phase 3
2019-2021

Phase 4
2022-2025

Tabelle 1:
Institutionen und
Projekte der
Forschungsinitiative
„Zukunftssicheres
Bauen“

INSTITUTIONEN	PROJEKTE
Technische Universität Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener Technischer Versuchs- und Forschungsanstalt	„Ökoindikatoren“
IIÖ – Institut für industrielle Ökologie	„CO ₂ -Bilanzierung“
OFI – Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik Technische Universität Wien – Institut für Hochbau und Technologie, Hochbaukonstruktion und Bauwerkserhaltung	„Wohngebäudezustand“
BTI – Bautechnisches Institut, Versuchs- und Forschungsanstalt für Baustoffe und Baukonstruktionen	„Katastrophensicherheit“
IBR&I – Institute of Building Research & Innovation	„Meta-Analyse“
STUDIA – Studienzentrum für internationale Analysen	„Regionalität von Baustoffen“
IBR&I – Institute of Building Research & Innovation	„Analyse aktueller Studien der Forstwirtschaft“ „Biodiversity Impact Assessment“
IBR&I – Institute of Building Research & Innovation und Büro Dr. Kreč	„Vorbereitung der Nachweisführung mit dynamischer Gebäudesimulation in den baubehördlichen Wärmeschutz-nachweisen bzw. Energieausweisberechnungen“
Technische Universität Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener Technischer Versuchs- und Forschungsanstalt	„PEF4Buildings“ – nationaler Stakeholderworkshop und Case Study
Technische Universität Graz	„PEF4Buildings“ – EU-Methodik zur Bewertung von Umweltauswirkungen
Technische Universität Graz	„Level(s)“ – Piloten für EU-einheitliche Gebäudebewertung
Archiphysik, AX3000 Energieausweis, bau-book GmbH, ECOTECH Trend Gebäuderechner, GEQ – Zehentmayer Energieausweis Software, IBO Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH	Die Sichtbarkeit der Gebäudeökologie – Ökobilanzierung im Energieausweis
IBR&I – Institute of Building Research & Innovation	Spielräume des dualen Weges
Architektur- und Bauforschung GesbR	Sommerkomfort einfach simulieren – „Thesim 3D“
SÜDRAUM Gemeinnützige Wohnbaugesellschaft mbH, AW Architekten ZT GmbH, FIN – Future is Now, Kuster Energielösungen GmbH, Heizbär GesmbH, GRT GmbH, Energiewirtschaftliche Planung EVN, Büro für Bauphysik, Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ (eNu).	Sommerein – Netzflexibler Wohnbau mit Bauteilaktivierung
IBR&I – Institute of Building Research & Innovation	Vergleichende Analysen zu „Care for Paris“
STUDIA – Studienzentrum für internationale Analysen	Massivbaustoffherstellung als Impulsgeber für Regionen
STUDIA – Studienzentrum für internationale Analysen	Regionalwirtschaftliche Effekte der mineralischen Baustoffherzeugung in Österreich. Update 2024
Economica GmbH	Die Bedeutung der Stein- und keramischen Industrie im Kontext der Kreislaufwirtschaft
IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH	Baukonjunktur und Preisgefüge im Wohnbau – Interessenspolitische Ansatzpunkte der Baustoffindustrie
Zukunftsagentur Bau GmbH (ZAB), Fachhochschule Salzburg (FHS), Universität für Weiterbildung Krams (UWK)	Cool*Buildings. Gebäudekühlung in Wohngebäuden – Technologievergleich
Fachhochschule Salzburg (FHS), Technische Universität Wien, Zukunftsagentur Bau GmbH (ZAB)	Bauteilaktivierung im Energieausweis
Technische Universität Wien	CostOpt Studie (Teilprojekt 1) – Auswirkungen potenzieller neuer Anforderungen an Gebäude (OIB-RL 6, Ausgabe 2027)
Technische Universität Graz	Strategien zur Reduktion sowie Entfernung von Treibhausgasen in der gebauten Umwelt und Möglichkeiten zur Erreichung von Netto-Null-Emissionen in Baumaterialien

DIE BEDEUTUNG DER STEIN- UND KERAMISCHEN INDUSTRIE IM KONTEXT DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

Projektbeteiligte: Helmut Berrer, Michael Boch, Markus Fichtinger, Georg Graser, Günther Grohall, Miriam Groß, Christoph Schneider; Economica GmbH.

PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Die Stein- und keramische Industrie ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Österreich mit hohen Beschäftigungs- und Einkommenseffekten und einer hohen Steuer- und Abgabenleistung. Ihre Produkte zeichnen sich durch eine hohe Belastbarkeit und Langlebigkeit aus, zwei Eigenschaften, die in Bezug auf eine nachhaltige Wirtschaft von großer Bedeutung sind.
- Die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft sind in der Stein- und keramischen Industrie seit langem Teil des unternehmerischen Handelns, aus ökologischer Verantwortung und aus ökonomischer Ratio heraus. Bereits heute wird ein hoher Anteil der Produkte aufbereitet und wiederverwertet, z.B. in 165 stationären und 776 mobilen Anlagen zur Behandlung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle.¹
- Produkte der Stein- und keramischen Industrie bilden, wortwörtlich, das Fundament vieler Maßnahmen zur Klimawandelanpassung und für die grüne Transformation: beispielsweise im Energiesektor (Bau von Windkraftanlagen, Wasserkraft etc.) und bei der Verkehrswende (Schienenverkehr).
- Die Stein- und keramische Industrie ist eine hochinnovative Branche mit einer Vielzahl an grünen Innovationen (z.B. CO₂-redzierter Ziegel und Zement). Eine quantitative Auswertung wissenschaftlicher Publikationen im Zeitraum 2015 bis Mai 2024 zum Thema Stein und Keramik macht das Netzwerk aus über 3.000 universitären und außeruniversitären Organisationen in Österreich, Europa und weltweit sichtbar.

INHALTLICHE DARSTELLUNG

Die Stein- und keramische Industrie ist wie viele andere Wirtschaftsbereiche unter Transformationsdruck, gleichzeitig ist sie von hoher (regional)ökonomischer und gesellschaftlicher Bedeutung. Hinzu kommt, dass die grüne Transformation nur mit der Stein- und keramischen Industrie gelingen kann, da viele ihrer Produkte Eingang in die Umsetzung dieser finden.

Die Stein- und keramische Industrie ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Österreich, sowohl direkt als auch indirekt durch die bezogenen Vorleistungen und induzierten Einkommenseffekte. Die daraus resultierenden Steuern und Abgaben der Unternehmen der Kerndefinition der Stein- und keramischen Industrie betrugen 2023 insgesamt 1 Mrd. Euro,

¹ Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich: Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2024.

bei der weiten Definition beläuft sich diese Zahl auf rund 15 Mrd. Euro. Ihre Produkte umgeben uns im Alltag – angefangen bei Wohnungen bzw. Gebäuden allgemein, Infrastruktur (Straßen, Schienen) hin zu alltäglichen Gegenständen wie Badezimmersaustattung, Geschirr oder Kunsterzeugnissen. Sie alle zeichnen sich durch eine hohe Belastbarkeit und Langlebigkeit aus, zwei Eigenschaften, die in Bezug auf eine nachhaltige Wirtschaft von großer Bedeutung sind. Den Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie kommt jedoch nicht nur durch ihre Produkte oder in ihrer Rolle als regionale Arbeitgeberin eine hohe gesellschaftliche Relevanz zu (Abbildung 1).

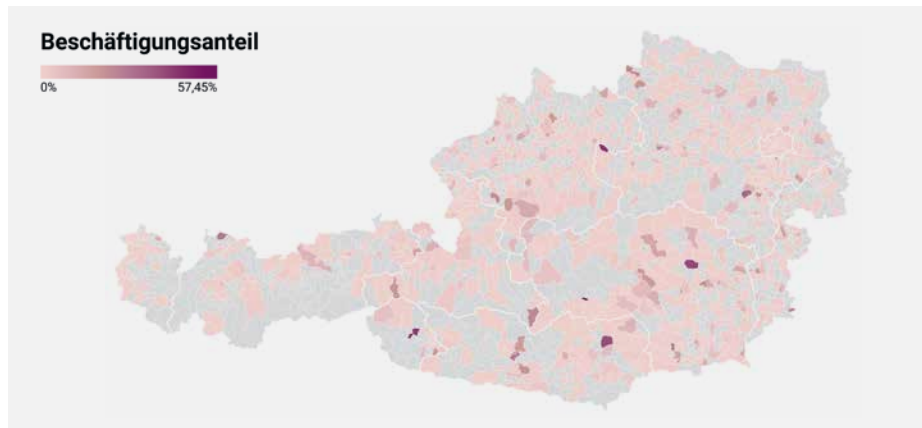


Abbildung 1:
Anteil, der in der
Stein- und keramischen
Industrie Beschäftigten
an allen Beschäftigten
pro Gemeinde

Quelle: Statistik Austria,
Economica
Kartenmaterial: Statistik
Austria, Erstellt mit
Datawrapper

Um die kommenden Herausforderungen zu meistern und langfristig von Bedeutung zu bleiben, sind kontinuierliche Innovationen erforderlich. Die Stein- und keramische Industrie ist eine hochinnovative Branche. Dies zeigt sich an einer Vielzahl grüner Ansätze, die die Industrie nachhaltiger und klimafreundlicher machen wollen. Eine quantitative Auswertung hinsichtlich wissenschaftlicher Publikationen und Patenten hat jedoch auch ergeben, dass der Innovationsoutput in den letzten Jahren abgeflacht ist. Vor allem bei den heimischen Patenten kam es zu einem Rückgang. Aus der Publikationsanalyse lässt sich ableiten, dass es in Österreich mit den drei technischen Universitäten, der BOKU und der Universität Wien starke Forschungsstandorte gibt, die sowohl europaweit als auch global eng vernetzt sind. Insgesamt sind österreichische Forschungseinrichtungen im Bereich Stein und Keramik in ein Kooperationsnetzwerk eingebettet, das weltweit über 3.000 universitäre und außeruniversitäre Organisationen umfasst. Abbildung 2 zeigt das auf die wichtigsten Forschungseinrichtungen reduzierte österreichische Kooperationsnetzwerk (mindestens zehn relevante Publikationen), im Zeitraum von 2015 bis Mai 2024.

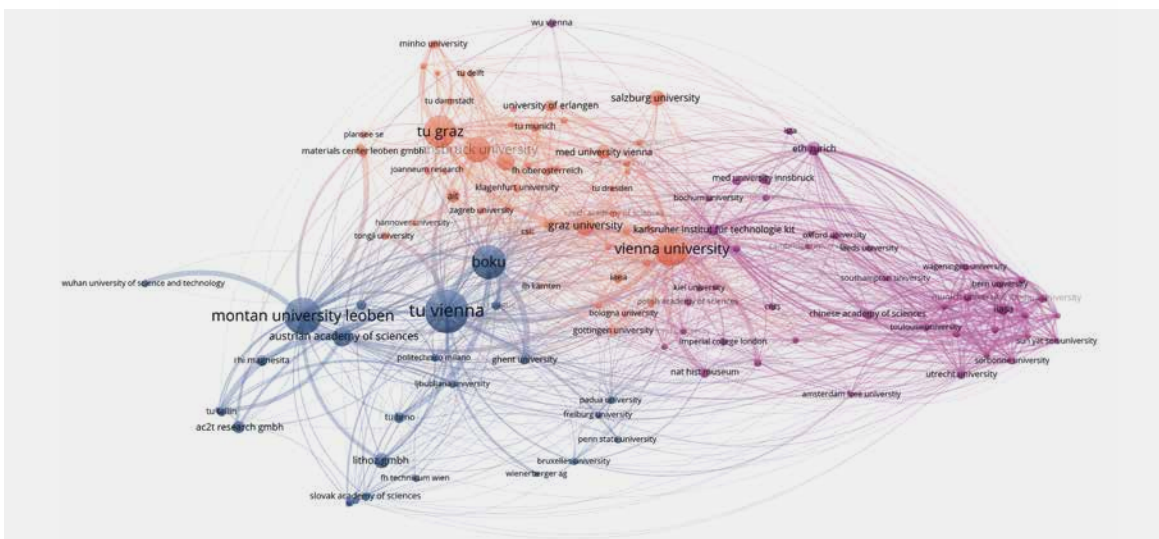
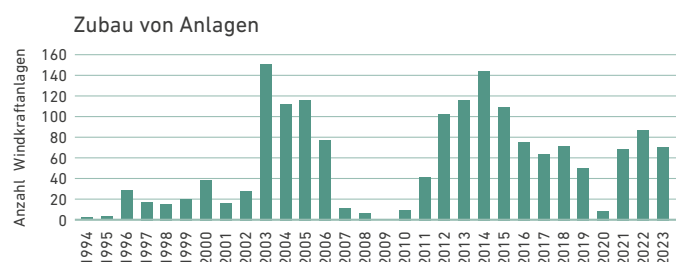


Abbildung 2:
Österreichisches
Kooperationsnetzwerk
basierend auf Publikati-
onen (2015 – Mai 2024)
zum Thema Stein und
Keramik

Quelle: Web of Science,
Economica



Ausbauplan bis 2030 (gefordert durch IG Windkraft)

→ **+150 ANLAGEN PRO JAHR**

Bei 1.000 bis 2.000 t Beton pro Windkraftanlage

→ **150.000-300.000 t BETON PRO JAHR**

CO₂-Einsparung pro
(modernem) Windrad:
4.500 t pro Jahr

Turm: Stein-
und keramische
Industrie
Beton (und Stahl)

Fundament: Stein-
und keramische
Industrie
Beton (und Stahl)

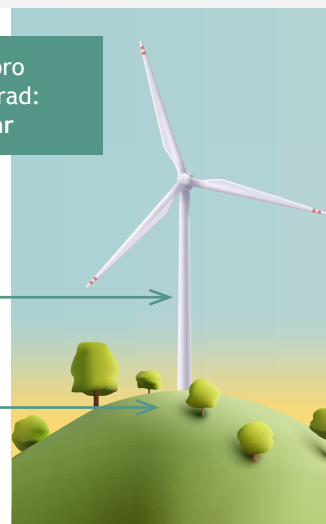


Abbildung 3:
Ausbau der Windkraft
im Zusammenhang
mit Produkten
der Stein- und
keramischen Industrie

Quellen: IG Windkraft
und Windrad Aufbau
» Vom Fundament
bis zum Rotor |
Wien Energie,
Beton für Wind-
energie – Beton.org



Die Stein- und keramische Industrie gehört zu jenen Sektoren mit einem besonders hohen absoluten und relativen Ausstoß an Treibhausgasen.² Dies ist in erster Linie auf die Produktionsprozesse zurückzuführen. Um die österreichischen und europäischen Emissionsziele zu erreichen, braucht es hier noch deutliche Anstrengungen. Allerdings zeigt sich bei einem Großteil der Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie ein hohes Problembewusstsein. Viele setzen bereits Maßnahmen zur Reduktion des eigenen CO₂-Fußabdrucks ein (Elektrifizierung, Verwendung von grünem Strom, Verwendung der Abwärme etc.). Für sektorweite signifikante Reduktionen braucht es jedoch Innovationen im Produktionsprozess. Auch hier werden immer mehr Schritte gesetzt. Diese umfassen beispielsweise CO₂-reduzierten Zement und Beton sowie Ziegel. Ebenso soll eine erste Anlage zum Carbon Capture and Storage errichtet werden.

Doch auch wenn die Stein- und keramische Industrie zu jenen Produktionen mit hoher CO₂-Intensität gehört, ist sie doch inhärenter Teil der Lösung – sowohl hinsichtlich der Abmilderung des Klimawandels als auch bezüglich der Anpassungsmaßnahmen. Produkte der Stein- und keramischen Industrie bilden, wortwörtlich, das Fundament vieler Maßnahmen, die den Klimawandel eindämmen sollen. Das gilt beispielsweise für die Transformation des Energiesektors (Bau von Windkraftanlagen, Wasserkraft etc.) und die Verkehrswende (Schienenverkehr). So werden pro Windkraftanlage circa 1.000 t bis 2.000 t Beton benötigt (Abbildung 3).

Auch im Gebäudesektor kann die Stein- und keramische Industrie durch innovative und Emissionen reduzierende Produkte einen wichtigen Betrag leisten. Hinzu kommen Anpassungsmaßnahmen, wie etwa Schutzvorrichtungen vor Extremwittersituationen, die überwiegend aus Produkten der Stein- und keramischen Industrie bestehen.

Über die Bewältigung der Klimakrise durch das Absenken des Treibhausgasausstoßes hinaus gilt es auch, das Wirtschaftssystem neu zu denken und von einer linearen zu einer

zirkulären Wirtschaftsweise zu gelangen. Nur so können Ressourcen langfristig geschont, Abhängigkeiten abgebaut und Lebensräume erhalten bleiben. Die Stein- und keramische Industrie ist ein inhärenter Teil hinsichtlich der Transformation weg von einer linearen und hin zu einer zirkulären Wirtschaftsweise. Bereits heute wird ein hoher Anteil der Produkte der Stein- und keramischen Industrie wiederverwertet (Tabelle 2).

ABFALLBEZEICHNUNG	AUFKOMMEN (2022) in t	WIEDERVERWERTUNG
Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	3.559.000	77,0 %
Mischungen aus ausgewählten Abfällen aus Bau- und Abrissmaßnahmen	182.000	75,8 %
Straßenaufbruch	669.000	99,4 %
Betonabbruch	3.909.000	99,7 %
Betonabbruch (nur ausgewählte Abfälle aus Bau- und Abrissmaßnahmen)	316.000	90,2 %
Gips	67.000	3,0 %
Gleisschotter	290.000	98,6 %
Bitumen, Asphalt	1.952.000	97,3 %
Baustellenabfälle (kein Bauschutt), nicht erfasst	485.000	77,0 %
Sonstiges	80.000	82,5 %
Gesamt	11.509.000	90,9 %

Tabelle 2:
Wiederverwertung
des Abfallaufkommens
nach Materialien

Quelle: BMK 2024

Aktuell:
Investitionen in
Gipsrecycling
(60.000 t/Jahr)

Im Gegensatz zu vielen anderen Produktgruppen spielt die thermische Verwertung dabei keine Rolle, vielmehr werden die Materialien recycelt oder stofflich verwertet. So gibt es in Österreich laut Umweltbundesamt³ 165 stationäre und 776 mobile Anlagen zur Behandlung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle. Für Materialien, die bislang nur zu geringen Anteilen wiederverwendet werden, ist die Umsetzung innovativer Verfahren bereits in Planung, was die Wiederverwertungsquote nochmals steigern wird (z.B. Gipsrecycling).⁴ Hinzu kommt, dass Produkte der Stein- und keramischen Industrie eine überdurchschnittliche Nutzens- und Lebensdauer haben.

Eine Befragung von Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie ergab, dass die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft bereits seit langem Teil des unternehmerischen Handelns sind, aus ökologischer Verantwortung und aus ökonomischer Ratio heraus. Die Befragten regen einige Verbesserungsvorschläge an, wie etwa die Notwendigkeit, Produkte über den gesamten Lebenszyklus zu planen und zu betrachten oder etwa auch eine vermehrte Kooperation mit anderen Branchen.

³ Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich: Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2024.

⁴ <https://gzg.at/>

REGIONALWIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE DER MINERALISCHEN BAUSTOFF- ERZEUGUNG IN ÖSTERREICH

Projektbeteiligte: DI Dr. Stefan Kirchweger, DIⁿ Kathi Klinglmayr, Dipl.-Math. Wolfgang E. Baaske;
Studienzentrum für internationale Analysen (STUDIA).

PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Die Studie ist ein Update der 2014 durchgeführten Untersuchung der regionalen Wirtschafts- und Beschäftigungseffekte der österreichischen Massivbaustoffherstellung in den fünf Branchen
 - Ziegel und Ziegelfertigteile,
 - Zement,
 - Beton und Betonfertigteile,
 - Putze/Mörtel und
 - Transportbeton.
- Die österreichischen Massivbaustoffe erzielten 2021 einen Umsatz von 2,56 Mrd. Euro (2014 rund 1,88 Mrd. Euro). Der Umsatz nahm somit gegenüber 2014 um rund 39 % zu. Die Anzahl der Beschäftigten über alle Branchen hinweg nahm ebenfalls zu, um 10 % und lag bei rund 89.900 Personen (Vollzeitäquivalente).
- Ein Euro Umsatz der österreichischen Massivbaustoffherstellung mobilisierte 2,35 Euro weiteren Umsatz in der österreichischen Wirtschaft. Von den ausgelösten 3,616 Mrd. Euro Bruttoproduktion in Österreich entstanden 1,178 Mrd. Euro in der jeweiligen Standortregion des Unternehmens.
- Die Transportradien der mineralischen Baustoffherstellung in Österreich sind relativ gering. Die Roh- und Ausgangsstoffe werden durchschnittlich zwischen 15,0 und 93,7 km transportiert. Die Transportdistanzen der erzeugten Produkte variieren stärker und liegen durchschnittlich zwischen 8,5 und 116,1 km.

ZENTRALE PROJEKTINHALTE

Die mineralische Baustofferzeugung in Österreich ist ein wichtiger Wirtschaftszweig mit erheblichen regionalwirtschaftlichen Auswirkungen. Die aktuelle Studie analysiert erneut die Transportradien und regionalwirtschaftlichen Effekte der Massivbaustoffherstellung und der Sand-, Kies- und Natursteinherstellung. Dafür wurde die Umsatz- und Beschäftigterhebung des Fachverbands Steine-Keramik ausgewertet und eine Unternehmensbefragung bei Industrieunternehmen der betrachteten Branchen durchgeführt.

Die österreichische Massivbaustoffherstellung bewirkt in den vor- und nachgelagerten Bereichen in Österreich eine Bruttoproduktion in Höhe von rund 21,6 Mrd. Euro, davon rund 15,0 Mrd. Euro im nachgelagerten Bereich der Bauwirtschaft und rund 3,6 Mrd. Euro im vorgelagerten Bereich. Insgesamt werden eine Wertschöpfung in Höhe von rund

7,5 Mrd. Euro erzielt und eine Beschäftigung von rund 89.900 Personen (Vollzeit-äquivalent) gesichert. Insgesamt sind in etwa 188.000 Menschen in Österreich von der österreichischen Massivbaustoffherstellung abhängig.

Ein Vollzeit-Beschäftigungsverhältnis in der österreichischen Massivbaustoffherstellung bedeutet 8,76 Vollzeitbeschäftigte in Österreich. 7,26 davon sind im nachgelagerten Bereich der Bauwirtschaft, z.B. bei Mauer- und Betonarbeiten, 1,50 davon im vorgelagerten Bereich, verursacht durch die Betriebs-, Investitions- und Haushaltskreisläufe. Der Umsatzmultiplikator beträgt 2,35 im vorgelagerten Bereich, d.h. 1 Euro Umsatz der Massivbaustoffherstellung zieht weitere 1,35 Euro Umsatz in anderen Bereichen nach sich. Der Wertschöpfungsmultiplikator im vorgelagerten Bereich beträgt 2,59, d.h. 1 Euro Wertschöpfung in der österreichischen Massivbaustoffherstellung zieht 1,59 Euro Wertschöpfung in anderen Branchen in Österreich nach sich. Der Gesamt-Wertschöpfungsmultiplikator (vor- und nachgelagerter Bereich) beträgt 11,0, d.h. 1 Euro Wertschöpfung in der österreichischen Massivbaustoffherstellung zieht 10 Euro Wertschöpfung in anderen Branchen in Österreich nach sich.

Der Umsatz betrug im Jahr 2021 rund 2,56 Mrd. Euro (2014 rund 1,88 Mrd. Euro) und nahm somit gegenüber 2014 um rund 39 % zu. Besonders starke Zuwächse in den Umsätzen erzielten die Zementindustrie, die Transportbetonindustrie und die Ziegel- und -fertigteilindustrie, jeweils um rund 50 %. Hinsichtlich der dokumentierten Beschäftigtenzahlen wuchsen besonders die Berufsgruppen der Zementindustrie und der Beton- und -fertigteilindustrie, um jeweils über 20 % gegenüber 2014.

Der Vergleich mit dem Jahr 2014 zeigt, dass die Produktions- und die Wertschöpfungseffekte um 46,5 bzw. 48,8 % zugenommen haben und die Beschäftigungseffekte um 3,2 %. Die Unterschiede bei diesen Zuwächsen rühren einerseits aus Leistungs- und Produktivitätssteigerungen und andererseits aus Preis- und Kostensteigerungen, sowohl in den Berufsgruppen der Massivbaustoffherstellung als auch im vor- und nachgelagerten Bereich.

GRUPPE	UMSATZ (Mio. Euro)			BESCHÄFTIGTE (per 31. Dezember)		
	2021	2014	2021 (2014=100)	2021	2014	2021 (2014=100)
Beton- und -fertigteil	613,9	430,7	142,5	3.337	2.656	125,6
Putz und Mörtel	439,6	401,0	109,6	989	1.065	92,9
Sand, Kies und Natursteine	149,1	147,1	101,3	541	653	82,8
Transportbeton	617,8	412,5	149,8	1.306	1.371	95,3
Ziegel- und Ziegelfertigteil	207,9	140,6	147,8	816	765	106,7
Zement	527,6	346,7	152,2	1.315	1.076	122,2
Gesamt	2.555,9	1.878,7	136,0	8.304	7.586	109,5

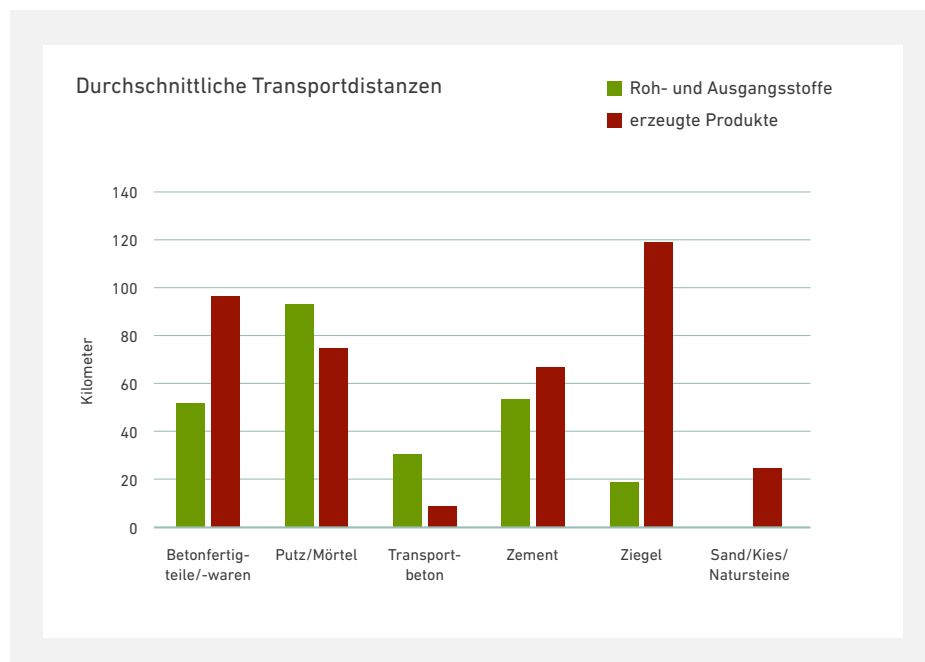
Tabelle 3:
Umsatz und Beschäftigte in der österreichischen Massivbaustoffherstellung nach Branche, 2014 und 2021 im Vergleich.

Quelle: Projekt Massivbaustoffherstellung als Impulsgeber für Regionen

15,0 und 93,7 km (durchschnittlicher Transportradius) transportiert. In den Berufsgruppen Ziegel (15,0 km) und Transportbeton (30,3 km) werden die Roh- und Ausgangsstoffe am kürzesten transportiert, während in den Berufsgruppen Putz/Mörtel (93,7 km), Betonfertigteil/-waren (52,5 km) und Zement (53,6 km) die Roh- und Ausgangsstoffe am weitesten transportiert werden. Die erzeugten Produkte werden hingegen zwischen 8,5 und 116,1 km transportiert. Bei den Berufsgruppen Transportbeton (8,5 km) und Sand, Kies und Natursteine (23,9 km) werden die erzeugten Produkte am kürzesten transportiert, während der erzeugte Zement durchschnittlich 66,8 km und die Putze und Mörtel 75,7 km transportiert werden. Bei den Berufsgruppen Ziegel (116,1 km) und Betonfertigteil/-waren (96,9 km) werden die erzeugten Produkte am weitesten transportiert.

Abbildung 4:
Durchschnittliche
Transportdistanzen der
eingesetzten Roh- und
Ausgangsstoffe (grün)
und erzeugte Produkte
(rot) der jeweiligen
Berufsgruppen

Quelle: STUDIA 2023



Die Erzeugung mineralischer Baustoffe in Österreich löst bedeutende regionalwirtschaftliche Effekte aus und versorgt die Bauwirtschaft bei geringen Verkehrsbelastungen. Damit kann sie erheblich zu positiven wirtschaftlichen Entwicklungen von einzelnen Unternehmen sowie von ländlichen Regionen beitragen.

BAUKONJUNKTUR UND PREISGEFÜGE IM WOHNBAU – INTERESSENSPOLITISCHE ANSATZPUNKTE DER BAUSTOFFINDUSTRIE

Projektbeteiligte: FH-Doz.Dr. Wolfgang Amann, Dr.MMag. Alexis Mundt;
IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH.

PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Die Baubewilligungszahlen haben sich seit 2016 aus mehreren sich überlagernden Gründen halbiert. Während die Wohnversorgung trotz der Krise im internationalen Vergleich gut ist (Wohnkostenbelastung deutlich unter EU-Durchschnitt), drohen starke Auswirkung auf die Beschäftigung in der Bauwirtschaft und die Abwanderung von Fachkräften.
- Die Haustechnik gewann in den vergangenen Jahrzehnten im Vergleich zu den Baumeisterarbeiten stark an Bedeutung und hat zur Verteuerung des Bauens beigetragen.
- Baupreise tragen neben Kapitalmarktumfeld und Förderungen zur Leistbarkeit des Wohnens bei. Vermehrter Wettbewerb und einfache, langlebige, reparaturfreundliche Systeme sowie Serialität können wichtige Stellschrauben dafür sein.

ZENTRALE PROJEKTINHALTE

Die Baukonjunktur erlebt aktuell einen dramatischen Rückgang. 2023 erreichte die Zahl baubewilligter Wohneinheiten mit etwa 47.000 nur noch etwa die Hälfte des Höchststandes von 2017 (inkl. neue Wohnungen in bestehenden und gemischt genutzten Gebäuden). Es drohen eine Angebotsverengung am Wohnungsmarkt und ein Einbruch der Ergebnisse der Bau- und Bauproduktionsindustrie sowie die Freisetzung von Mitarbeiter:innen.

Vor diesem Hintergrund hat der Fachverband der Stein- und keramischen Industrie das IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH mit einer Studie beauftragt, die die Ursachen der schwachen Baukonjunktur und die Einflussgrößen des Preisgefüges im Wohnbau analysiert. Es wird der Frage nachgegangen, wie sich ein normgerechter Wohnbau über die Jahrzehnte hinweg verändert und welche Gewerke davon profitiert haben. Schließlich werden interessenspolitische Ansatzpunkte für eine Ankurbelung der Baukonjunktur erörtert. Ein Schlüssel für eine wieder wachsende Produktivität in der Bauwirtschaft in der gesamten Wertschöpfungskette ist Innovation.

Zur Baukonjunktur: Die Baubewilligungszahlen haben sich aus mehreren sich überlagernden Gründen halbiert. Alle Wohnbausparten hatten mit den stark gestiegenen Baupreisen zu kämpfen. Die sehr schnell und stark gestiegenen Zinsen und die KIM-Verordnung belasteten vor allem die Sparten des Eigenheims und der Eigentumswohnungen. Die Zinsen sinken seit Mitte 2024 wieder. Während die Wohnversorgung trotz der Krise

im internationalen Vergleich sehr gut ist (Wohnkostenbelastung deutlich unter EU-Durchschnitt), drohen starke Auswirkung auf die Beschäftigung in der Bauwirtschaft und die Abwanderung von Fachkräften.

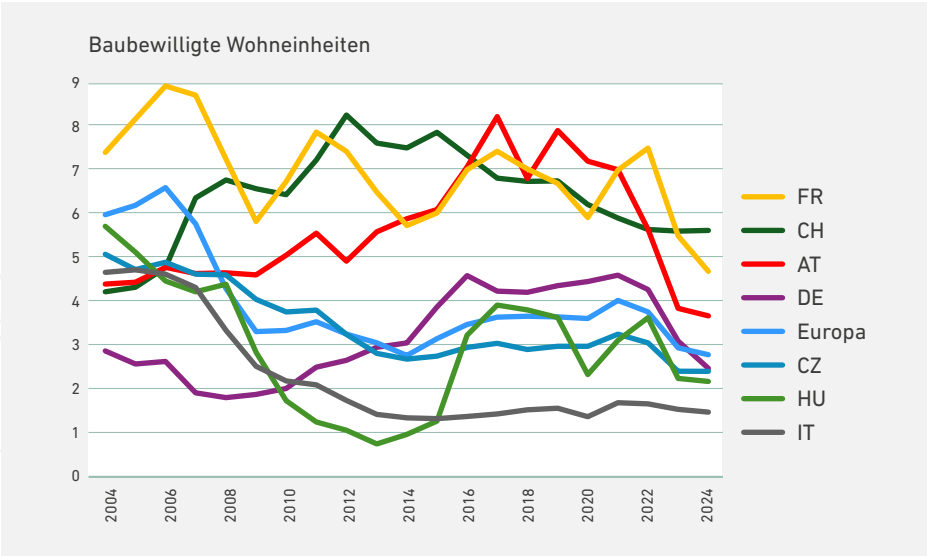


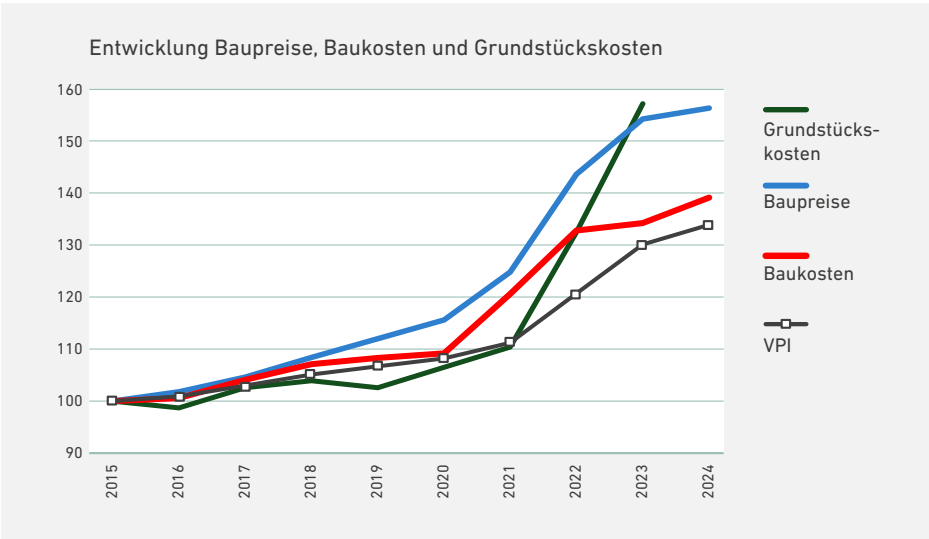
Abbildung 5:
Baubewilligte Wohneinheiten pro 1.000 Einwohner im Europa-Vergleich

Quelle: IIBW/Statistik Austria (für AT); Euroconstruct/Eurostat (alle anderen Staaten)

Zum Preisgefüge: In langer Frist hat sich das Produkt „Wohnung“ stark verändert. Die heutigen Anforderungen an die eigenen vier Wände sind mit jenen in den 1980er Jahren kaum vergleichbar. Die Haustechnik gewann sehr stark an Stellenwert. Demgegenüber sank der Anteil der Baumeisterarbeiten am Gebäude deutlich. Angesichts der Entwicklung der Qualitäten ist es bemerkenswert, dass sich Baukosten und Baupreise über viele Jahre hinweg nur unwesentlich über der Inflationsrate entwickelt haben. Zuletzt sind sie allerdings stark gestiegen. Baupreise tragen neben Kapitalmarktumfeld und Förderungen zur Leistbarkeit des Wohnens bei. Vermehrter Wettbewerb und einfache, langlebige, reparaturfreundliche Systeme sowie Serialität können wichtige Stellschrauben sein.

Abbildung 6:
Entwicklung von Baupreisen, Baukosten und Grundstückskosten (Index: 2015=100)

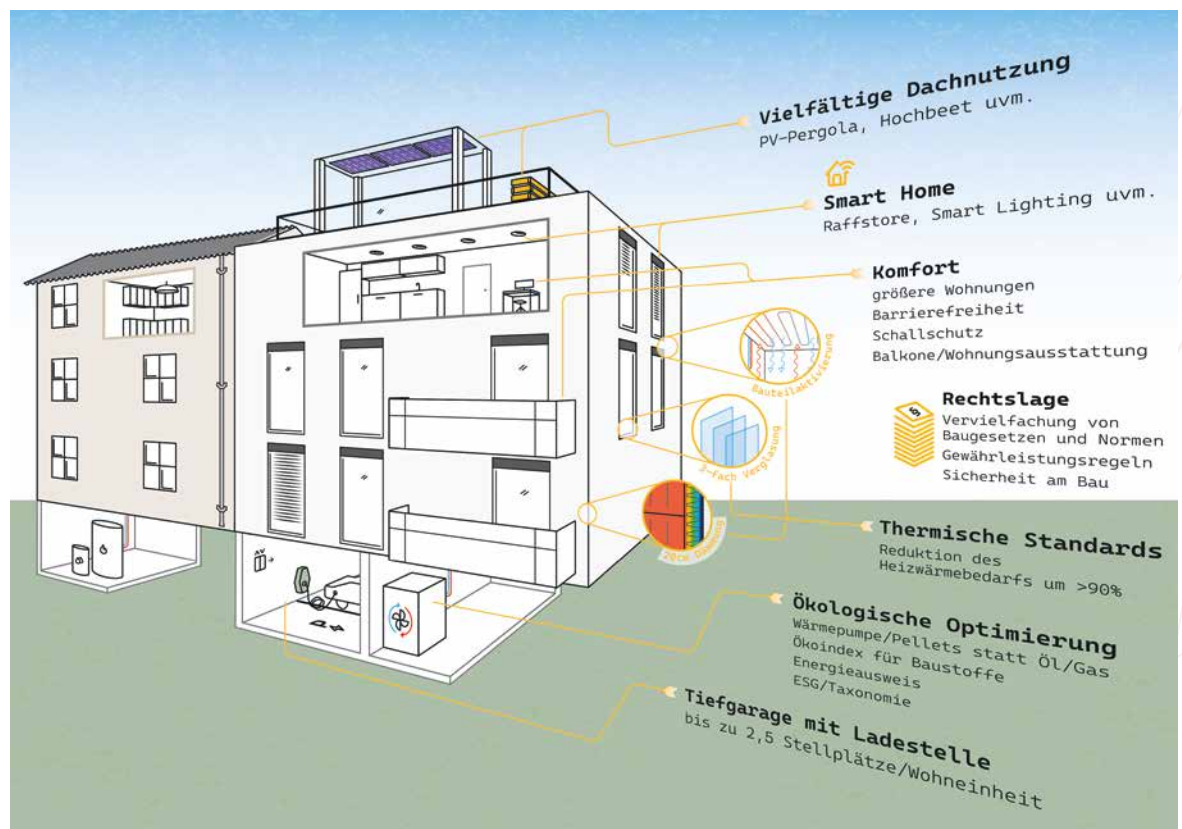
Quelle: Statistik Austria Baupreis-/Baukostenstatistik, Immobilienpreisstatistik; Darstellung IIBW



Die Studie trägt eine Vielzahl interessenspolitischer Ansatzpunkte zur Bewältigung der baukonjunkturellen Krise zusammen, beschreibt sie kurz und ordnet sie ein. Gegliedert werden die Ansätze nach aktuellen Weichenstellungen, Maßnahmen zur Stabilisierung der Baukonjunktur und Innovationen im Baustoffsektor. Damit liegt eine kompakte Übersicht von Maßnahmen und Ansätzen vor, die von A wie Automatisierung (Robotik) bis Z wie Zukunftsfonds im Rahmen des Finanzausgleichs reicht.

Abbildung 7:
Anforderungen an das
Wohnen – 1980er
Jahre und heute

Grafik: IIBW
(Elias Grinzinger)



COOL*BUILDINGS – KÜHLSTRATEGIEN IN WOHNGEBÄUDEN – EIN TECHNOLOGIEVERGLEICH

Projektbeteiligte: W. Konrad, M. Rehbögen, G. Graupner; Zukunftsagentur Bau GmbH (ZAB).
L. Dorsch, S. Kindelbacher; Fachhochschule Salzburg (FHS).
M. Winkler, K. Winiwarter, R. Passawa; Universität für Weiterbildung Krems (UWK).

PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Klimaresilientes Bauen wird wichtiger: Speichermasse und Bauteilaktivierung haben großes Potenzial bei der Vermeidung von sommerlicher Überhitzung.
- Passive Kühlmaßnahmen, insbesondere Nachtlüftung und automatisierter Sonnenschutz, reduzieren den Kühlbedarf in Wohngebäuden erheblich (bis zu 70 %).
- Die Kombination verschiedener passiver Maßnahmen verstärkt die Kühlwirkung.

INHALTLICHE DARSTELLUNG

Die Zunahme von Hitzetagen in Österreich als Folge des Klimawandels stellt besondere Anforderungen an Gebäude. Deren Ausrichtung, die Größe der Fenster, die Speicherwirksamkeit der Gebäudeteile und Abschattungseinrichtungen haben Einfluss auf die Kühllast. Diese kann bei nicht klimasensitiv geplanten Gebäuden die vorhandene Heizlast deutlich übersteigen.

Das Projekt Cool*Buildings untersucht das Potenzial einer klimasensitiven Architektur für Wohngebäude. Dabei werden die Klimadaten von 2019 und -szenarien für 2050 für Salzburg und St. Pölten berücksichtigt. Der Fokus des Projektes liegt im Bereich der Geschoßwohnbauten und untersucht, ob in Abhängigkeit von Ausrichtung, Fensteranteil und Bauweise (Speichermasse) unter Verwendung passiver Kühlmaßnahmen (z.B. Nachtlüftung, Beschattung, etc.) hinreichend behagliche Zustände im Innenraum erreicht werden. Erst wenn die architektonischen und passiven Maßnahmen nicht ausreichen, sollte unter Verwendung energieeffizienter Technologien und der Nutzung von natürlichen Kältesenken aktiv gekühlt werden.

Grundlage für die Berechnungen stellt eine Status-Quo Erhebung unterschiedlicher vorhandener als auch in Entwicklung befindlicher Lösungsansätze inklusive gebauter Good Practices dar. Überdies wurden die aktuell in Österreich verbindlichen Normenwerke vergleichend dargestellt.

Gearbeitet wurde mit Einzonen- sowie Mehrzonen-Wohnungsmodellen. Die Einzonen-Modelle dienten zur Herleitung und Plausibilisierung von Profilen für Wärmeeintrag, Fensterlüftung und Aktivierung von Sonnenschutzanordnung. Durch thermische Gebäudesimulation am Mehrzonenmodell eines realen Wohnungsgrundrisses wurden dann die Effekte der passiven Kühlmaßnahmen in Kombination mit Klimadaten, Bauart, Fensterflächen und Nutzung der

Räume untersucht. Die Bewertung der Effektivität von Kühlmaßnahmen in Gebäuden im Projekt Cool*Buildings erfolgt mit einem eigenen Bewertungsschema bestehend aus den beiden Kriterien „Kühltauglichkeit“ und „Kühlhäufigkeit“. Auf Basis der Berechnungsergebnisse wurde eine Matrix für die Planung und zur Bewusstseinsbildung entwickelt. Diese zeigt das Potenzial geeigneter klimasensitiver baulicher und haustechnischer Maßnahmen auf.

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass Nachtlüften deutlich effektiver ist als Verschattung, vor allem dann, wenn eine Querlüftung über zwei unterschiedlich ausgerichtete Fassaden möglich ist. Die Wirksamkeit von automatisch gesteuerter Verschattung ist um den Faktor 4 höher als die von manueller Verschattung. Eine Kombination aus beiden Maßnahmen kann sommerliche Überwärmung in den meisten berechneten Varianten vermeiden. Ein Problem stellen große Fenster dar, die viel thermische Solareinstrahlung ins Gebäude lassen. Gebäudetechnische Kühlungsmaßnahmen wie Bauteilaktivierung oder Flächenkühlung sind besonders effektiv und effizient. Sie ermöglichen Free Cooling als Kaltwasserzirkulation mittels Umwälzpumpe.

Eine qualitative Expertenbefragung ergänzte die Berechnungsergebnisse. Die Befragten sind sich einig, dass die Vermeidung der sommerlichen Überwärmung wichtiger wird. Im Osten Österreichs werden Projekte bereits jetzt vermehrt mit aktiver Kühlung umgesetzt, während dies in Salzburg noch weniger verbreitet ist. Als wesentliche Stellschrauben zur Vermeidung der sommerlichen Überhitzung erachten die Fachleute vor allem Abschattungseinrichtungen, Balkone, Vordächer, Nachtlüftung und Speicherfähigkeit der Gebäudemasse. Gute Alternativen zu den herkömmlichen Klimageräten wären Betonkernaktivierung, Wärmepumpen oder solarthermische Kühlung. Hemmnisse für die Umsetzung passiver Maßnahmen sehen Planende und Bauträger vorrangig bei den erhöhten Kosten.

Abbildung 8:
Matrix: Darstellung
eines beispielhaften
Ergebnisdatenblatts
der Gebäude-
simulationen.
S.160. Endbericht

Fazit: Wenn der Betrieb von Gebäuden in den nächsten Jahrzehnten klimaneutral und gleichzeitig auch leistbar sein soll, dann muss sich die Baubranche verstärkt dem Thema klimagerechtes Bauen widmen.

Nutzung: Wohnküche Bauart: schwer g-Wert: 0,53 Orientierung: West Fensterflächenanteil: 25 %		AUSGANGSFALL															
		SALZBURG								ST. PÖLTEN							
		Ohne Maß-nahmen	mit innenl. SSV	mit außenl. SSV	mit außenl. SSV & SSSt	mit Nachtlüftung				Ohne Maß-nahmen	mit innenl. SSV	mit außenl. SSV	mit außenl. SSV & SSSt	mit Nachtlüftung			
		Ohne Maß-nahmen	mit innenl. SSV	mit außenl. SSV	mit außenl. SSV & SSSt	Ohne Maß-nahmen	mit innenl. SSV	mit außenl. SSV	mit außenl. SSV & SSSt	Ohne Maß-nahmen	mit innenl. SSV	mit außenl. SSV	mit außenl. SSV & SSSt	Ohne Maß-nahmen	mit innenl. SSV	mit außenl. SSV	mit außenl. SSV & SSSt
KLIMA 2019																	
Über-hitzung	Jahr																
	Hitzeperiode																
Kühl-periode	Kühltauglichkeit																
	Kühlhäufigkeit																
Hitze-episode	Kühltauglichkeit																
	Kühlhäufigkeit																
KLIMA 2050																	
Über-hitzung	Jahr																
	Hitzeperiode																
Kühl-periode	Kühltauglichkeit																
	Kühlhäufigkeit																
Hitze-episode	Kühltauglichkeit																
	Kühlhäufigkeit																

Schwellenwerte werden unterschritten

Schwellenwerte werden überschritten

Schwellenwerte werden gravierend überschritten

BAUTEILAKTIVIERUNG IM ENERGIEAUSWEIS – TABS IM EA

Projektbeteiligte: Patricia Reindl, Michael Moltinger, Daniel Heidenthaler, Markus Leeb; FH Salzburg (FHS).
Maximilian Bühler, Thomas Bednar; TU Wien.
Maria Rehbogen, Gunther Graupner; Zukunftsagentur Bau.

PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Energieausweise stellen die Energiekennzahlen von Gebäuden mit thermisch aktivierten Bauteilsystemen (TABS) oft schlechter dar als es der Realität entspricht, was auf vereinfachte Berechnungsmethoden bzw. die Verwendung von Defaultwerten zurückzuführen ist. Dies benachteiligt eine Schlüsseltechnologie der Zukunft im Bereich der Gebäudetechnik.
- Die Gegenüberstellung der Ergebnisse von Simulationen und Energieausweisberechnung konkreter Testgebäude mit TAB (Neubau und Sanierung) ergab einen erhöhten Heizenergiebedarf für die Raumheizung von 12 bis 22 %, je nach Gebäudegröße (Einfamilienhaus bis Geschosswohnbau). Dies zeigt klar, dass eine Anpassung der Defaultwerte sinnvoll ist.
- Mit dem vorgeschlagenen neuen Korrekturfaktor Flächenheizung (f_{FH}) und einer Reduzierung der Defaultwerte für die spezifischen Wärmeverluste dieses Wärmeabgabesystems um ca. $0,2 \text{ W/m}^2$ lässt sich die Abweichung reduzieren und das System realitätsnäher abbilden.

INHALTLICHE DARSTELLUNG

Thermisch aktivierte Bauteilsysteme (TABS) gewinnen im Neubau, aber auch in der Sanierung zunehmend an Bedeutung, da sie Komfort, Behaglichkeit und Energieeffizienz mit der Option zur moderaten Kühlung verbinden. Zusätzlich ermöglicht die Aktivierung des thermischen Speichers eine Flexibilität hinsichtlich der Temperierung des Gebäudes, wodurch Lastspitzen verschoben und Energie aus fluktuierenden Energieträgern besser genutzt werden können. Obwohl der Stand der Technik fortgeschritten ist, hinkt die Abbildung des Systems im Energieausweis und den zugehörigen Normen hinterher. Die Eingabe und Berechnung der Energiekennzahlen für Gebäude mit TABS im Energieausweis ist zwar grundsätzlich möglich, sie erfolgt aber vereinfacht bzw. auf Basis von Defaultwerten. Die tatsächliche Eingabe und Berechnung der diversen Parameter wird häufig aufgrund des Mehraufwandes ausgelassen.

Eine wesentliche Einflussgröße stellt der im Heizenergiebedarf berücksichtigte Korrekturfaktor Flächenheizung dar. Dieser soll die zusätzlichen Transmissionswärmeverluste einer in der thermischen Gebäudehülle positionierten Flächenheizung abbilden, hängt aber lediglich von den Systemtemperaturen, der Innentemperatur und der Normaußentemperatur ab. Weitere Einflussfaktoren wie etwa die Lage der aktivierten Schicht im Bauteil, Materialeigenschaften oder Rohrabstände bleiben zur Gänze unberücksichtigt. In der Folge fallen Berechnungen der Energiekennzahlen tendenziell zu hoch aus.

Auch die Defaultwerte für die Regelung der Wärmeabgabesysteme berücksichtigen die Art des Wärmeabgabesystems unzureichend.

Im Projekt wurden bestehende Berechnungsmethoden im Energieausweis bzw. nach Norm analysiert. Darauf aufbauend wurden Testgebäude mit TAB definiert, unterschieden nach Neubau und Sanierung sowie nach Größe (Geschoßwohnbauten und Einfamilienhäuser) und für diese vergleichend eine Gebäudesimulationen und eine Energieausweisberechnung durchgeführt. Die Ergebnisse wurden dabei für einzelne Bauteile detailliert unterschieden dargestellt. Zudem wurde mit einer Bauteildatenbank gearbeitet, in welcher die Wärmedurchgangskoeffizienten für unterschiedliche Bauteilaufbauten und Randbedingungen basierend auf einer automatisiert durchgeführten detaillierten Bauteilsimulation aufgelistet waren.

Die Abweichung von Energieausweis zur Gebäudesimulation beträgt unter diesen definierten Voraussetzungen 20,6 % in der Variante EFH Neubau, mittelschwere Bauweise mit Deckenaktivierung. Die Abweichung beim MFH Neubau, mittelschwere Bauweise mit Deckenaktivierung beträgt hier ca. 22,2 %. Im Geschoßwohnbau beträgt die Abweichung ca. 12,4 %. Demnach wird im Energieausweis die Bauteilaktivierung mit 12,4 % bis 22,2 % zu hoch abgebildet, was zum Ausschluss bei Förderungen führen kann. Weitere Ergebnisse zeigen, dass bei Bauteilaktivierungen in der Sanierung, bei denen die Rohrebene außen an der Bestandsmauer angebracht wird, auch eine deutliche Abweichung zwischen Gebäudesimulation und Energieausweis zu erkennen ist. In den Varianten EFH bis zu 12 %, bei MFH 26,5 % und GWB 17,1 %.

Auf Basis der Ergebnisse wurde eine neue Berechnung für den Korrekturfaktor Flächenheizung (f_{FH}) erarbeitet, der diesen im Vergleich zur Berechnung laut ÖNORM H 5056-1:2019-01 Anhang A herabsetzt. An berechneten Beispielen wurde nachgewiesen, dass damit das Ergebnis der Berechnung dem der Simulation nahezu angeglichen werden kann.

Für eine bessere, realitätsnähere Abbildbarkeit der Bauteilaktivierung im Energieausweis bedarf es einer Adaptierung der ÖNORM 5056-1 im Bereich des Korrekturfaktors Flächenheizung sowie der Defaultwerte der Verluste der Wärmeabgabe an den Raum.

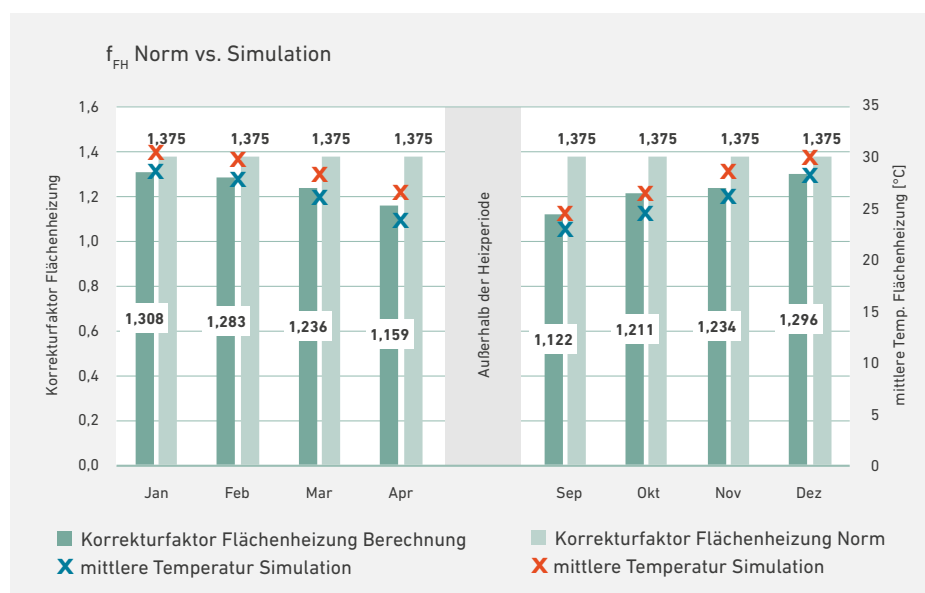


Abbildung 9:
Flächenheizung und
mittlere Temperatur
in Norm, Berechnung
und Simulation

CostOpt STUDIE – TEILPROJEKT 1

AUSWIRKUNGEN POTENZIELLER NEUER ANFORDERUNGEN AN GEBÄUDE (OIB-RL 6, AUSGABE 2027)

Projektbeteiligte: Florian Schnabel, Andreas Sarkany, Thomas Bednar;
Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie E207,
Forschungsbereich Bauphysik, Technische Universität Wien.

PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie ((EU) 2024/1275) in Österreich durch die Novellierung der OIB-Richtlinie 6 wird Auswirkungen auf die Mindestanforderungen an die thermische Qualität von Massivbaukonstruktionen haben.
- Erfolgt die Nachweisführung über HWB-Anforderung und Verwendung einer Referenzanlage, dann erfolgt von 2017 bis 2024 eine deutliche Reduktion der Massivbauvarianten von Einfamilienhäusern. Daher wird derzeit üblicherweise die Einhaltung der Endenergiebedarfsanforderung durch eine effizientere Anlagentechnik erreicht (fGEE-Nachweisführung).
- Die aktuell diskutierten neuen Anforderungen für 2025 und 2030 führen aufgrund der Umstellung von Eingangsgrößen zuerst zu einer leichten Erhöhung der möglichen Varianten und für 2030 zu einer leichten Reduktion gegenüber 2024.
- Es ist weiterhin empfehlenswert, Anforderungen an den Endenergiebedarf und Subkriterien wie HWBRef,RK oder die Gesamtwärmeabgabe an Raumheizung und Warmwasser aus einer Kostenoptimalitätsstudie zu entwickeln, um die wirtschaftlichen Lösungen aufgrund effizienter Anlagentechnik nicht zu früh auszuschließen.

INHALTLICHE DARSTELLUNG

Die Richtlinie (EU) 2024/1275 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. April 2024 zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erfordert eine Anpassung der OIB-Richtlinie 6. Gemäß Artikel 11 Absatz 3 der Richtlinie muss der maximale Schwellenwert für den Energiebedarf eines Nullemissionsgebäudes mindestens 10 % unter dem Schwellenwert für den Gesamtprimärenergieverbrauch liegen, der auf Ebene der Mitgliedstaaten für Niedrigstenergiegebäude am 28. Mai 2024 festgelegt wurde. Diese Anforderung soll in Österreich durch die Überarbeitung der OIB-Richtlinie 6 umgesetzt werden und ab dem 1. Januar 2030 verbindlich gelten. Dazu sind Änderungen in der OIB-Richtlinie 6 notwendig. Zusätzlich werden in den ÖNORMEN ebenso Änderungen an der Methodik und den Eingangsparametern durchgeführt.

Die Änderungen sollen in einem zweistufigen Verfahren erfolgen: Diskutiert wird bis 2025 die Innentemperatur und die Bestimmung des Ausnutzungsgrads an die europäische Normung anzupassen und die HWB-Anforderung auf die 9er-Linie zu reduzieren. Bis 2030 soll dann die Reduktion um 10 %, also auf die 8er-Linie, erfolgen.

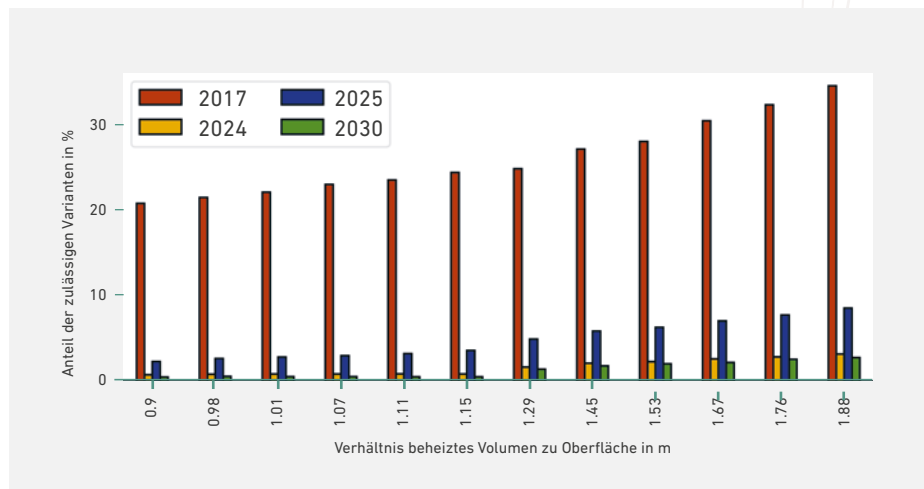


Abbildung 10: Anteil der Varianten, die die zum jeweiligen Zeitpunkt gültigen Normen und Richtlinien erfüllen, in Abhängigkeit der charakteristischen Länge, wenn der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an den Endenergiebedarf durch Einhaltung des HWBRef,RK erfolgt und eine Referenzanlage ausgeführt wird. Erkennbar ist, dass die Reduktion der zulässigen Maximalwerte von 2017 auf 2024 die Anzahl an ausführbaren Gebäudehüllen deutlich reduziert.

Auf Grundlage eines vom Fachverband der Stein- und keramischen Industrie bereitgestellten Katalogs von monolithischen Außenwandkonstruktion wurden in einer Variantenstudie die Auswirkungen dieser zu erwartenden Novellierungen auf Einfamilienhäuser in Massivbauweise in Bezug auf den HWBRef,RK (Referenz-Heizwärmebedarf für das Referenzklima) untersucht. Betrachtet wurden die Jahre 2017, 2024, 2025 und 2030.

Die der Studie zugrundeliegenden Bemessungsparameter umfassen geometrische Angaben wie Länge, Breite, Stockwerkszahl und Fensteranteil sowie U-Werte für oberste Geschoßdecke, Außenwände, unterste Geschoßdecke und Fenster. Die U-Werte orientieren sich an typischen Einfamilienhausbauten und variieren zwischen den Mindestanforderungen an Außenbauteile aus der OIB-Richtlinie 6 und deutlich besseren Werten.

Die unterschiedliche Kombination der möglichen Parameter resultiert in einer Anzahl von 81.684 Varianten von Einfamilienhäusern. Für jede Variante erfolgte die Nachweisführung zu den angeführten Betrachtungszeitpunkten gemäß den jeweils gültigen Normen und Richtlinien. In der Nachweisführung wurden alle zulässigen Vereinfachungen verwendet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Verschärfung der Anforderungen aus der OIB-Richtlinie 6 bereits von 2017 auf 2024 zu einer erheblichen Reduktion der Einfamilienhausvarianten geführt hat, die den geforderten HWB-Grenzwert einhalten. Dies ist auf die damals erfolgte Änderung der Luftwechselrate, der inneren Quellen, der Verschattungsfaktoren und des Referenzklimas zurückzuführen. Die nun anstehenden weiteren Novellierungsschritte führen dazu, dass von 2024 auf 2025 zwischenzeitlich die Variantenzahl wieder leicht zunehmen wird, weil der Effekt der verringerten Innentemperatur stärker wirkt als die Verschärfung der HWB-Linie von 10 auf 9. Von 2025 auf 2030 allerdings werden dann durch die HWB-Linie 8 als Grenzanforderung die Bedingungen weiter verschärft, sodass weniger Einfamilienhausvarianten als 2024 die Anforderungen an den HWB erfüllen werden. Besonders wirkt sich die Verschärfung auf wenig kompakte Einfamilienhäuser aus. Diese Schlussfolgerungen gelten nur für die Nachweisführung über den Heizwärmebedarf und Ausführung einer Referenzanlage. Es ist daher empfohlen, einen zweiten Weg aus Kostenoptimalitätsstudien abzuleiten, bei dem die Effizienz des gebäudetechnischen Systems eine Rolle spielt, um die Anforderungen an einen sehr niedrigen Endenergiebedarf im Winter wie im Sommer zu erreichen.

STRATEGIEN ZUR REDUKTION SOWIE ENTFERNUNG VON TREIBHAUSGASEN IN DER GEBAUTEN UMWELT

UND MÖGLICHKEITEN ZUR ERREICHUNG VON NETTO-NULL-EMISSIONEN IN BAUMATERIALIEN

Projektbeteiligte: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alexander Passer, MSc, Barbara Truger, MSc, Dr. techn. Nicolas Alaux, MA, Technische Universität Graz.

PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- 95 identifizierte Strategien wurden nach THG-Reduktionspotenzial, technischer Verfügbarkeit und Anwendbarkeit in Österreich gefiltert, mit Vertreter:innen der WKO diskutiert und zu sechs Szenarien gebündelt.
- Die Ökobilanzierung der Szenarien zeigt die Auswirkungen auf die THG-Emissionen auf Material-, Gebäude- und Gebäudebestandsebene.
- Durch eine Kombination der Szenarien kann eine Reduktion der österreichischen konstruktionsbezogenen THG-Emissionen der Gebäudeerrichtung bis 2050 von über 50 % erreicht werden.

INHALTLICHE DARSTELLUNG

In diesem Forschungsprojekt wurden relevante Strategien zur Reduktion sowie Entfernung von Treibhausgasen (THG) in der gebauten Umwelt und Möglichkeiten zur Erreichung von Netto-Null-Emissionen in Baumaterialien untersucht und ihre Auswirkungen auf den Gebäudebereich abgeschätzt. Die Leistungen der Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen der Technischen Universität Graz setzen sich für das Forschungsprojekt aus zwei inhaltlichen Schritten zusammen:

- Recherche und Identifikation der aussichtsreichsten Strategien zur Reduktion von Treibhausgasen in der gebauten Umwelt
- Ökobilanzierung der Strategien zur Ermittlung der technologischen Möglichkeiten zur Erreichung von Netto-Null-Emissionen in Baumaterialien

Die Liste der Strategien wurde durch eine umfassende Literaturrecherche zusammengestellt. Als Input dafür dienten Forschungsergebnisse nationaler und europäischer Projekte, insbesondere der Projekte INTEGRATE⁵ und EU-WLC⁶, die bereits teilweise veröffentlicht wurden^[1,2]. Die Informationen wurden durch weitere wichtige Literaturübersichten und

⁵ <https://wegcwp.uni-graz.at/integrate/>

⁶ <https://c.ramboll.com/life-cycle-emissions-of-eu-building-and-construction>

graue Literatur, insbesondere internationale Berichte, ergänzt. Diese Ergebnisse wurden sowohl auf europäischer Ebene mit Interessenvertreter:innen aus europäischen Organisationen von Architekt:innen, Industrie, Hersteller:innen, Abbruchunternehmen und Wohnungsbaugesellschaften als auch mit den Vertreter:innen der WKO diskutiert.

In einem ersten Schritt wurden so 95 Strategien zur Reduktion von THG-Emissionen von Baumaterialien identifiziert. Sie werden in sechs Sektoren und 16 Baumaterial(-gruppen) gegliedert. Als Überblick über die Strategien dient Abbildung 11. Die Höhe der Balken zeigt das THG-Einsparungspotenzial auf Materialebene.

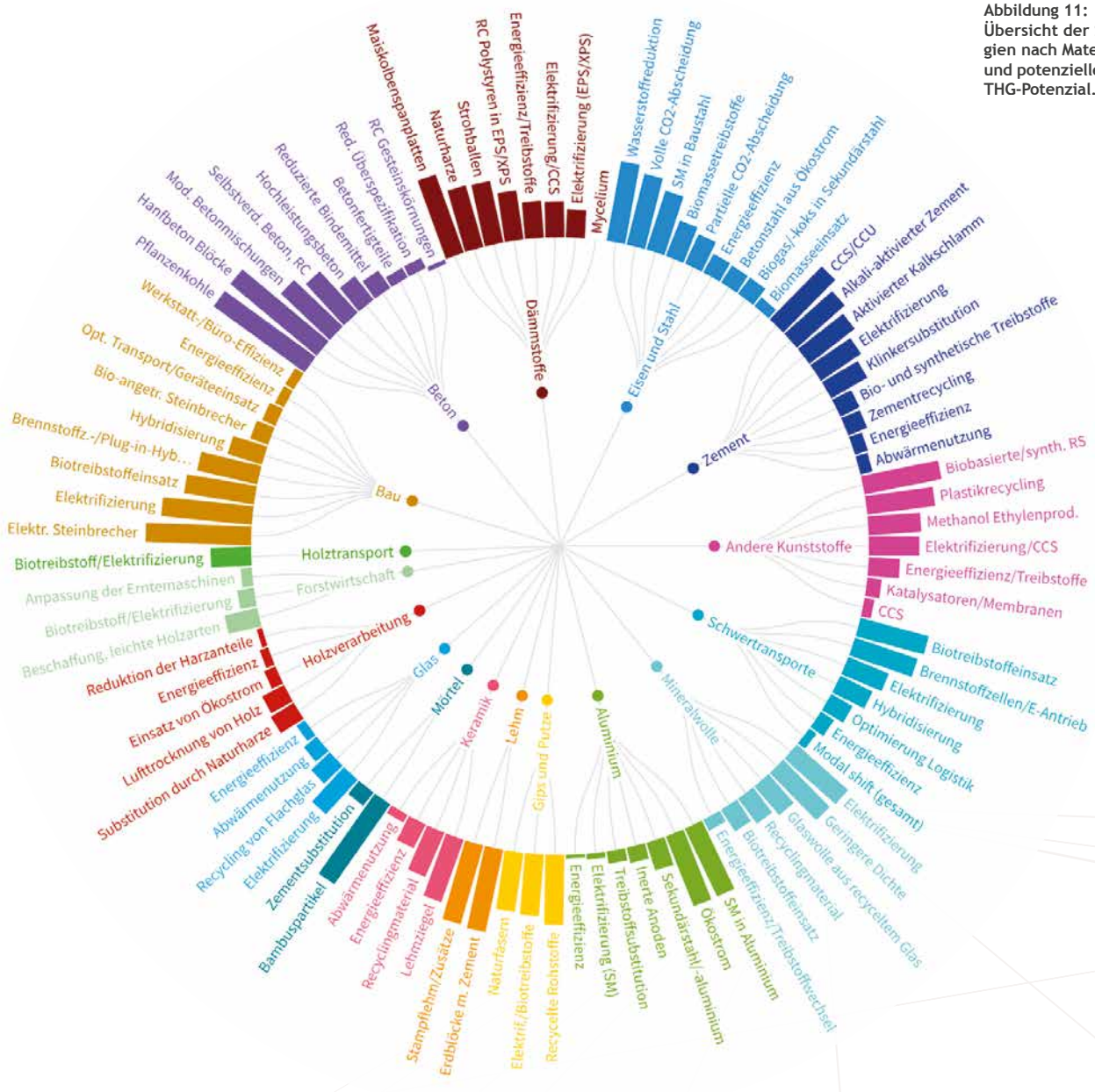


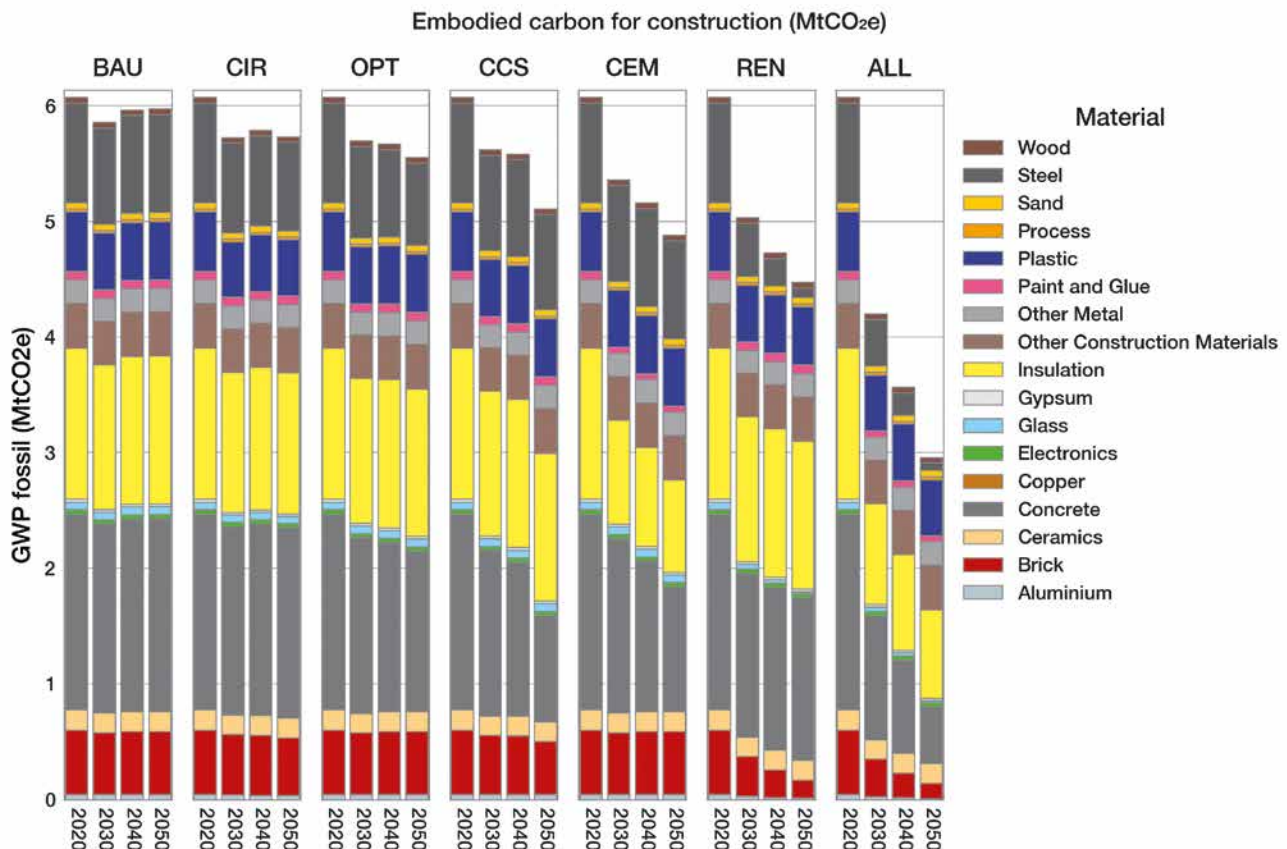
Abbildung 11:
Übersicht der Strategie-
n nach Material
und potenziellem
THG-Potenzial.

Die identifizierten Strategien wurden sowohl anhand des potenziellen THG-Reduktionspotenzials als auch anhand des technologischen Entwicklungsstands (technology readiness level, TRL) sowie der Anwendbarkeit in Österreich bewertet. Somit wurde vom Projektteam eine Erstausswahl von 25 relevanten Strategien getroffen. Diese ausgewählten Strategien wurden in einem Projektworkshop mit Vertreter:innen der WKO diskutiert und eine weitere Auswahl bzw. Gruppierung vorgenommen. Basierend auf dieser Auswahl wurden folgende Szenarien entwickelt, anhand derer potenzielle Entwicklungen im Gebäudebereich modelliert wurden:

- BAU (Business as usual)
- CCS (CO₂-Abscheidung und Speicherung/Nutzung)
- REN (Erneuerbare und Steigerung Energieeffizienz)
- CEM (Klinkersubstitution)
- OPT (Materialeffizienz)
- CIR (Recycling und Reuse)
- ALL (Kombination aller Szenarien)

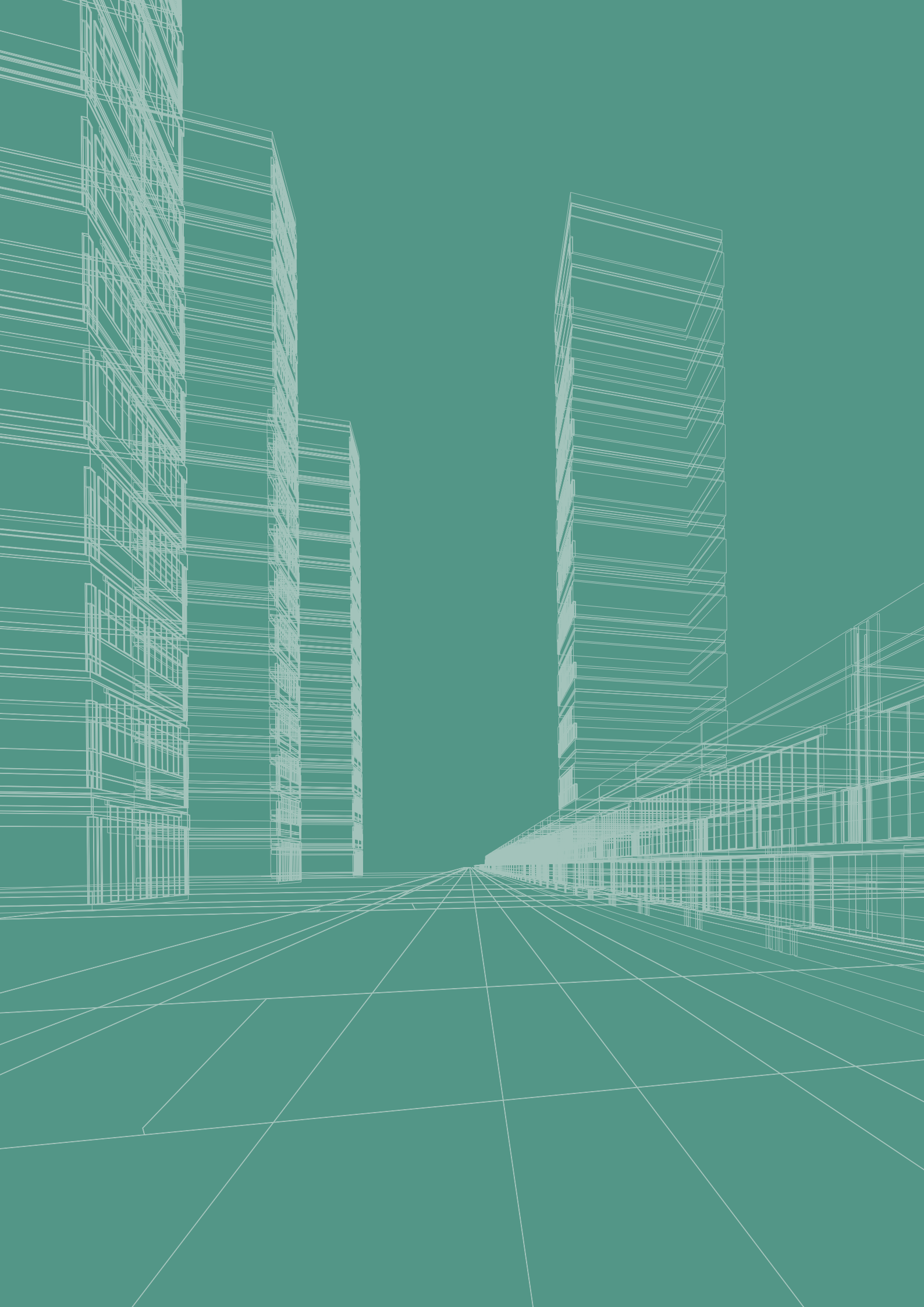
Die Ökobilanzierung der Szenarien auf der Ebene der Baumaterialien, der Gebäude und des Gebäudebestands wird mit dem Modell PULSE-AT v3.0 ^[3] durchgeführt, das an der Technischen Universität Graz entwickelt wurde. Es projiziert die zukünftige Entwicklung des österreichischen Gebäudebestands und die damit verbundenen Umweltauswirkungen mittels prospektiver Ökobilanzierung, indem es die identifizierten Strategien mit anderen dynamischen Parametern (wie der Bevölkerungsentwicklung) zu Zukunftsszenarien kombiniert. Aufgrund der detaillierten Gebäudeinventardaten können die Auswirkungen der einzelnen Strategien auf verschiedenen Ebenen (Gebäude, Komponenten und Materialien) dargestellt werden.

Die Szenarien werden auch auf Ebene des österreichischen Gebäudebestands modelliert. Erste Ergebnisse davon sind in Abbildung 12 ersichtlich. Hier wird der Effekt der einzelnen Szenarien auf die unterschiedlichen Baumaterialien deutlich: Während bisherige Bemühungen (BAU) kaum Veränderungen bringen, haben die weiteren Szenarien unterschiedliche Auswirkungen: Materialeffizienz (OPT), CO₂-Abscheidung und Speicherung/Nutzung (CCS) und Klinkersubstitution (CEM) etwa haben große Auswirkungen auf die THG-Emissionen aus Beton, während Recycling und Änderungen in der Energiebereitstellung die THG-Emissionen aus der Ziegel- und Stahlproduktion senken.



Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass einzelne Strategien bzw. Strategiepakete nicht ausreichend sind, um die THG-Emissionen deutlich zu reduzieren. Viel mehr braucht es ein Zusammenspiel aus den unterschiedlichen Sektoren und Herangehensweisen. Während die Produktion von Baumaterialien etwa durch gesteigerte Energieeffizienz, alternative Produktionsmethoden sowohl in der Wahl der Rohstoffe als auch der Energieträger nachhaltiger gestaltet werden kann, könnten Restemissionen in den nächsten Jahrzehnten durch CCS/CCU vermindert werden. Darüber hinaus spielen auch die Verwendung der Baustoffe im Gebäude (zum Beispiel durch effizienteren Materialeinsatz und regionale Materialien) und der verwendete Energiemix (Ausbau erneuerbarer Energien) eine wichtige Rolle. Die höchsten THG-Reduktionen werden durch eine Kombination aller Szenarien erzielt (ALL), damit können die konstruktionsbezogenen THG-Emissionen in Österreich bis 2050 über 50 % reduziert werden.

Abbildung 12:
Vorläufiges Ergebnis
der konstruktionsbezo-
genen THG-Emissionen
der Gebäudeerrichtung
(A1-A5) in Österreich
(Gebäudebestand),
nach Szenario und
Baumaterial.



AUSBLICK

Die Forschungsaktivitäten der Initiative „Zukunftssicheres Bauen“ werden fortgesetzt. Dabei werden weiterhin Themen mit übergeordneter Bedeutung für die mineralische Baustoffindustrie aufgegriffen, um die technologische Weiterentwicklung von Produkten und Dienstleistungen der Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie zu initiieren und zu fördern.

VERZEICHNISSE

TABELLENVERZEICHNIS	
Tabelle 1: Institutionen und Projekte der Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“	10
Tabelle 2: Wiederverwertung des Abfallaufkommens nach Materialien <i>Quelle: BMK 2024</i>	15
Tabelle 3: Umsatz und Beschäftigte in der österreichischen Massivbaustoffherstellung nach Branche, 2014 und 2021 im Vergleich. <i>Quelle: Projekt Massivbaustoffherstellung als Impulsgeber für Regionen</i>	17

LITERATURVERZEICHNIS

[1] Alaux, N., Marton, C., Steinmann, J., Maierhofer, D., Mastrucci, A., Petrou, D., Potrč Obrecht, T., Ramon, D., le Den, X., Allacker, K., Passer, A., & Röck, M. (2024). Whole-life green-house gas emission reduction and removal strategies for buildings: Impacts and diffusion potentials across EU Member States. *Journal of Environmental Management*, 370, 122915. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2024.122915>

[2] Maierhofer, D., Zögl, I., Saade, M. R. M., & Passer, A. (2023). The carbon dioxide storage potential of building materials: a systematic literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2600(16), 162003. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2600/16/162003/meta>

[3] Alaux, N., Schwark, B., Hörmann, M., Ruschi Mendes Saade, M., & Passer, A. (2024). Assessing the prospective environmental impacts and circularity potentials of building stocks: An open-source model from Austria (PULSE-AT). *Journal of Industrial Ecology*, 28(6), 1435-1448. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.13558?msockid=26fdc24033d36dd13dc9d6c832796cd1>

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
Abbildung 1: Anteil, der in der Stein- und keramischen Industrie Beschäftigten an allen Beschäftigten pro Gemeinde	13
Abbildung 2: Österreichisches Kooperationsnetzwerk basierend auf Publikationen (2015 - Mai 2024) zum Thema Stein und Keramik	13
Abbildung 3: Ausbau der Windkraft im Zusammenhang mit Produkten der Stein- und keramischen Industrie	14
Abbildung 4: Durchschnittliche Transportdistanzen der eingesetzten Roh- und Ausgangsstoffe und erzeugte Produkte der jeweiligen Berufsgruppen	18
Abbildung 5: Baubewilligte Wohneinheiten pro 1.000 Einwohner im Europa-Vergleich	20
Abbildung 6: Entwicklung von Baupreisen, Baukosten und Grundstückskosten <i>(Index: 2015=100)</i>	20
Abbildung 7: Anforderungen an das Wohnen – 1980er Jahre und heute	21
Abbildung 8: Matrix: Darstellung eines beispielhaften Ergebnisdatenblatts der Gebäudesimulationen. S.160. Endbericht	23
Abbildung 9: Flächenheizung und mittlere Temperatur in Norm, Berechnung und Simulation	25
Abbildung 10: Anteil der Varianten, die die zum jeweiligen Zeitpunkt gültigen Normen und Richtlinien erfüllen, in Abhängigkeit der charakteristischen Länge, wenn der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an den Endenergiebedarf durch Einhaltung des HWBRef,RK erfolgt und eine Referenzanlage ausgeführt wird. Erkennbar ist, dass die Reduktion der zulässigen Maximalwerte von 2017 auf 2024 die Anzahl an ausführbaren Gebäudehüllen deutlich reduziert.	27
Abbildung 11: Übersicht der Strategien nach Material und potenziellem THG-Potenzial.	29
Abbildung 12: Vorläufiges Ergebnis der konstruktionsbezogenen THG-Emissionen der Gebäudeerrichtung (A1-A5) in Österreich (Gebäudebestand), nach Szenario und Baumaterial.	31

IN KOOPERATION MIT DEN FORSCHUNGSPARTNERN:

