

FORSCHUNGSINITIATIVE

# ZUKUNFTS- SICHERES BAUEN

INHALTE – ERGEBNISSE – UMSETZUNG | Bilanz der dritten Umsetzungsphase

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

## **IMPRESSUM**

### **Für den Inhalt verantwortlich:**

Andreas Pfeiler | Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreich

### **AutorInnen:**

Franziska Trebut | ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik  
Hannes Warmuth | ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik

### **BearbeiterInnen der Teilprojekte der Forschungsinitiative Zukunftssicheres Bauen:**

Wolfgang Baaske | Nadja Bartlmä | Florian Breithaler | Markus Dörn | Cristina Florit |  
Josef Gansch | Harald Grabner | Markus Graf | Renate Hammer | Patrick Hemetsberger |  
Jörg Hoffmann | Peter Holzer | Markus Koplenig | Klaus Kreč | Harald Kuster | Christian  
Lechner | Bernhard Lipp | Dominik Maierhofer | Joachim Nackler | Alexander Passer |  
Florian Ritsch | Ralf Steiner | Martin Röck | Christoph Sutter | Lukas Weißböck |

### **Begleitung und Koordination der Initiative mit Unterstützung des BMK**

Wien, März 2022

**Layout:** Marlene Rieck | grafrieck design

**Druck:** LDD Communication GmbH

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



Leonore Gewessler  
*Bundesministerin für Klimaschutz,  
Umwelt, Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie (BMK)*

Das Ziel der Bundesregierung, Österreich bis 2040 klimaneutral zu gestalten, erfordert grundlegende Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft. Mit seiner Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ fördert der Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Innovationen für die Gebäude der Zukunft. Der Austausch zwischen Wissenschaft und Bauwirtschaft in Forschungs- und Pilotprojekten eröffnet neue Perspektiven für den Massivbau.

Das Klimaschutzministerium unterstützt die Forschungsinitiative des Fachverbands und damit den Dialog zu zentralen Fragen der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien, der Ressourcenschonung und der Kreislaufführung in der Bauwirtschaft und stellt den Wissenstransfer mit den Forschungs- und Technologieprogrammen des Klimaschutzministeriums sicher. Dazu zählt unter anderem das Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“, das die Entwicklung innovativer Technologien, Systemkonzepte und Dienstleistungen für die zukunftsfähige klimaneutrale Stadt fördert und Herausforderungen im Hinblick auf die Dynamik urbaner Gebiete, Veränderungen durch den Klimawandel und die begrenzte Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen adressiert. Der Austausch in fachspezifischen Fokusgruppen ermöglicht darüber hinaus die Einbindung relevanter Akteure aus Bauwirtschaft und Industrie, welche bei der Realisierung zukunftsfähiger, nachhaltiger Gebäude und Quartiere eine maßgebliche Rolle spielen.

Ich wünsche den in diesem Bericht vorgestellten Projekten, die neue Perspektiven und Handlungsoptionen im Gebäudesektor eröffnen, einen breiten Stakeholderdialog und eine rasche Umsetzung in eine klimafreundliche Baupraxis.



Andreas Pfeiler  
Geschäftsführer,  
Fachverband der Stein und keramischen Industrie

Mit den Projektergebnissen der dritten Phase der Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ von 2019 bis 2021 können wir nicht weniger als acht Projekte bzw. Projektbeteiligungen der Öffentlichkeit präsentieren. Damit liegt der umfangreichste Bericht im Vergleich aller drei Forschungsphasen vor. Besonderer Dank gilt dem Fachverbandsausschuss Steine-Keramik, der die Mittel für diese Projekte zur Verfügung gestellt hat, sowie der „Plattform Technik & Forschung“, die unter dem Vorsitz von DI Martin Leitl die Projekte beauftragt und begleitet hat.

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

- 1) Bauweisen und Bauweisenvergleiche sind der erste Schwerpunkt; hier liegen die „Regionalstudie“ der mineralischen Baustoffproduktion, die Analyse der Waldstudie „Care for Paris“ und das Projektmonitoring „Netzflexibler Wohnbau mit Bauteilaktivierung“ in Sommerein vor.
- 2) Gebäudesimulation und Modellierung; wir haben Modellgebäude am Maßstab der Endenergiebedarfsanforderungen des „Dualen Wegs“ nach OIB-RL 6 verglichen und die Weiterentwicklung des Online-Tools „Thesim 3D“ unterstützt, mit dem das thermische Raumverhalten simuliert werden kann.
- 3) Methodische Ansätze für die Gebäude- und Baustoffbewertung; hierzu zählen die Begleitprojekte zur Methodenentwicklung des „Product Environmental Footprints (PEF)“, des „Level(s)“ Gebäudebewertungssystems und die Software-Implementierung“ des Ökoindex 3 in der „Bilanzgrenze 3“.

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 neuerlich beim BMK für die Kofinanzierung der Projektbegleitkosten und für die Unterstützung bei der Dissemination der Ergebnisse. Der Fachverband Steine-Keramik möchte mit den Ergebnissen der Forschungsinitiative seinen Beitrag zu nachhaltigeren, zukunftsfähigeren Bauweisen und zur Weiterentwicklung des Bauwesens insgesamt leisten. Die Erreichung der 2040/2050er Klimaziele liegt dabei immer im Fokus.

Die ÖGUT begleitet die Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ auf Basis ihrer langjährigen Erfahrungen im Forschungs- und Technologiebereich. Im Fokus stehen dabei die Entwicklung von Forschungsthemen und -strategien im Bereich der nachhaltigen Weiterentwicklung der Massivbaustoffe und -bauweisen. Die ÖGUT unterstützt die Verbreitung und den Austausch über die Ergebnisse der Forschungsinitiative des Fachverbands im Rahmen ihrer weitreichenden Vernetzung mit relevanten Stakeholdern und Organisationen. Besonders positiv hervorzuheben an dieser Initiative ist die konstruktive Auseinandersetzung der Bauindustrie mit der Bauforschung zu Zukunftsfragen des Gebäudesektors, die auf Betreiben des Fachverbands Steine-Keramik seit vielen Jahren kontinuierlich angeregt und gefördert wird.

Monika Auer  
Generalsekretärin,  
ÖGUT Österreichische Gesellschaft  
für Umwelt und Technik



## INHALTSVERZEICHNIS

EXECUTIVE SUMMARY	5
FORSCHUNGSINITIATIVE „ZUKUNFTSSICHERES BAUEN“	7
PEF4BUILDINGS – EU-METHODIK ZUR BEWERTUNG VON UMWELTAUSWIRKUNGEN	9
LEVEL(S) – PILOTPROJEKTE FÜR EU-EINHEITLICHE GEBÄUDEBEWERTUNG	12
DIE SICHTBARKEIT DER GEBÄUDEÖKOLOGIE – ÖKOBILANZIERUNG IM ENERGIEAUSWEIS	15
SPIELRÄUME DES DUALEN WEGES	18
THESIM 3D - THERMISCHES RAUMVERHALTEN SIMULIEREN (SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ)	21
SOMMEREIN - NETZFLEXIBLER WOHNBAU MIT BAUTEILAKTIVIERUNG	24
VERGLEICHENDE ANALYSEN ZU „CARE FOR PARIS“	28
MASSIVBAUSTOFFHERSTELLUNG ALS IMPULSGEBER FÜR REGIONEN	32
AUSBLICK	35
VERZEICHNISSE	36
Tabellenverzeichnis	
Abbildungsverzeichnis	
Glossar Umweltwirkungsindikatoren	
Literaturverzeichnis	

# EXECUTIVE SUMMARY

Die vom Fachverband der Stein- und keramische Industrie initiierte Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ liefert - angelegt als Forschungskoope- ration von Industrie und Forschungseinrichtungen - wissenschaftliche Erkenntnisse für die Weiterentwicklung nachhaltiger Bauweisen. Die Ergebnisse aus den Projekten der Forschungskoope- ration werden regelmäßig mit der Fachöffentlichkeit geteilt. In diesem Kontext erscheint dieser dritte Synthesebericht.

## ZIELSETZUNG UND INVOLVIERTE FORSCHUNGSPARTNER

Die Initiative verfolgt das übergeordnete Ziel, ganzheitliche Aspekte zukunftsicheren Bauens zu untersuchen, die einem klimaverträglichen und resilienten Gebäudesektor dienen und Weiterentwicklungen von Produkten und Dienstleistungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette fördern. Folgende Forschungs- partner waren in der aktuellen Berichtsperiode eingebunden: Dr. Kreč, Architektur- und Bauforschung, IBO Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH, Institute of Building, Research & Innovation, Studia, Technische Universität Graz.

## ERKENNTNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE BAUPRAXIS

Die Forschungsprojekte der laufenden Periode lieferten Erkenntnisse zur Übertragbarkeit internationaler Rahmensysteme und Ökoindikatoren für die Gebäude- und Bauproduktbewertung auf Österreich sowie eine differenzierte Betrachtung der Potenzi- ale des Dualen Wegs in Österreich zum Erreichen des Niedrigs- tenenergiegebäudestandards. Sie entwickelten leicht anwendbare Planungshilfen zur Optimierung der Sommertauglichkeit von Gebäuden ebenso wie zur Reduktion des Beitrags zur Klima- erwärmung im Zuge der Gebäudeerrichtung. Auch die Wertschöp- fungs- und Beschäftigungseffekte der Massivbauwirtschaft für Österreich wurden quantifiziert. Die Projekte bauten teilweise auf Forschungsarbeiten früherer Perioden auf und lieferten folgende Erkenntnisse und Schlussfolgerungen:

### PEF4Buildings - EU-Methodik zur Bewertung von Umweltauswirkungen, TU Graz

- Die von der Europäischen Kommission entwickelte PEF-Methode (Product Environmental Footprint) zur Bewertung von Umwelt- auswirkungen ist auch für Gebäude anwendbar, sofern sie auf der Ebene des Gesamtgebäudes ansetzt.
- PEFCR(s) (Product Environmental Footprint Category Rules)

sollten auf Gebäudeebene entwickelt werden und als Grundlage für PEFCR(s) für Bauprodukte dienen.

### Level(s) - Piloten für EU-einheitliche Gebäudebewertung, TU Graz

- Der von der Europäischen Kommission entwickelte Berichts- rahmen Level(s) für eine europaweit einheitliche Bewertung aus der Lebenszyklusperspektive und Umweltverträglichkeit von Büro- und Wohngebäuden eignet sich grundsätzlich sehr gut für die Gebäudebewertung, da Level(s) die wichtigsten Makro-Ziele adressiert.
- Um alle entlang der Wertschöpfungskette im Gebäudesektor agierenden Zielgruppen optimal zu erreichen, sollte Level(s) in einigen Punkten nachgeschärft und darüber hinaus weiter vereinfacht werden.

### Die Sichtbarkeit der Gebäudeökologie - IMPLEMENT\_OI3\_BG3\_BZF, IBO

- Der Ökoindex 3 (OI3) ermöglicht es, vereinfachte Umwelt- auswirkungen der Herstellung und der Instandhaltung von Gebäuden bereits bei der Gebäudeplanung zu berücksichtigen und kann somit zur ökologischen Optimierung von Gebäuden beitragen. Betrachtet werden jedoch nur die Umweltindika- toren Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial und Ressour- cenbedarf. Dabei kann zwischen verschiedenen Bilanzgrenzen gewählt werden, von der thermischen Hülle (BG0) bis hin zum Gesamtgebäude (BG3-BZF).
- Das Projekt IMPLEMENT\_OI3\_BG3\_BZF erweitert den OI3 für das Gesamtgebäude um die räumliche und zeitliche Bilanzgrenze (Lebensdauer) und bereitet die Anwendung im Wohnbauförder- system vor.

### Spielräume des dualen Wegs, IBR&I

- Die OIB Richtlinie 6 definiert die Mindestanforderungen an den Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Hinsichtlich der Zielwerterreichung sind zwei Wege möglich: entweder durch strenge Anforderungen an den Referenz- Heizwärmebedarf und Einsatz eines gebäudetechnischen Systems, das diese Anforderungen erfüllt oder die Möglich- keit einen etwas höheren Referenz-Heizwärmebedarf durch ein gebäudetechnisches System derart zu ergänzen, dass sich durch Berücksichtigung vor Ort erzeugter Energieerträge eine vergleichbare Gesamtenergieeffizienz ergibt. Die Spielräume des oben dargestellten Dualen Weges auszuloten, war Ziel der Studie.
- Modellgebäude in Massivbauweise, unterschieden nach Wohn- gebäudetyp (Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus (MFH), Geschößwohnbau (GWB), Baukonstruktion und Energiekonzept,

wurden definiert und systematisch analysiert. Acht optimale Kombinationen von Gebäudehüllqualität und Wärmebereitstellung wurden herausgearbeitet und deren Qualitäten in Steckbriefen zusammengefasst. Sie sind sehr gut geeignet, um ein allgemeines Umdenken in der Bauwirtschaft zu unterstützen.

### Thesim 3D - Thermisches Raumverhalten einfach simulieren (Sommerlicher Wärmeschutz)

- Durch mehrere Erweiterungen des Programms Thesim 3D wurde die Attraktivität und Leistungsfähigkeit gesteigert, sodass der Einsatz als Werkzeug in Hinblick auf den Nachweis eines zulässigen sommerlichen Raumverhaltens vorangetrieben wird.
- Mit der neuen Version können Objekt- und Horizontverschattungen berücksichtigt, Kühllastberechnungen erstellt, Gebäudevarianten verglichen und Bauweisen voreingestellt werden. Eingabedokumentationen und Berechnungsergebnisse können als Bericht im „\*.pdf-Format“ gespeichert werden.

### Netzflexibler Wohnbau mit Bauteilaktivierung - Wohnpark Wolfsbrunn in Sommerein, SÜDRAUM

- Bei Massivbauweise (monolithische Außenwände, massive Decken) und guter thermischer Hülle können Gebäude ganzjährig ausschließlich über Raumdecken temperiert werden. Die Bauteilaktivierung gewährleistet in dieser Kombination ganzjährig höchsten thermischen Komfort. Bei einer Messung im 15-Minuten-Intervall über das ganze Jahr, schwankte die Temperatur nur um 4,6 K (in einem Bereich zwischen 20,8 °C und 25,4 °C).
- Für eine zufriedenstellende Regelung der Wärmepumpen mit hohem Anteil von Überschussstrom ist es notwendig, kurzzeitige Signale für Überschussstrom zu vermeiden und Signaldauern im Bereich von einer Stunde anzustreben.

### Vergleichende Analysen zu „Care for Paris“, IBR&I

- Die Studie „Care for Paris“ wurde im Jahr 2020 publiziert, erstellt von UBA, BFW, BOKU, InFER und WOOD K PLUS\_MAI. Die Studie untersucht die CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz der Holznutzungsketten für unterschiedliche Szenarien des Klimawandels und der Waldnutzung, von der Waldbewirtschaftung über die stoffliche und thermische Holznutzung.
- Die vergleichende Analyse der Studie „Care for Paris“ zeigt die hohe Klimaschutzwirksamkeit von reduzierter, vorratsaufbauender Waldbewirtschaftung. Hinsichtlich der zugrundeliegenden Methodik, der getroffenen Annahmen sowie der Interpretation der Ergebnisse wirft die Studie eine Reihe von Fragen auf.
- „Care for Paris“ gibt im Vergleich zu den drei älteren Studien einen drastisch höheren Emissionsvermeidungs-Effekt der stofflichen Holznutzung und eine deutliche Verringerung desselbigen Effekts bezüglich der energetischen Holznutzung an.

### Massivbaustoffherstellung als Impulsgeber für Regionen, STUDIA

- Die österreichische Massivbaustoffherstellung ist ein Impulsgeber für die regionale Wirtschaft und für den ländlichen Raum.
- Im Vergleich zum Jahr 2014 sind unter anderem Veränderungen bezüglich des Umsatzes zu sehen. So gab es 2017 ein Umsatzplus von 6% bei der Herstellung von österreichischen Massivbaustoffen.

Zu allen Projekten werden die wesentlichen Inhalte und Ergebnisse im Folgenden näher vorgestellt. Zusätzlich werden die vollständigen Studienberichte der Forschungspartner auf der Website von BAU!MASSIV! sowie auf der Plattform „Nachhaltig Wirtschaften“ des BMK online gestellt.

### AUSBlick UND FOLGEPROJEKTE

Die Forschungskoope-ration wird weiterhin Forschungsprojekte zu übergeordneten Fragestellungen der Massivbauindustrie im Kontext der Weiterentwicklung des österreichischen Gebäudesektors fördern, um wissenschaftliche Erkenntnisse zu generieren, die als Beitrag zum Diskurs von Wissenschaft und Bauwirtschaft zu zentralen Fragen des Gebäudesektors dienen. Die Unterstützung des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie trägt dabei zur kritischen Reflexion sowie zur umfassenden Publikation und Dissemination der Ergebnisse der Forschungsinitiative bei und berücksichtigt die Erkenntnisse im Rahmen aktueller Forschungs- und Förderprogramme für den Baubereich. Ziel der Initiative insgesamt ist es, die Potenziale massiver Baustoffe für die Transformation des Gebäudesektors auszuloten und herauszuarbeiten. Die Projektergebnisse sollen Grundlagen für mögliche Brancheninitiativen liefern, von denen weitere Impulse für die Zukunftsfähigkeit der Baubranche ausgehen.

# FORSCHUNGSINITIATIVE „ZUKUNFTSSICHERES BAUEN“

## HINTERGRUND UND ZIELE DER FORSCHUNGSINITIATIVE

Die Forschungsinitiative „Zukunftssicheres Bauen“ des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie will Anstöße zur Weiterentwicklung im Gebäudebereich und zur umfassenden Nachhaltigkeit im Bauwesen geben. Dabei stehen Beiträge des Massivbaus zu Energie- und Ressourceneffizienz und zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Gebäuden ebenso im Fokus wie Kosteneffizienz, Wertbeständigkeit, Klimaresilienz und Kreislauffähigkeit.

Lösungsansätze aus dem Bereich der Grundlagenforschung sollen für die Praxis anwendbar und ökonomisch umsetzbar gemacht werden bzw. Erzeuger dabei unterstützen, nachhaltige Baustoffe, Bauprodukte und Dienstleistungen auf mineralischer Basis weiterzuentwickeln. Die Forschungsprojekte zielen auch auf die Erarbeitung und Etablierung von Regelwerken, Normen bzw. Fördersystemen für nachhaltiges Bauen ab und liefern Tools, mit denen die Nachhaltigkeitsperformance von Gebäuden leichter und von einer breiten Zielgruppe geplant und nachgewiesen werden kann.

### DAS ÜBERGEORDNETE ZIEL DER FORSCHUNGSINITIATIVE „ZUKUNFTSSICHERES BAUEN“ LAUTET:

„Untersuchung ganzheitlicher Aspekte zukünftssicheren Bauens, die dazu dienen, technologische Weiterentwicklungen von Produkten und Dienstleistungen der Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie zu initiieren und zu fördern.“

Der Fachverband vertritt die Interessen aller Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie. Daher werden im Rahmen der Forschungsinitiative vor allem Projekte zu Indikatoren, Modellen und Bilanzierungsmethoden gefördert, die einen Beitrag zur Weiterentwicklung und Positionierung der mineralischen Baustoffe leisten können. Weiters werden bereits vorliegende Studien und Projektergebnisse im Rahmen der Initiative untersucht und in Metaanalysen ausgewertet. Die Forschungsinitiative wurde im Interesse aller Unternehmen der Stein- und keramischen Industrie vom Fachverband initiiert und wird von diesem geleitet.

Bemerkenswert an der Initiative ist, dass die Diskussion über nachhaltiges Bauwesen in Österreich von der Industrie geführt und forciert wird, was sich positiv auf die Innovationskraft der österreichischen Unternehmen auswirkt. Nachhaltigkeit ist im Herzen der Industrie angekommen und wird von ihr mit vorangetrieben.

Die ÖGUT Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik ist aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung im Forschungs- und Technologiebereich mit der wissenschaftlichen Begleitung der Initiative betraut und transferiert die Ergebnisse in das österreichische Energie- und Gebäudeforschungsprogramm „Stadt der Zukunft“ und auf die Plattform Nachhaltig Wirtschaften des BMK.

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

BERICHTSPHASE	INSTITUTIONEN	PROJEKTE
Phase 1 2013-2015	TU Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener Technischer Versuchs- und Forschungsanstalt	„Ökoindikatoren“
	IIÖ – Institut für industrielle Ökologie	„CO <sub>2</sub> -Bilanzierung“
	OFI – Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik	„Wohngebäudezustand“
	TU Wien – Institut für Hochbau und Technologie, Hochbaukonstruktion und Bauwerkserhaltung	
	BTI – Bautechnisches Institut, Versuchs- und Forschungsanstalt für Baustoffe und Baukonstruktionen	„Katastrophensicherheit“
	IBR&I – Institute of Building Research & Innovation	„Meta-Analyse“
Phase 2 2016-2018	STUDIA	„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 Wärmeschutznachweisen bzw. Energieausweisberechnungen“
	TU Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener Technischer Versuchs- und Forschungsanstalt	„PEF4Buildings“ – nationaler Stakeholderworkshop und Case Study
Phase 3 2019-2021	Technische Universität Graz	„PEF4Buildings“ – EU-Methodik zur Bewertung von Umweltauswirkungen
	Technische Universität Graz	„Level(s)“ – Piloten für EU-einheitliche Gebäudebewertung
	ArchiPHYSIK, AX3000 Energieausweis, baobook GmbH, ECOTECH Trend Gebäuderechner, GEQ – Zehentmayer Energieausweis Software, IBO Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH	Die Sichtbarkeit der Gebäudeökologie – Ökobilanzierung im Energieausweis
	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).  Förderer des Projekts: EVN, FV Steine-Keramik, Z+B, Beton Dialog Österreich, Landesinnung Bau, Amt der NÖ Landesregierung Wohnungsförderung/Wohnbauforschung sowie Umwelt und Energiewirtschaft	Sommerein – Netzflexibler Wohnbau mit Bauteilaktivierung
	Institute of Building Research & Innovation	Vergleichende Analysen zu „Care for Paris“
	STUDIA	Massivbaustoffherstellung als Impulsgeber für Regionen

Tabelle 1:  
Institutionen und  
Projekte der  
Forschungsinitiative  
Zukunftssicheres  
Bauen

Die Projektergebnisse der dritten Phase der Forschungsinitiative von 2019 bis 2021 werden nun näher vorgestellt. Die Ergebnisse der Phase 1 und 2 wurden jeweils in einer eigenen Broschüre 2015 und 2018 veröffentlicht.

# PEF4BUILDINGS – EU-METHODIK ZUR BEWERTUNG VON UMWELTAUSWIRKUNGEN

Projektbeteiligte: Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alexander Passer,  
MSc, Dipl.-Ing. Martin Röck, Bsc; Technische Universität Graz

## PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Die von der Europäischen Kommission entwickelte PEF-Methode (Product Environmental Footprint) zur Bewertung von Umweltauswirkungen ist auch für Gebäude anwendbar, sofern sie auf der Ebene des Gesamtgebäudes ansetzt.
- PEFCR(s) (Product Environmental Footprint Category Rules) sollten auf Gebäudeebene entwickelt werden und als Grundlage für PEFCR(s) für Bauprodukte dienen.
- Durch die Verknüpfung mit digitalen Planungswerkzeugen (CAD- und BIM-Tools), Bewertungswerkzeugen und PEF-konformen Datenbanken kann der Aufwand der Ökobilanzierung reduziert werden.

## INHALTLICHE DARSTELLUNG

Das Projekt wurde von Mai 2017 bis Dezember 2018 vom Flämischen Institut für technologische Forschung (VITO), der Katholischen Universität Leuven (KU Leuven) und der Technischen Universität Graz (TU Graz) durchgeführt. Im Zentrum der Studie stand die Prüfung der Anwendbarkeit der PEF-Methode (Product Environmental Footprint) auf Gebäudeebene, einschließlich der Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) für ausgewählte Bauprodukte. Aufbauend auf die Testbewertung zweier konkreter Bürogebäude wurden Benchmarking-Ansätze und Leistungsklassen für Bürogebäude vorgeschlagen.

In einem ersten Schritt wurden zwei Büroneubauten mittels PEF-Methode analysiert - das „BelOrta“ in Belgien in konventioneller Bauweise und das „be2226“ in Vorarlberg, dem ein „Nahe-Null-Energie“-Konzept zugrunde liegt. Beide Gebäude stehen in unterschiedlichen klimatischen Zonen.



© archipelage



© Norbert Prommer

Abbildung 1:  
BelOrta Gebäude  
von arte in Belgien  
(links) und be2226  
Gebäude vom  
Architekturbüro  
be baumschlagger  
eberle in Österreich  
(rechts).

Quelle: Projekt  
PEF4Buildings

Für die PEF-Bewertung wurden die Systemgrenzen so gesetzt, dass sie jene Bereiche einschließen, die von den Planenden/Architekt\*innen beeinflusst werden können. Arbeitsmittel, Möblierung und gebäudeinduzierter Verkehr wurden ebenso ausgeschlossen wie jene Nutzungseinheiten der Gebäude, die für den Betrieb der Büroflächen nicht essenziell notwendig sind (z.B. Küche oder Gastronomie). Damit wurde die Vergleichbarkeit des Umweltfußabdrucks „Büronutzung“ gewährleistet und die Basis für die zu entwickelnden Benchmarks gelegt.

Zur Untersuchung der Umweltauswirkungen auf Gebäudeebene wurde zwischen den drei Lebenszyklusphasen Bauphase, Nutzungsphase und End-of-Life Phase unterschieden. Um Datenlücken weitestgehend zu vermeiden, fand eine hierarchische Gliederung der Gebäude in Bauelemente, Unterelemente und Materialien statt.

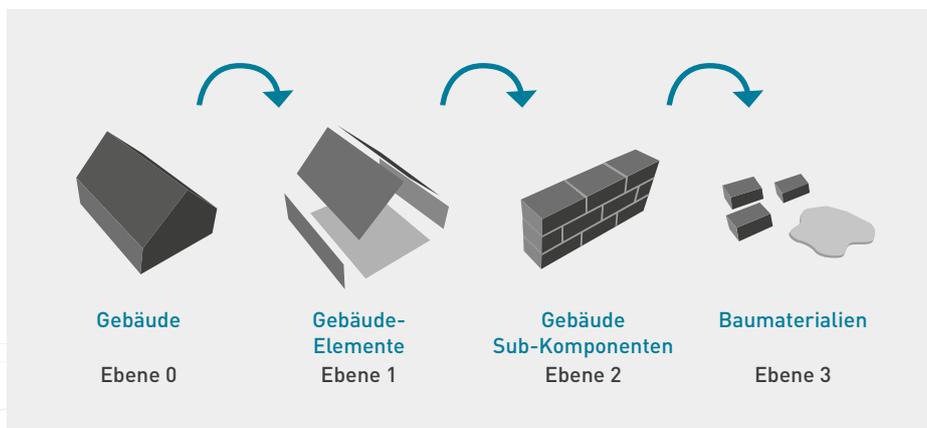


Abbildung 2:  
Hierarchische  
Gliederung des  
Gebäudes  
(Trigaux et al.,  
2017)

Wie erwartet, zeigen die Ergebnisse deutliche Unterschiede der Gesamtbewertungen der beiden Gebäude. Aufgrund der Niedrigstenergiegebäude-Charakteristik des „be2226“ weist dieses eine deutlich geringere Gesamt-Umweltwirkung auf als das „BelOrta“. Für beide Gebäude wurden Klimawandel und Landnutzung als die relevantesten Umweltwirkungsindikatoren identifiziert, allerdings in unterschiedlicher Reihenfolge. Während beim „BelOrta“ die Nutzungsphase besonders ins Gewicht fällt, werden beim „be2226“ andere Lebenszyklusphasen relevanter. Es wurde außerdem bestätigt, dass die wichtigsten Umweltindikatoren von Strom-Mix, Energieeffizienz und den verwendeten Materialien abhängen.

Um in einem zweiten Schritt einen Ansatz zu Benchmarks und Leistungsklassen für Bürogebäude erarbeiten zu können, wurde zunächst eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Diese konzentrierte sich auf bestehende Berichte zu Gebäudetypologien, Nachhaltigkeits-Zertifizierungssystemen, LCA-Normen und nationale Methoden oder gesetzliche Anforderungen: Benchmarks von Gebäuden werden in der Regel in Form von Grenzwerten, Referenzwerten oder Best-Practice-Werten gesetzt, wobei viele Gebäudebewertungssysteme mehrere dieser Formen anwenden. Unterschieden wird auch dahingehend, ob separate Benchmarks für jeden Umweltindikator festgelegt werden oder eine aggregierte Benchmark für die zu bewertende umweltbezogene Qualität definiert wird. Auch gibt es verschiedene Möglichkeiten, Referenzgebäude für die Festlegung von Benchmarks zu definieren, indem reale oder virtuelle Gebäude herangezogen werden. Als Bilanzierungszeitraum werden überwiegend 50 Jahre angeführt. Zur Ermittlung von Leistungsklassen hinsichtlich der Umweltwirkung von Bürogebäuden werden sehr große Datenmengen benötigt, weshalb in der Regel virtuelle Gebäude herangezogen werden. Die Schwellenwerte zwischen den einzelnen Leistungsklassen können über relative Verbesserungen gegenüber dem Benchmark-Wert oder als statistische Verteilung des analysierten Gebäudebestands definiert werden.

Die Studie spricht sich klar für eine EU-weit einheitliche Methodik zur Ermittlung und Bewertung der Umweltauswirkungen von Gebäuden und entsprechende Benchmarks aus. Die Benchmark-Werte sollten allerdings auf nationaler Ebene ermittelt werden, um externe Faktoren wie Klima, Baupraxis und Planungskultur berücksichtigen zu können. Erste, konservative Benchmarks sollten so gewählt werden, dass diese bei Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderungen an Energie, Wasser, Brandschutz etc. gerade noch erfüllt werden, um möglichst viele Akteure in die neue Methodik einzubeziehen.

PEFCR(s) sollten zukünftig auf Gebäudeebene und nicht auf Bauteil- oder Bauprodukt-Ebene entwickelt werden. Dabei sollten spezifische PEFCRs für verschiedene Gebäudetypologien geschaffen werden und nationale Szenarien enthalten. Außerdem sind klare Richtlinien zur Modellierung der Nutzungsphase und des Betrachtungszeitraums sowie der damit verbundenen Referenznutzungsdauern entscheidend. Durch die Verknüpfung mit digitalen Planungswerkzeugen (CAD- und BIM-Tools), Bewertungswerkzeugen und PEF-konformen Datenbanken kann die Datenerfassung erheblich vereinfacht und der Aufwand der Ökobilanzierung in der Praxis deutlich reduziert werden. Eine Vorlage für die Datenerhebung und Sachbilanzerstellung würde die Anwendung von PEF-Studien in der Praxis unterstützen. Es wird immer eine kritische Überprüfung der Ergebnisse empfohlen, um sicherzustellen, dass die Bewertung fair, vollständig, mit erforderlicher Genauigkeit und in Übereinstimmung mit der neuesten Version des PEF-Leitfadens erfolgt.

# LEVEL(S) – PILOTPROJEKTE FÜR EU-EINHEITLICHE GEBÄUDEBEWERTUNG

Projektbeteiligte: Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alexander Passer, MSc.,  
Dipl.-Ing. Martin Röck, Dipl.-Ing. Dominik Maierhofer, Bsc; Technische Universität Graz

## PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Der von der Europäischen Kommission entwickelte Berichtsrahmen Level(s) für eine europaweit einheitliche Bewertung von Büro- und Wohngebäuden aus der Lebenszyklusperspektive und Umweltverträglichkeit eignet sich grundsätzlich sehr gut für die Gebäudebewertung, da sie die wichtigsten Makro-Ziele adressiert.
- Um alle entlang der Wertschöpfungskette im Gebäudesektor agierenden Zielgruppen optimal zu erreichen, sollte Level(s) in einigen Punkten nachgebessert und darüber hinaus weiter vereinfacht werden.
- Es wird empfohlen, Level(s) bei der Weiterentwicklung bestehender, nationaler Gebäudebewertungssysteme zu berücksichtigen. Während DGNB/ÖGNI die Indikatoren von Level(s) bereits weitestgehend abdeckt, zeigen TQB und klimaaktiv Abweichungen, v.a. im Bereich Ökobilanzierung und Klimaresilienz.

## INHALTLICHE DARSTELLUNG

Um die Dekarbonisierung im Gebäudesektor voranzutreiben, wird von der Europäischen Kommission ein gemeinsamer europäischer Ansatz zur Bewertung der Umweltverträglichkeit von Gebäuden über deren Lebenszyklus angestrebt. Hierzu wurde das Bewertungssystem Level(s) als EU-einheitlicher Berichtsrahmen für Büro- und Wohngebäuden entwickelt. Level(s) legt den Fokus auf die Themenfelder Umwelt, Gesundheit und Wohlbefinden sowie Kosten, Wert und Risiko. Die Nachhaltigkeitsperformance zu sechs zentralen umweltpolitischen Makrozielen wird mit nur neun Kernindikatoren für Gebäude messbar. Gebäude in einem Gebiet oder einem Portfolio können ebenso verglichen werden wie berechnete und tatsächliche Performance im Gebäudebetrieb. Je nach Datenlage kann zwischen drei Detaillierungs-Levels gewählt werden.

In der 2018 gestarteten Pilotphase von Level(s) wurde das Bewertungssystem in 21 Ländern anhand von 136 Bauprojekten getestet. Die „Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen“ der Technischen Universität Graz steuerte zwei Fallstudien bei und bewertete die Bürogebäude „Science Tower“ in Graz und „be2226“ in Lustenau in allen geforderten



© Lunghammer - TU Graz



© Norbert Prommer

Bewertungsschritten und allen drei Detaillierungs-Levels. Ziel war es, Verbesserungspotenzial an die europäische Kommission zu melden und durch einen Vergleich mit bestehenden Gebäudebewertungssystemen in Österreich herauszuarbeiten, inwieweit diese mit dem neuen Berichtsrahmen kompatibel sind.

Generell eignet sich der Berichtsrahmen Level(s) sehr gut zur Gebäudebewertung, gleichzeitig gibt es aber noch ein Verbesserungspotenzial: Level(s) bietet noch keine ausreichenden Vorgaben, um die in der Planungsphase simulierte Gebäudeperformance mit der gemessenen Performance in der Nutzungsphase zu vergleichen. Es wird kritisch angemerkt, dass derzeit keine explizite Ausweisung zwischen „grauen“ und betrieblichen Emissionen stattfindet. Die Zuordnung einzelner Bauelemente in die von Level(s) vorgegebenen Klassifizierungen zu Bauteilen oder Baustoffgruppen im Rahmen der Massenermittlung ist nicht eindeutig und sollte ausdetailliert werden. In verschiedenen Kapiteln des Berichtsrahmens gibt es noch sich widersprechende Angaben zu Nutzungsdauern und Lebensdauern von Gebäudekomponenten, diese sollten harmonisiert werden. Hinsichtlich des Rückbaues, der Wiederverwendung und Recycling wird ab Detaillierungs-Level 2 auf kostenpflichtige Bewertungstools referenziert, was die Zugänglichkeit in der Praxis erschwert. Positiv hervorzuheben ist, dass bereits in der Planungsphase Abbruch-Szenarien erstellt werden sollten. Die von Level(s) geforderten Daten zu Wasserverbräuchen sind für Bewerter\*innen in Österreich vielfach nicht zugänglich. Hinsichtlich möglicher Schadstoffe in der Raumluftqualität sollte definiert werden, ob alle Lebensphasen des Gebäudes betrachtet werden sollen.

Der Vergleich mit den nationalen Bewertungssystemen DGNB/ÖGNI, TQB und klimaaktiv zeigt Abweichungen zu Level(s) insbesondere in den Bereichen Ökobilanzierung und Klimaresilienz und bietet einen Überblick, um welche Kriterien bzw. Indikatoren diese Systeme erweitert werden müssten, um mit Levels kompatibel zu sein.

Abbildung 3:  
Science Tower in Graz  
(links) und be2226 in  
Lustenau (rechts).

Quelle: Projekt  
Level(s) - Pilotprojekte  
für EU-einheitliche  
Gebäudebewertung,  
Technische Universität  
Graz

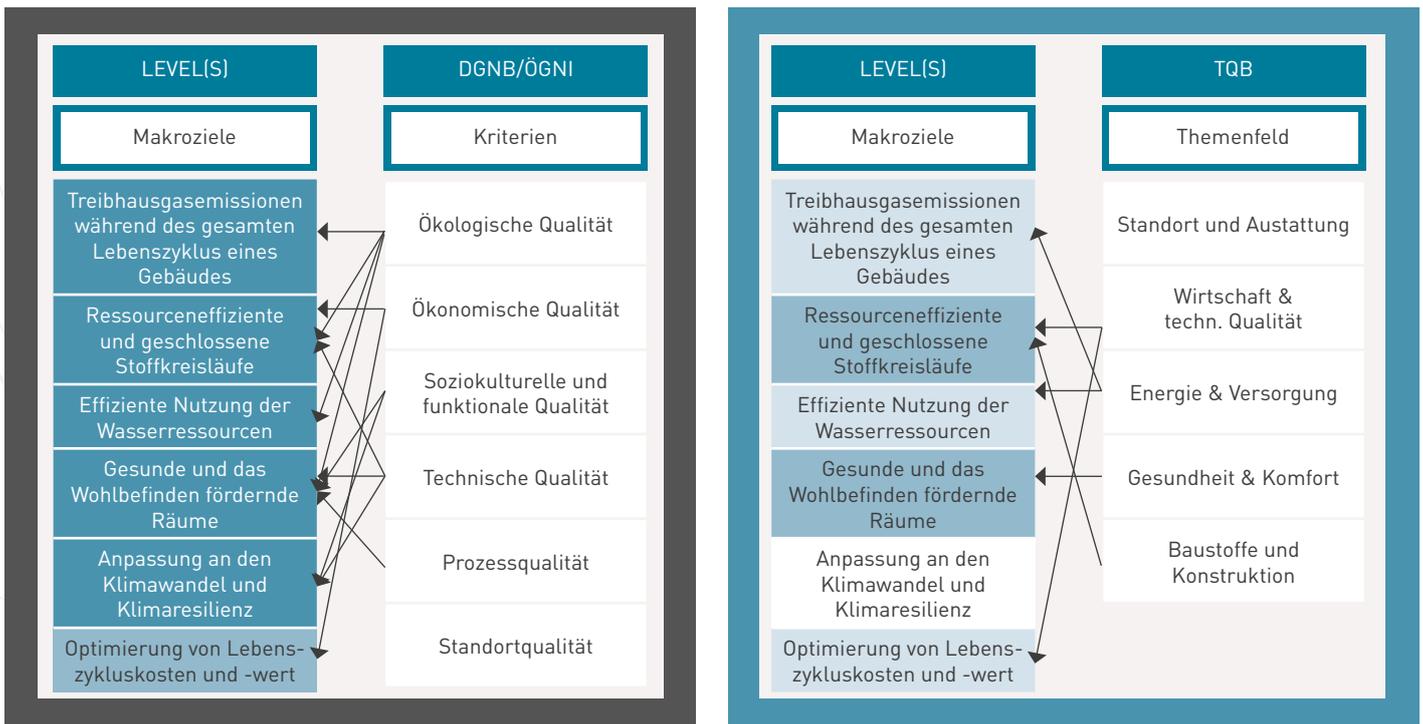
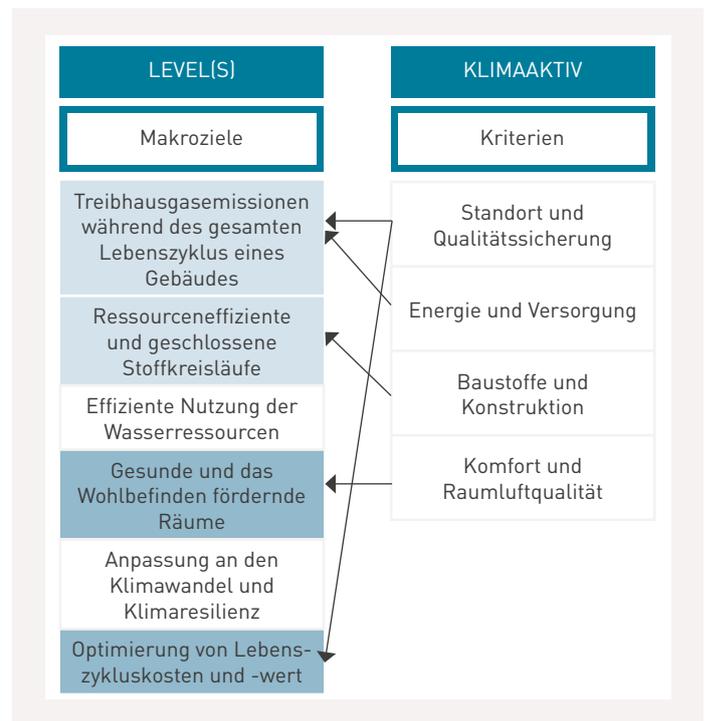


Abbildung 4: Vergleich bestehender Gebäudebewertungssysteme in Österreich mit Level(s).

Quelle: Projekt Level(s) - Pilotprojekte für EU-einheitliche Gebäudebewertung, Technische Universität Graz.



Level(s) stellt für die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden eine relevante Grundlage dar, die Ökobilanzen über den gesamten Lebenszyklus sowie Analysen zur Klimarelevanz berücksichtigt. Jedoch sollte der Berichtsrahmen stärker vereinfacht werden, um den Zugang zur Leistungsbewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden für eine breite Zielgruppe im Gebäudesektor zu ermöglichen. Es wird empfohlen, Level(s) bei der Weiterentwicklung bestehender, nationaler Gebäudebewertungssysteme zu berücksichtigen.

# DIE SICHTBARKEIT DER GEBÄUDE- ÖKOLOGIE – ÖKOBILANZIERUNG IM ENERGIEAUSWEIS IMPLEMENT\_OI3\_BG3\_BZF, IBO

Projektbeteiligte: Markus Dörn, ArchiPHYSIK; Markus Koplenig, AX3000 Energieausweis; Christoph Sutter, baubook GmbH; Markus Graf, ECOTECH Trend Gebäuderechner; Patrick Hemetsberger, GEQ – Zehentmayer Energieausweis Software; Bernhard Lipp, Cristina Florit, IBO Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH

## PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Der Ökoindex 3 (OI3) ermöglicht es, vereinfachte Umweltauswirkungen der Herstellung und der Instandhaltung von Gebäuden bereits bei der Gebäudeplanung zu berücksichtigen und kann somit zur ökologischen Optimierung von Gebäuden beitragen. Betrachtet werden nur die Umweltindikatoren Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial und Ressourcenbedarf. Dabei kann zwischen verschiedenen Bilanzgrenzen gewählt werden, von der thermischen Hülle bis hin zum Gesamtgebäude (BG3-BZF). Das Projekt IMPLEMENT\_OI3\_BG3\_BZF erweitert den OI3 für das Gesamtgebäude um die räumliche und zeitliche Bilanzgrenze (Lebensdauer) und bereitet die Anwendung im Wohnbaufördersystem vor.
- Die Ökobilanz des Gesamtgebäudes inkl. nichtkonditionierter Nebenflächen (BG3-BZF) kann nun mit sehr geringem Mehraufwand fast automatisch im Zuge der Energieausweiserstellung berechnet werden. Damit ist die Grundlage dafür geschaffen, dass die Wohnbaufördersysteme auf die OI3-Kennzahlen für die erweiterte Bilanzgrenze des Gesamtgebäudes (BG3-BZF) als Förderanreiz umschwenken.
- Die für die Berechnung mittels Ökoindex 3 erforderlichen Ökokennwerte werden vom IBO laufend aktualisiert und den Bauphysik-Softwareherstellern und der Baustoffdatenbank baubook kostenlos zur Verfügung gestellt.
- Die Ergebnisse der Ökobilanzierung werden in einheitlicher Form in einem OI3-Ausweis dargestellt.

## INHALTLICHE DARSTELLUNG

Da das Bauwesen sehr viele Ressourcen beansprucht, setzt nachhaltiges, zukunftsfähiges Bauen einen bewussten Umgang mit Bauprodukten voraus. Mit der standardisierten Methode der Ökobilanz werden ökologische Zusammenhänge sichtbar, sodass sich Nachhaltigkeitsentscheidungen sicherer treffen lassen. Programme zur Erstellung von Ökobilanzen sind jedoch sehr spezifisch und für Planende im Bauwesen oft zu kompliziert und unüberschaubar. Der bereits 2003 entwickelte OI3 dagegen ermöglicht eine stark vereinfachte quantitative Bewertungsmethode für Baustoffe, Konstruktionen und Gebäude auf Basis

von Ökokennzahlen und Ökobilanzen. Er trifft eine quantitative Aussage für das Potenzial, das Klima zu erwärmen, die Umwelt zu versauern und nichterneuerbare Energieressourcen zu verbrauchen. Damit soll ein Bewusstsein für ökologische Zusammenhänge geschaffen werden, sodass bereits in der Planung die Umweltauswirkungen von Gebäudeherstellung und -instandhaltung reduziert werden können.

Ziel des Projekts IMPLEMENT\_OI3\_BG3\_BZF war es, die Ökobilanzierung einer breiten Zielgruppe in Österreich aus Planenden und Bauphysiker\*innen über die gängigen Energieausweis-Berechnungsprogramme auf einfachem Weg näherzubringen. Konkret wurde in Abstimmung mit den vier österreichischen Bauphysik-Softwareherstellern Archiphysik, AX3000, Ecotech und GEQ die Berechnungsmethode des Ökoindex 3 (OI3) für die erweiterte Bilanzgrenze des Gesamtgebäudes in den Energieausweisprogrammen implementiert (Erweiterung um räumliche und zeitliche Bilanzgrenze).

Die Berechnung des OI3\_BG3\_BZF bezieht sich zum einen auf die räumliche und zeitliche Bilanzgrenze 3 (BG3), welche den gesamten Baukörper inklusive der nicht konditionierten Nebenflächen wie Keller und Tiefgaragen über die Herstellungsphase und die Nutzungsdauer des Gebäudes berücksichtigt. Zum andern verweist sie auf die Bezugsfläche (BZF), die als konditionierte Bruttogrundfläche (gemäß ÖNORM B 1800) zuzüglich 50% der unkonditionierten Bruttogrundfläche definiert ist. Daraus ergeben sich detaillierte Berechnungen, die bisher lediglich mit der Online-Software eco2soft der Baustoffdatenbank baubook möglich waren. Nun kann die Berechnung des OI3\_BG3 auch über die vier oben genannten Bauphysik-Softwareprogramme durchgeführt werden. So wird die Ökobilanzierung mit nur geringem Mehraufwand fast automatisch mit dem Energieausweis erstellt. Dafür wurden verschiedene Erweiterungen in den Energieausweis-Berechnungsprogrammen implementiert:

- Erweiterung der räumlichen Bilanzgrenzen der Gebäude auf BG3 (statt BG0 oder BG1)
- Implementierung der Bauteilschnittstelle
- Implementierung der Nutzungsdauern für Baustoff und Bauteile (zeitliche Bilanzgrenze)
- Implementierung nicht U-Wert relevanter Bestandteile
- Umsetzung einer Qualitätssicherung für die Berechnungsergebnisse
- Implementierung der vereinfachten Heroes-Methode
- Implementierung des Entsorgungsindikators

Die hinter der OI3-Berechnung liegenden, vom IBO laufend aktualisierten Richtwerte und Baustofftabellen werden den Softwareherstellern und der Baustoffdatenbank baubook kostenlos zur Verfügung gestellt. Ein regelmäßiges Update der Ökokennwerte von Baustoffen und Konstruktionen ist bei diesen Programmen somit garantiert. Detaillierte Informationen zu den verschiedenen OI3-Indikatoren sowie genaue Berechnungsvorschriften werden im aktuellen OI3-Berechnungsleitfaden, Version 4.0, dargestellt (*kostenlos downloadbar auf [www.ibo.at](http://www.ibo.at) oder [www.baubook.at/oekoindex/](http://www.baubook.at/oekoindex/)*).

Außerdem wurde von den Programmherstellern eine einheitliche Ergebnisdarstellung in Form eines OI3-Ausweises eingerichtet, wie in *Abbildung 5* zu sehen. Dieser stellt die Kenndaten für das gesamte Gebäude, die Konstruktion bis hin zu den Bauteilschichten übersichtlich dar. Damit lassen sich „ökologische Schwergewichte“ einfach erkennen,

# OI3-Ausweis

Ergebnisblatt Gebäude – Neubau

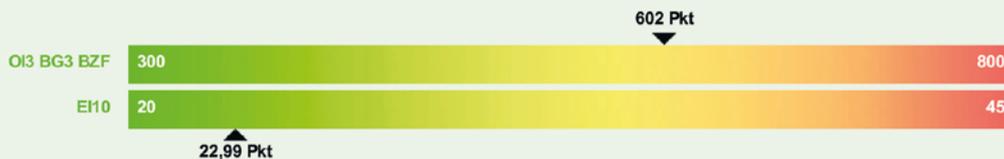


www.baubook.at/eco2soft  
Ökobilanz für Gebäude

Projektname: IBO Musterhaus\_BG3\_BZF\_gängig

## Gebäude gesamt

*OI3 BG3 BZF:	602 Punkte	BGF:	158,24 m <sup>2</sup>
EH10:	22,99 Punkte	BZF <sub>OI3</sub> :	197,54 m <sup>2</sup>
PENRT:	8.528 MJ / (m <sup>2</sup> BZF <sub>OI3</sub> )	I <sub>c</sub> :	1,45 m
GWP-total:	494 kg CO <sub>2</sub> equ. / (m <sup>2</sup> BZF <sub>OI3</sub> )	Katalog der Ökokennzahlen:	IBO-Richtwerte 2020
AP:	1,77 kg SO <sub>2</sub> equ. / (m <sup>2</sup> BZF <sub>OI3</sub> )	Nutzungsdauer berücksichtigt:	ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804
Leitfadenversion OI3:	V4.0 (September 2018)	Betrachtungszeitraum:	100 Jahre
Leitfadenversion EH10:	V2, 2018	Nutzungsdauerkatalog:	2018



\* Berücksichtigung der Herstellungsphase (A1-A3) und der Verwendungsphase (B1-B4) von EN 15804

## Alte Bauteiltypen

Menge	Bauteil	ΔOI3		PENRT	GWP-total	AP	E <sub>KON</sub>
		BG3, BZF	pro m <sup>2</sup> Bt				
229,40 m <sup>2</sup>	AWm 01 a Stahlbeton-Außenwand, WDVS	115	99	1.639	109	0,32	2,25
79,10 m <sup>2</sup>	DAm 03 a Stahlbeton-Flachdach als Warmdach	106	265	1.720	72	0,27	2,66
101,90 m <sup>2</sup>	EAm 02 a Erdberührte Stahlbeton-Außenwand	124	240	1.936	95	0,33	3,20
78,60 m <sup>2</sup>	Efu 01 a Plattenfundament, unterseitig gedämmt, Nassestrich	87	219	1.177	74	0,27	1,41
78,60 m <sup>2</sup>	GDm 01 a Stahlbeton-Geschoßdecke, Nassestrich (Nassräume)	55	139	703	57	0,17	0,80
22,90 m <sup>2</sup>	Holzfenster	25	217	249	13	0,11	0,42
134,80 m <sup>2</sup>	IWI 01 a Ständer-Scheidewand, nichttragend	22	32	282	17	0,07	0,49
78,60 m <sup>2</sup>	KDu 01 a Kellerdecke massiv, unterseitig gedämmt	68	172	823	57	0,24	2,27
<b>Summe</b>				<b>8.528</b>	<b>494</b>	<b>1,77</b>	

## Opake und transparente Bauteile im Detail (grafische Darstellung)

sodass eine ökologische Optimierung des Gebäudes schnell und gezielt durchgeführt werden kann.

Während der Ökoindex bisher in den Bilanzgrenzen BG0 oder BG1 als erforderlicher Nachweis der Nachhaltigkeit in unterschiedlichen Wohnbauförderungen in sechs österreichischen Bundesländern herangezogen wurde, ist nun eine Erweiterung der Förderungsmodelle auf die realistischere Bilanzgrenze BG3 möglich. Auch eine Verankerung der Ökobilanz im Baurecht scheint machbar, da es technisch leicht möglich ist und die Bilanzgrenze BG3 eine genauere und realitätsnähere Gebäudebilanzierung darstellt. Gleichzeitig fließt durch die Bilanzierung der erforderlichen Sanierungs- und Instandhaltungszyklen das ökologische Konzept der Langlebigkeit der Bauprodukte und der Konstruktionen in die Bewertung ein, eine Mission, welche die EU mit ihrer Initiative „Closing the loop“ vehement verfolgt. Damit könnte das Projekt Implement\_OI3\_BG3\_BZF einen Beitrag zum Erreichen des übergeordneten EU-Klimafahrplans 2050 leisten und die Transformation zu einer kohlenstoffarmen Gesellschaft vorantreiben.

Abbildung 5:  
Ausschnitt aus  
einem OI3-Ausweis.

Quelle: Projekt IMPL-  
MENT\_OI3\_BG3\_BZF

# SPIELRÄUME DES DUALEN WEGES

## FÜR NIEDRIGSTENERGIEGEBÄUDE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER KOSTENOPTIMALITÄT UND EINER PRIMÄRENERGIEBEDARFSOBERGRENZE

Projektbeteiligte: Dipl.-Ing. Dr. Peter Holzer, Mag. Nadja Bartlmä, BSc.,  
Dipl.-Ing. Lukas Weißböck

### PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Die OIB Richtlinie 6 definiert die Mindestanforderungen an den Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Hinsichtlich der Zielwerterreichung sind zwei Wege möglich: entweder durch strenge Anforderungen an den Referenz-Heizwärmebedarf und Einsatz eines gebäudetechnischen Systems, das diese Anforderungen erfüllt oder die Möglichkeit einen etwas höheren Referenz-Heizwärmebedarf durch ein gebäudetechnisches System derart zu ergänzen, dass sich durch Berücksichtigung vor Ort erzeugter Energieerträge eine vergleichbare Gesamtenergieeffizienz ergibt. Die Spielräume des oben dargestellten Dualen Weges auszuloten, war Ziel der Studie.
- Modellgebäude in Massivbauweise, unterschieden nach Wohngebäudetyp (EFH, MFH, GWB), Baukonstruktion und Energiekonzept, wurden definiert und systematisch analysiert. Acht optimale Kombinationen von Gebäudehüllqualität und Wärmebereitstellung wurden herausgearbeitet und deren Qualitäten in Steckbriefen zusammengefasst, die Auskunft über die Gebäudeperformance in folgenden Bereichen geben:
  - o Ökologie: Klimaschutz, Klimaresilienz, Naturschutz
  - o Ökonomie: Kreislaufwirtschaft, Leistbarkeit
  - o Soziales: Gesundheit und Komfort
- Die OIB Richtlinie 6 definiert die Mindestanforderungen an den Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Hinsichtlich der Zielwerterreichung sind die zwei oben genannten Wege möglich. Die Spielräume dieses Dualen Weges auszuloten, war Ziel der Studie.
- Modellgebäude in Massivbauweise, unterschieden nach Wohngebäudetyp (Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus (MFH), Geschoßwohnbau (GWB), Baukonstruktion und Energiekonzept, wurden definiert und systematisch analysiert. Acht optimale Kombinationen von Gebäudehüllqualität und Wärmebereitstellung wurden herausgearbeitet und deren Qualitäten in Steckbriefen zusammengefasst. Sie sind sehr gut geeignet, um ein allgemeines Umdenken in der Bauwirtschaft zu unterstützen.
- Es wurde ein Leitfaden für die Konzeptionierung von Wohngebäuden entworfen, der ökologische, soziale und ökonomische Betrachtungspunkte, genauer klimaschützende, klimaresiliente und naturschützende Systeme berücksichtigt und dabei auch Kreislaufwirtschaft und Leistbarkeit sowie Aspekte zu Komfort und Gesundheit miteinbezieht.

## ZENTRALE PROJEKTHALTE

Der duale Weg der OIB Richtlinie 6 eröffnet Spielräume, entweder in sehr guten Wärmeschutz der Gebäudehülle zu investieren oder aber Schwerpunkte in der erneuerbaren Wärmeerzeugung zu setzen, sodass sich eine vergleichbare Gesamtenergieeffizienz ergibt. Beide Methoden führen zu gleichen Endenergiebedarfswerten, lediglich der Weg diese zu erreichen ist unterschiedlich. Diese Spielräume nach ökologischen, sozialen und ökonomischen Gesichtspunkten auszuloten und darzustellen, war Ziel dieser Studie. Dabei wurden die Zielqualitäten vor dem Hintergrund der Pariser Klimaziele unter der Prämisse einer starken Senkung der Emissionen von Gebäuden formuliert.

In einem ersten Schritt wurden Modellgebäude nach Gebäudetyp, Baukonstruktion und Bauphysik sowie Energiekonzept definiert, um daraus acht technisch und wirtschaftlich sinnvolle und gängige sowie umfassend nachhaltige Varianten auszuwählen.

- Der Gebäudetyp bezieht sich auf die grundlegende Form des Gebäudes, dessen Abmessungen, Orientierung und Flächen. Auch die Nutzungsart, Fensterflächen und mögliche Verschattung spielten eine Rolle.
- Die Baukonstruktion beschreibt die Aufbauten und ihre physikalischen Eigenschaften, wobei in Bezug auf das energetische Verhalten des Gebäudes besonders der Wärmeschutz und die Speicherwirkung eine Rolle spielten. Aber auch hinsichtlich Resilienz und Komfort ist die Baukonstruktion von Bedeutung.
- Das Energiesystem umfasst die Bereitstellung, Verteilung und Abgabe von Energie in Form von Wärme und Strom innerhalb des Gebäudes. Bei der Wärmebereitstellung wurde dabei zwischen Biomassekesseln, Wärmepumpen und Nah- bzw. Fernwärmenetzen unterschieden. Fossile Energieträger wurden generell ausgeschlossen. Auch die Leistungsregulierung, verschiedene Lüftungsarten oder die Möglichkeit der lokalen Energiebereitstellung wurden berücksichtigt.

Unter dem Oberbegriff der Ökologie wurden die Nachhaltigkeitsziele Klimaschutz, Klimaresilienz und Naturschutz gefasst. Der Beitrag zum Klimaschutz wurde anhand der Treibhausgasemissionen aus dem Gebäudebetrieb und dem Global Warming Potential aus der Errichtung der Gebäude bewertet. Die Einschätzung der Klimaresilienz, also der Robustheit der Modellgebäude gegenüber extremen Wettersituationen, erfolgte anhand der Betrachtung der wirksamen Wärmekapazität der Gebäude und der Sommertauglichkeits-Güteklasse. Der Einfluss auf den Naturschutz wurde qualitativ anhand ausgewählter Gestaltungsprinzipien bewertet: Standort und Einfluss auf die Umgebung, stoffliche- und energetische Ressourcenschonung, Versiegelung bzw. Versickerungsfähigkeit, Regenwassernutzung, Schadstoffemissionen und Umweltverschmutzung.

Die beiden Nachhaltigkeitsziele Kreislaufwirtschaft und Leistbarkeit wurden dem Bereich Ökonomie zugeordnet. Im Bereich Kreislauffähigkeit wurden die Entsorgungs- und Recyclingfähigkeit über den Entsorgungsindikator und den Einsatz erneuerbarer Energieträger bewertet. Zur Beurteilung der Leistbarkeit der Gebäudemodelle wurden monatliche Betriebskosten sowie die Annuität der Investitionskosten in Bezug zum monatlichen Durchschnittseinkommen gesetzt.

Die Kategorie „Soziales“ betrachtete die Aspekte Gesundheit und Komfort und bewertete qualitativ thermische und hygrysche Behaglichkeit, Schallschutz, chemische, physikalische und biologische Faktoren der Baustoffe, Ästhetik und sommerlichen Hitzeschutz.

Als Ergebnis der Studie wurden für jedes der acht Modellgebäude alle relevanten Kennzahlen ermittelt, nach allen Zielqualitäten bewertet und in einem zweiseitigen Steckbrief übersichtlich zusammengefasst. Auf der Vorderseite findet sich zunächst eine Kurzbeschreibung der gewählten Gebäudevariante mit Angaben zum gewählten Gebäudetypus (EFH, MFH, GWB), inklusive maßgebender Kennzahlen wie der Nutzfläche, zur Baukonstruktion und der haustechnischen Konzeption. Anschließend werden die Zielqualitäten zu Ökologie, Ökonomie und Sozialem durch verbale Beschreibung und eine quantitative Kennzahl für jedes Kriterium dargestellt. Um die Kennzahlen auch für Laien zugänglich zu gestalten, werden diese im Kontext der Spannweite der jeweiligen Kategorie gezeigt, was die Einordnung der jeweils erreichten Qualität erleichtert.

ENERGIEANFORDERUNGEN	UNTERGRENZE (ZIEL)	OBERGRENZE
HWBRef,RK	10 kWh/m <sup>2</sup> a	150 kWh/m <sup>2</sup> a
fGEE	0,55	2,00

Tabelle 2:  
Einteilung der Grenzwerte - Energieanforderungen; Quelle: Projekt Dualer Weg

ÖKOLOGIE		UNTERGRENZE (ZIEL)	OBERGRENZE
Klimaschutz	PEB	60 kWh/m <sup>2</sup> a	400 kWh/m <sup>2</sup> a
	CO <sub>2</sub>	8 kg/m <sup>2</sup> a	70 kg/m <sup>2</sup> a
	GWP	40 kgCO <sub>2equ</sub> /m <sup>2</sup> <sub>AW</sub>	400 kgCO <sub>2equ</sub> /m <sup>2</sup> <sub>AW</sub>
Klimaresilienz	Wirksame Wärmekapazität	0	50
	Sommertauglichkeit	Sehr gute Sommertauglichkeit	Sommertauglich
Naturschutz		Sehr gut	genügend

Tabelle 3:  
Einteilung der Grenzwerte - Ökologie; Quelle: Projekt Dualer Weg

ÖKONOMIE		UNTERGRENZE (ZIEL)	OBERGRENZE
Kreislaufwirtschaft	El <sub>KON</sub> Außenwand	0,10	5,00
	PEB <sub>SK,n.ern.</sub>	10 kWh/m <sup>2</sup> a	300 kWh/m <sup>2</sup> a
Leistung und Wirtschaftlichkeit	Betriebskosten je Wohneinheit	1.000 €/Whg.a	3.000 €/Whg.a
	Errichtungskosten	1.500 €/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	3.000 €/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
	Leistung	10% des Haushaltseinkommens	50% des Haushaltseinkommens

Tabelle 4:  
Einteilung der Grenzwerte - Ökonomie; Quelle: Projekt Dualer Weg

SOZIALES	UNTERGRENZE (ZIEL)	OBERGRENZE
Gesundheit und Komfort	Sehr gut	genügend

Tabelle 5:  
Einteilung der Grenzwerte - Soziales; Quelle: Projekt Dualer Weg

Bei der Verwendung mancher Technologien stellt die „Maximalkombination“ aus erneuerbarer Wärmeversorgung und sehr gutem Wärmeschutz das Optimum dar. Dabei sollte jedoch ein realitätsnaher Rahmen bei der Auswahl der Kombination eingehalten werden und die Einhaltung normativer und rechtlicher Anforderungen dabei selbstverständlich sein. Der erarbeitete Leitfaden für massive Gebäude mit klimafreundlichen Haustechniklösungen kann das Umdenken in der Bauwirtschaft und der Gesellschaft allgemein unterstützen.

# THESIM 3D – THERMISCHES RAUM- VERHALTEN EINFACH SIMULIEREN (SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ)

Projektbeteiligte: Univ. Lektor DDI Dr. Joachim Nackler, Ao. Univ. Prof. i.R. DI Dr. Klaus Kreč; Architektur- und Bauforschung GesbR

## PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Thesim 3D wurde für Architekt\*innen und Bauplaner\*innen entwickelt und ermöglicht die Durchführung thermisch dynamischer Simulationen direkt im Internet, intuitiv, einfach und kostenfrei. Durch mehrere Erweiterungen des Programms wurde die Attraktivität und der Funktionsumfang von Thesim 3D gesteigert, sodass der Einsatz als Werkzeug in Hinblick auf den Nachweis eines zulässigen sommerlichen Raumverhaltens vorangetrieben wird.
- Erweiterung „Selbsterklärender Bericht“: Das zuvor sehr umfangreiche Format der Eingabedokumentation und des Ergebnisberichts wurde vereinfacht. Durch ein modular aufgebautes Dokumentationssystem können Nutzer\*innen nun selbst den Inhalt und Umfang der Eingabedokumentation einfach und gezielt bestimmen. Die leicht lesbare und selbsterklärende Dokumentation kann abgespeichert werden.
- Erweiterung „Varianten-Vergleich“: Neu ist, dass in Diagrammen die Ergebnisse verschiedener Berechnungsvarianten dargestellt werden können, sodass Zusammenhänge zwischen einer baulichen Maßnahme als Ursache und den thermischen Verhältnissen im Inneren des Raums als Wirkung anschaulich vermittelt werden.
- Erweiterung „Berechnung sensibler Kühlleistung“: Ist die Raumtemperatur trotz Optimierung des Modells noch zu hoch, kann unter Vorgabe eines Maximalwerts der Solltemperatur die dafür notwendige sensible Kühlleistung berechnet werden.
- Erweiterung „Verschattung“: zusätzlich zur Eigenverschattung kann nun auch die Verschattung durch Nachbargebäude, weitere Objekte sowie den Horizont, vollautomatisch generiert über die Standortkoordinaten, in die Simulation einbezogen werden.

## INHALTLICHE DARSTELLUNG

Thesim 3D ist eine Eingabeoberfläche für das Programmpaket GEBA, welches die Simulation des thermischen Verhaltens von Räumen in periodisch eingeschwungenem Zustand ermöglicht. Vorrangiges Einsatzgebiet ist das Prognostizieren des sommerlichen Raumverhaltens. Dabei zeichnet sich Thesim 3D durch eine einfache, selbsterklärende Dateneingabe bei gleichzeitig hoch genauen Simulationsergebnissen aus.

Das Ziel des Projekts war eine Steigerung der Attraktivität und des Funktionsumfangs von Thesim 3D, um den Einsatz des Programmpakets als Nachweis für die Sommertauglich-

keit von Räumen voranzutreiben.

Das Programm Thesim 3D zur thermisch dynamischen Simulation steht unter [www.thesim.at](http://www.thesim.at) zur allgemeinen, kostenfreien Nutzung zur Verfügung. Durch den periodisch eingeschwungenen Berechnungsansatz wird der Zusammenhang zwischen baulichen Maßnahmen und dem Temperaturverlauf sofort erkennbar und die Wärmespeicherfähigkeit besonders genau erfasst. Die kurze Rechenzeit des Verfahrens ermöglicht die Anwendung von Thesim 3D als interaktives Tool.

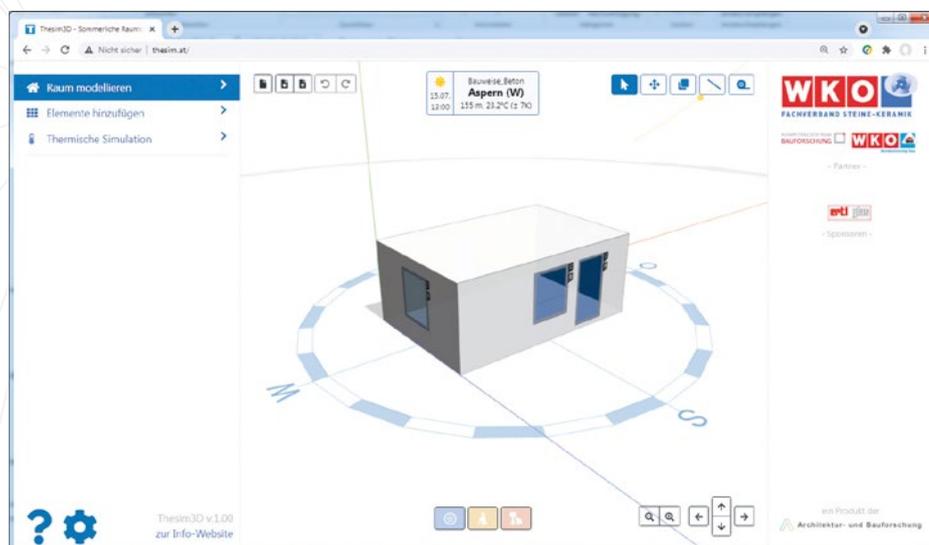
Der Entwicklung von Thesim 3D liegt u. a. die These zugrunde, wonach es kein Widerspruch sein sollte, eine einfache, möglichst selbsterklärende Eingabeoberfläche mit einem hochgenau arbeitenden Simulationsprogramm zu verknüpfen. Umfragen unter Bauplaner\*innen zur Handhabbarkeit des Programms und Kommentare von Benutzer\*innen zeigen, dass dies gut gelungen ist. Aus Aufwandsgründen war es jedoch bisher nicht möglich, sämtliche Potenziale des im Hintergrund laufenden Simulationsprogramms auszuschöpfen. So konnte beispielsweise die Dokumentation nur am Bildschirm angesehen und nicht ausgegeben werden. Thesim 3D war demnach nur für das rasche, interaktive Gewinnen von Einsichten über die zu erwartenden, sommerlichen innenklimatischen Bedingungen und die Bedeutung einzelner Einflussfaktoren geeignet.

Im Rahmen des Projekts wurden nun die Möglichkeiten von Thesim 3D gezielt erweitert, wobei die Einfachheit der Eingabe immer als wichtiger Aspekt berücksichtigt wurde. Da GEBA als rein wissenschaftliches Werkzeug eine Dokumentation lieferte, die den Anspruch auf Einfachheit und selbsterklärende Aussagen nicht erfüllte, war eine Neuprogrammierung der Eingabedokumentation und der Ergebnisdarstellung nötig. So konnte mit den im Projekt durchgeführten Programmierarbeiten aufgrund der Bereitstellung einer Dokumentation als Datei der Anwendungsbereich von Thesim 3D deutlich erweitert werden.

Einige Änderungen betreffen das Grundmodell, also das bei Programmstart angezeigte Raummodell. So können Programmnutzer\*innen nun nicht nur die Dimensionen des Ausgangsmodells bestimmen, sondern auch eine Vorauswahl für die Vorbelegung der Bauweise treffen. Außerdem werden anstatt zuvor einem Fenster nun zwei Fenster und eine Fensertür integriert. Damit soll der Annahme entgegengewirkt werden, dass die thermische Simulation nur primitive Fälle abbilden könne. Bei Erweiterung des Grundmodells um Daten zur Raumnutzung werden Normwerte zur Frischluftzufuhr und der nutzungsbedingten Innenwärme aufgrund von Personenbelegung, Beleuchtung und Geräten angenommen.

Abbildung 6:  
Modifiziertes Raummodell bei Programmstart.

Quelle: Projekt  
Thesim 3D



Ein Ziel der Weiterentwicklung von Thesim 3D war das Implementieren einer leicht lesbaren, weitgehend selbsterklärenden Dokumentation und die Option, die Simulationsergebnisse abzuspeichern und damit eine Weiterverarbeitung zu ermöglichen. Daher wurde ein modular aufgebautes Dokumentationssystem entwickelt, dessen Inhalt und Umfang der Eingabedokumentation einfach und gezielt von den Nutzer\*innen selbst bestimmt werden können. Als Teil der Darstellung kann nun als neues Feature ein Diagramm mit den Ergebnissen verschiedener Berechnungsvarianten angefügt werden, damit Zusammenhänge zwischen einer baulichen Maßnahme als Ursache und den thermischen Verhältnissen im Inneren des Raums als Wirkung anschaulich vermittelt und greifbar gemacht werden.

Zusätzlich wurde der Leistungsumfang von Thesim 3D für die Berechnung sensibler Kühlleistung erweitert. Ist die Raumtemperatur trotz Optimierung des Modells noch zu hoch, kann unter Vorgabe eines Maximalwerts der Solltemperatur die dafür notwendige sensible Kühlleistung berechnet werden.

Da die Verschattung transparenter Bauteile in der Außenhülle eines Raumes meist wesentlichen Einfluss auf den sich im Raum einstellenden thermischen Komfort hat, werden in der Weiterentwicklung von Thesim 3D Verschattungseffekte möglichst genau erfasst und fließen in die thermische Simulation ein. Zum einen wird die Reduktion der direkten Sonneneinstrahlung aufgrund des Verlaufs des Horizonts berücksichtigt. Dazu wird bei Eingabe der geografischen Koordinaten zur Definition des Gebäudestandorts vollautomatisch der Horizontverlauf generiert, angezeigt und als verschattender Effekt bei der Berechnung der Verschattungsfaktoren berücksichtigt.



Abbildung 7: Darstellung der Verschattung durch den Horizont am frühen Morgen für einen Gebäudestandort in Bad Goisern.

Quelle: Projekt Thesim 3D

Zum ändern wurde zur Modellierung von verschattenden Objekten, wie z. B. Nachbarverbauung, Vorsprüngen über Fenstern oder Gebäudeteilen, ein neues, einfach und selbsterklärend bedienbares Werkzeug entwickelt. Damit wird der Schattenwurf von hinzugefügten Objekten zum jeweils eingestellten Zeitpunkt direkt sichtbar, sodass sofort ein Eindruck bezüglich der verschattenden Wirkung gewonnen wird. Der von Thesim 3D verwendete Algorithmus zur Berechnung der Verschattungsfaktoren gewährleistet, dass die Verschattungsberechnungen der ÖNORM EN ISO 13791:2012 entsprechen.

Die Neugestaltung der Dokumentationen und das Schaffen der Möglichkeit, die Ergebnisdokumentation auch als PDF-Datei abzurufen, bereiten den Weg, Thesim 3D zu einem Werkzeug in Hinblick auf den Nachweis eines zulässigen sommerlichen Raumverhaltens zu machen. Dies ist vor dem Hintergrund des Klimawandels von zunehmend großer Bedeutung, da die Überwärmung von Räumen verstärkt diskutiert werden muss. Die thermische Simulation mit Thesim 3D kann die Planung bezüglich des sommerlichen Raumverhaltens sicherstellen.

# SOMMEREIN – NETZFLEXIBLER WOHNBAU MIT BAUTEILAKTIVIERUNG

## WOHNPAK WOLFSBRUNN IN SOMMEREIN, SÜDRAUM

Projektbeteiligte: Ing. Jörg Hoffmann, M. Eng., SÜDRAUM Gemeinnützige Wohnbaugesellschaft mbH; Mag. art. Ralf Steiner, AW Architekten ZT GmbH; Harald Kuster, Florian Ritsch, FIN – Future is Now, Kuster Energielösungen GmbH; Harald Grabner, Heizbär GesmbH; Florian Breithenthaler, GRT GmbH; Christian Lechner, Energiewirtschaftliche Planung EVN.

Monitoring Energie und Komfortparameter: Ao. Univ. Prof. i.R. DI Dr. Klaus Kreč, Büro für Bauphysik; Ing. Josef Gansch, M. Sc., Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ (eNu).

Förderer des Projekts: EVN, FV Steine-Keramik, Zement+Beton, Beton Dialog Österreich, Landesinnung Bau, Amt der NÖ Landesregierung Wohnungsförderung/ Wohnbauforschung sowie Umwelt und Energiewirtschaft.

### PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Errichtung eines Wohnbauprojekts - 14 Reihenhäuser und ein mehrgeschossiges Gebäude mit 22 Wohnungen für Generationenwohnen - mit monolithischen Wänden und Thermischer Bauteilaktivierung (TBA) in Sommerein, Niederösterreich, in Massivbauweise (Decken: Beton, Wände: Ziegel). Der Bezug der Reihenhäuser erfolgte im September 2019, die Eröffnung des Traktes für das Generationenwohnen im April 2020.
- Umsetzung eines innovativen Gebäudetechniksystems zum ressourcenschonenden Heizen und Kühlen der Gebäude, mit Erdsonden, Wärmepumpen und thermischer Aktivierung der Betondecken der Gebäude. Ab der Heizsaison 2021/2022 sollen die Wärmepumpen mittels Steuerung und Regelung zum größtmöglichen Ausmaß mit erneuerbarer Energie betrieben werden. Die aktivierten Geschoßdecken aus Beton übernehmen so die Funktion eines thermischen Speichers.
- Mittels Monitoring werden Wirkungs- und Funktionsweise der thermischen Bauteilaktivierung analysiert. Die Messwerte über den Monitoring-Zeitraum von zwei Jahren werden in hoher Zeitauflösung gesammelt, strukturiert und ausgewertet. Das Ergebnis soll der Sammlung von Erkenntnissen in folgenden Bereichen dienen:
  - o Die Auswertung von registrierten Raumtemperaturen lässt Rückschlüsse auf den thermischen Komfort in Abhängigkeit vom Nutzer\*innenverhalten und von den individuell eingestellten Wunschtemperaturen zu.
  - o Detaillierte Messungen in zwei ausgewählten Reihenhäusern liefern Aufschluss in Hinblick auf die Wirkungsweise der einbetonierten Rohrregister in Abhängigkeit von deren Verlegesystem (mäanderförmige sowie schneckenförmige Verlegung).
  - o Sobald ein geeignetes Windstrom-Signal verfügbar ist (voraussichtlich in der Heizsaison 2021/2022) soll die Analyse des Verhaltens von Wärmepumpen, Warmwasserspeichern und Regelungsventilen eine Optimierung einer effektiven Nutzung von Stromüberschüssen im öffentlichen Netz bewirken.

## INHALTLICHE DARSTELLUNG

Bei der „Thermischen Bauteilaktivierung“ (TBA) werden Rohrsysteme in großflächige Bauteile aus Beton eingelegt, durch die warme oder kalte Flüssigkeit geleitet wird. Im Projekt Wohnpark Wolfsbrunn werden ausschließlich die Betondecken thermisch aktiviert.



Abbildung 8:  
Wohnpark Wolfsbrunn,  
der Bauteil zum  
Generationen-Wohnen  
vor den 14 Reihen-  
häusern, im Hinter-  
grund ein Windpark  
(Bild: SÜDRAUM)

Während der Heizsaison gibt die erwärmte Flüssigkeit im Rohrregister Wärme an die Betondecke ab, die aufgrund ihrer hohen Massendichte und der sehr guten Wärmeleitfähigkeit zum einen Energie in Form von Wärme speichert und gleichzeitig den unter der Decke liegenden Raum beheizt.

Erneuerbare Energien - z.B. Windkraft oder Photovoltaik - liefern unregelmäßig Strom, wodurch es sowohl zu Stromüberschuss wie auch zu Strommangel im Netz kommen kann. Hier bietet die TBA die Möglichkeit, im Winter überschüssigen Strom über Wärmepumpen als Wärme in das Gebäude einzuspeichern. Die hohe Wärmespeicherfähigkeit des Betons sorgt zum einen dafür, dass es dabei in den Betondecken nur zu einem langsamen Ansteigen der Temperatur kommt. Zum anderen können die thermisch aktivierten Betondecken aufgrund ihres Wärmeinhalts bei Strommangel tagelang unbeheizt bleiben, ohne den Komfort in den Räumen negativ zu beeinflussen. Die Speicherwirkung der thermisch aktivierten Decken sorgt damit für einen Spitzenlastausgleich.

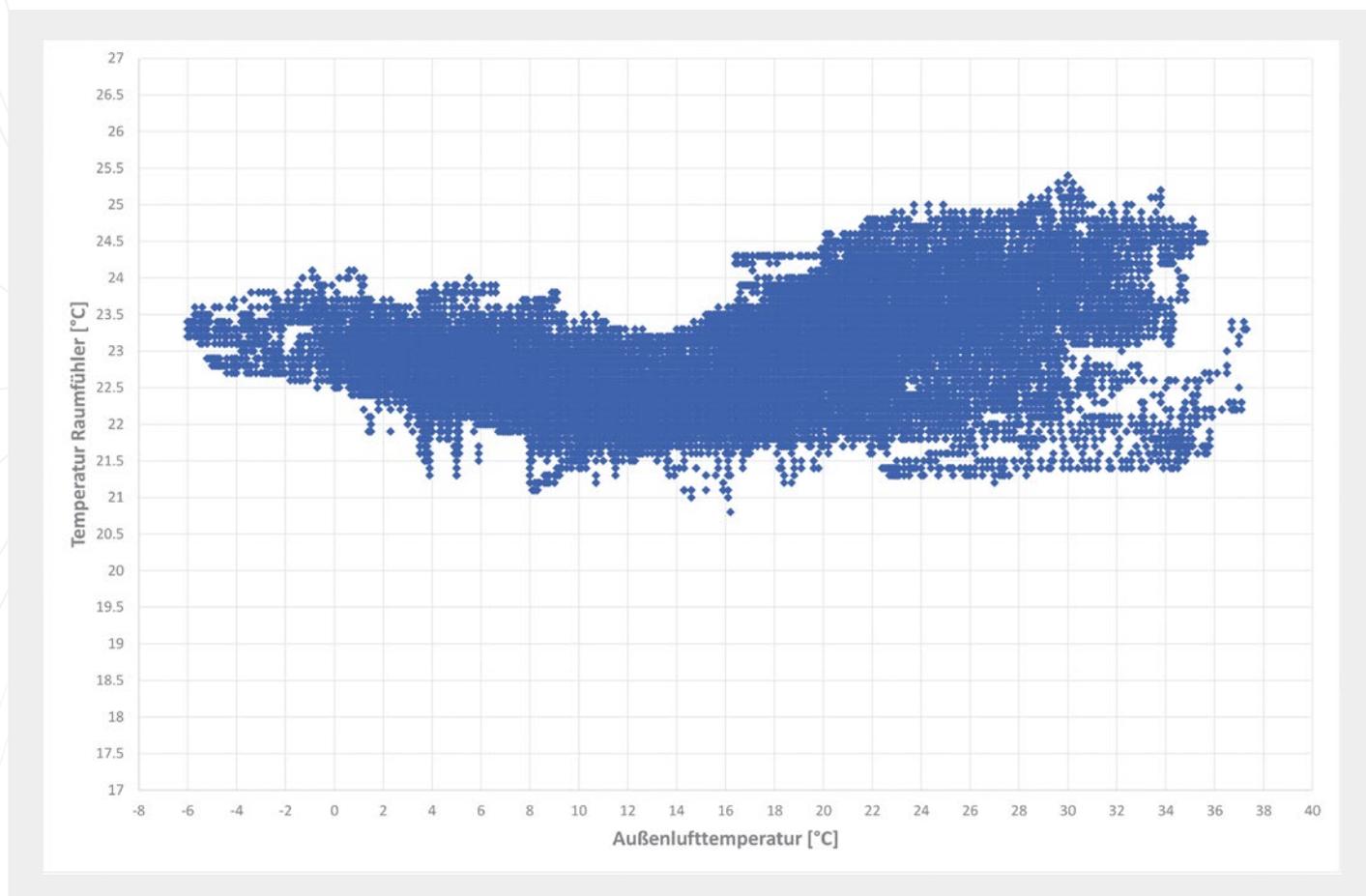
Im Sommer werden die einbetonierten Rohrregister zu Kühlzwecken genutzt. In diesem Fall nimmt das kühle, im Rohrregister zirkulierende Wasser Wärme aus der Betondecke auf, was zu einer Abkühlung der Decke und in der Folge zu einer moderaten Kühlung des Raums führt. Im Projekt wird die Flüssigkeit mittels Führung durch die Tiefenbohrungen abgekühlt, womit als Energieeinsatz für die Kühlung lediglich der Stromverbrauch der Umwälzpumpe zu Buche schlägt. Es handelt sich demnach um die äußerst energieeffiziente „freie Kühlung“.

Die 14 Reihenhäuser haben eine Grundfläche von je 149m<sup>2</sup> und einen HWB von 28,8 kWh/m<sup>2</sup>.a. Das Gebäude für das Generationenwohnen ist aufgrund der leichten Hanglage teilunterkellert und mit einer kleinen Tiefgarage für 24 Stellplätze ausgestattet. Der Baubeginn erfolgte im Juni 2018. Eine zweite Bauphase mit 14 weiteren Reihenhäusern ist vorgesehen. Fertigstellung und Bezug der Reihenhäuser erfolgte im Herbst 2019, der Bauteil für das Generationenwohnen wurde im Frühjahr 2020 bezogen.

Die Betondecken sämtlicher Gebäude sind thermisch aktiviert und werden sowohl zum Heizen als auch für eine freie Kühlung verwendet. Die Konditionierung aller Gebäude erfolgt ausschließlich durch die thermisch aktivierten Decken.

Die Bauteilaktivierung gewährleistet ganzjährig höchsten thermischen Komfort. Beispielhaft ist in *Abb. 9* die vom Raumfühler in der Wohnküche eines Reihenhauses registrierte Temperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur dargestellt. Mit einem absoluten Minimum von 20,8 °C und einem absoluten Maximum von 25,4 °C ist die Jahresschwankung der Raumtemperatur in der Wohnküche mit 4,6 K sehr klein. Dies ist umso erstaunlicher, als mit einem Messintervall von 5 Minuten während des ganzen Jahres gemessen wurde.

Abbildung 9:  
Diagramm Raum-  
fühlertemperatur  
über Außenlufttempe-  
ratur für ein ganzes  
Jahr (15. Juli 2020  
bis 14. Juli 2021)  
für Reihenhaus B  
(Diagramm: Klaus Kreč)



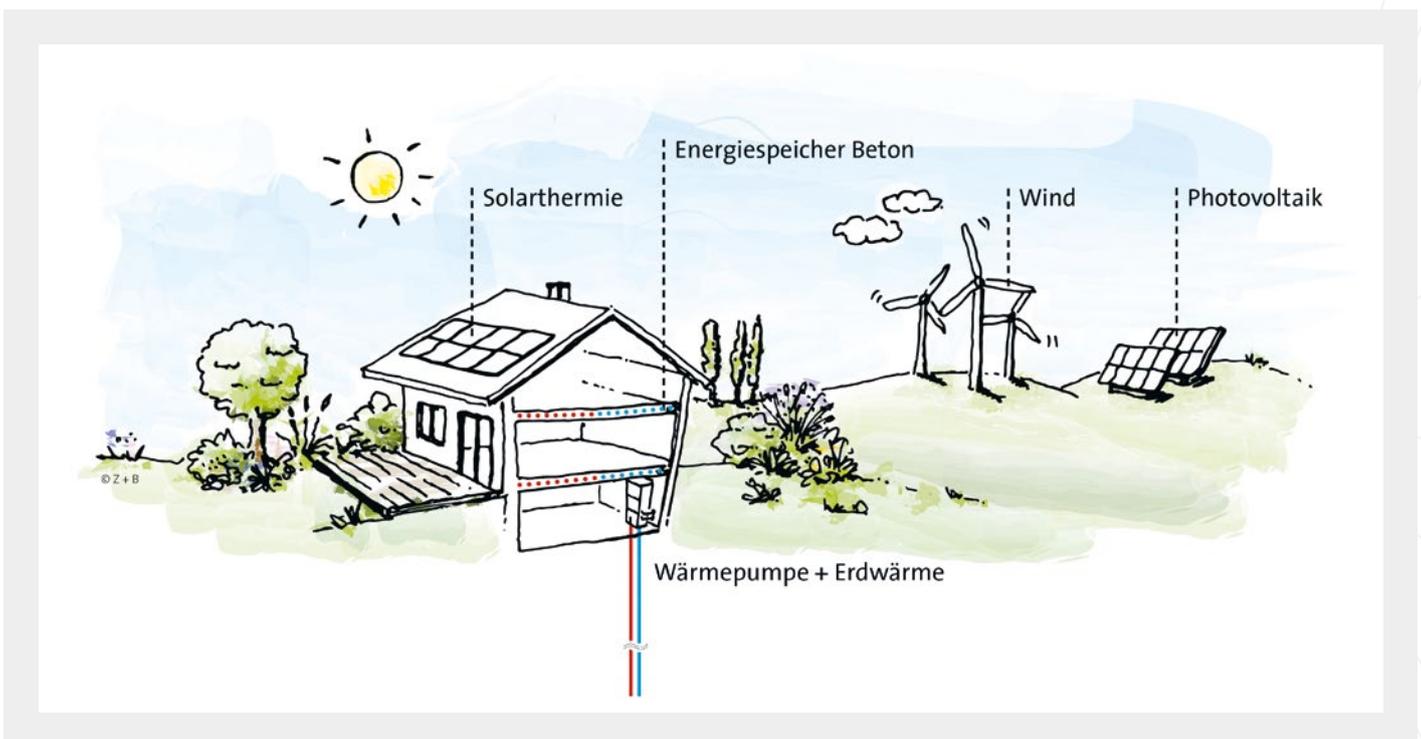
Bemerkenswert ist, dass die thermisch aktivierte Decke in Verbindung mit der schweren Bauweise auch keine kurzzeitigen, stärkeren Schwankungen der Raumtemperatur zulässt. Als wesentliches Ergebnis zeigt sich somit, dass bei schwerer Bauweise die ganzjährige Temperierung ausschließlich über die Raumdecke erfolgen kann.

Im Fall der gezielten Ausnutzung der Wärmespeicherfähigkeit der Decken als Energiespeicher bei Stromüberschuss besteht der Unterschied zu einer konventionellen Regelung darin, dass nicht eine Solltemperatur, auf deren genaue Einhaltung hin geregelt wird, vorgegeben ist. Vielmehr wird eine Über- und Unterschreitung der Solltemperatur in einem vorab definierten Rahmen (z. B.  $\pm 1,0$  K) zugelassen.

Einer bei langanhaltendem Stromüberschuss drohenden Überhitzung der Betondecken wird dadurch begegnet, dass zusätzlich zum Raumfühler ein in der Decke befindlicher Temperaturfühler („Kerntemperaturfühler“) die Zufuhr des Heizmittels bei Überschreitung einer für die Kerntemperatur gesetzten Obergrenze unterbindet. Kühlt die Betondecke hingegen im Falle langer Perioden ohne Stromüberschuss stark ab, so wird über einen durch den Kerntemperaturfühler erzeugten Regelungsimpuls auch in dieser Zeit dafür gesorgt, dass mittels Wärmenachschub der Auskühlung der Decke rechtzeitig entgegen gewirkt wird.

Der Wohnpark Wolfsbrunn ist Teil weiterführender Forschungsprojekte, beispielsweise des Projekts Hybrid LSC - gesamtheitliche Nachhaltigkeit für Siedlungsgebiete durch einen optimalen Mix an technischen, ökonomischen und sozialen Maßnahmen, das im Rahmen der Vorzeigeregion Energie „Green Energy Lab“ mit Unterstützung des Klima- und Energiefonds durchgeführt wird. Im Rahmen von Hybrid LSC wird u.a. die Zufriedenheit der Bewohner\*innen durch eine Befragung erhoben.

Abbildung 10:  
Funktionsschema  
der thermischen  
Bauteilaktivierung  
in Kombination mit  
erneuerbaren  
Energiequellen.



# VERGLEICHENDE ANALYSEN ZU „CARE FOR PARIS“

Systematisch vergleichende Analyse des publizierbaren Endberichts zum Forschungsprojekt „Care for Paris“ aus 2020 und des Ergebnisberichts der Zusammenschau von drei wissenschaftlichen Publikationen zur Umweltrelevanz österreichischer Holzproduktion und -nutzung aus 2016

Projektbeteiligte: Arch. DI Dr. Renate Hammer, MAS, DI Dr. Peter Holzer;  
Institute of Building Research & Innovation

## PROJEKTERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

- Die Studie Care for Paris wurde im Jahr 2020 publiziert, erstellt von UBA, BFW, BOKU InMI, BOKU InFER und WOOD K PLUS\_MAIF. Die Studie untersucht die CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz der Holznutzungsketten für unterschiedliche Szenarien des Klimawandels und der Waldnutzung, von der Waldbewirtschaftung über die stoffliche und thermische Holznutzung.
- Die vergleichende Analyse der Studie „Care for Paris“ zeigt die hohe Klimaschutzwirksamkeit von reduzierter, vorratsaufbauender Waldbewirtschaftung. Hinsichtlich der zugrundeliegenden Methodik, der getroffenen Annahmen sowie der Interpretation der Ergebnisse wirft die Studie eine Reihe von Fragen auf.
- „Care for Paris“ gibt, im Vergleich zu den drei älteren Studien, einen drastisch höheren Emissionsvermeidungs-Effekt der stofflichen Holznutzung und eine deutliche Verringerung desselbigen Effekts bezüglich der energetischen Holznutzung an.
- Die in der Studie gezogenen Schlüsse stehen teils im Widerspruch zu den präsentierten Ergebnissen.

## INHALTLICHE DARSTELLUNG

Die Studie „Care for Paris“ verfolgt das Ziel, die Auswirkungen von Klimawandel und Klimawandelanpassung auf die Treibhausgas-Bilanz des waldbasierten Sektors in Österreich zu untersuchen. Der Titel nimmt dabei Bezug auf die 21. UN-Klimakonferenz 2015 in Paris, bei der die Begrenzung der globalen Klimaerwärmung auf durchschnittlich +1,5° Celsius jedenfalls aber deutlich unter +2° Celsius als Ziel beschlossen wurde. Im Oktober 2020 wurde der publizierbare Endbericht veröffentlicht.

Wesentliches Fundament für „Care for Paris“ bilden drei ältere Studien, die zwischen November 2014 und Jänner 2015 veröffentlicht wurden und die Umweltrelevanz der österreichischen Holzproduktion und Holznutzung erörtern. Obwohl diese Studien von den Autor\*innen vielfach und explizit als Referenz angegeben werden, finden sich in den unterschiedlichen Ergebnisdarstellungen von „Care for Paris“ teils diametrale Aussagen.

In der vergleichenden Analyse von „Care for Paris“ werden die methodischen Ansätze, Inhalte sowie Ergebnisse der drei älteren Studien jenen von „Care for Paris“ gegenübergestellt und Fragen im Sinne eines offenen Ergebnisses formuliert.

Die Studie „Care for Paris“ kann als Anschlussarbeit der drei älteren Studien „Treibhausgasemissionen des stofflichen und energetischen Einsatzes von Holz in Österreich im Vergleich zu Substitutionsstoffen“ (UBA 2014), „Naturgefahren und Landschaft: Klimaschutz in der Forstwirtschaft, Zukünftige Bewirtschaftungsstrategien für den österreichischen Wald und deren Auswirkungen auf die Treibhausgasbilanz“ (BFW 2015) und „Klimaschutz durch den Aufbau eines Harvested Wood Product Pools, Von der Berechnung von THG-Emissionseinsparungen bis zur Steuerung der Speicherwirkung durch Harvested Wood Products“ (BOKU 2015) verstanden werden. Diese erörtern die Umweltrelevanz der österreichischen Holzproduktion und Holznutzung als Grundlage für die Aufnahme der Waldbewirtschaftung in die nationale Treibhausgasbilanz, die im Rahmen der 17. UN-Klimakonferenz 2011 in Durban ab 2013 verpflichtend beschlossen wurde.

Gemeinsame methodische Basis dieser drei älteren Studien als auch der Studie „Care for Paris“ bildet ein Set numerischer Simulationen zur Waldbewirtschaftung sowie zur Holzaufbringung und -nutzung in Österreich. In den drei älteren Studien wurden ein Referenzszenario, das den Trend der letzten Jahre weitgehend fortschreibt, drei Szenarien mit forcierter Holznutzung und einem Naturschutzszenario mit verringerter Holznutzung über einen Zeitraum von 2010 bis 2100 entwickelt. Das Szenarienset der Studie „Care for Paris“ beinhaltet zwei Referenzszenarien - ein wirksames Klimaschutzszenario sowie ein „weiter wie bisher Szenario“ - und drei Bewirtschaftungsszenarien. Der Untersuchungszeitraum beträgt hier 130 Jahre von 2020 bis 2150.

Beim Vergleich der Bilanzierungsmethodik zwischen den drei Studien von 2014/15 und „Care for Paris“ sind Unterschiede feststellbar, die teils zu erheblichen Abweichungen der Ergebnisse der verglichenen Studien führen. So wurde beispielsweise in der Studie „Care for Paris“ die Bilanzgröße „Ersatzdienstleistungen für Nichtholzprodukte“ eingeführt, was sich besonders bei einem Nachfrageüberhang von Holz aus österreichischer Waldbewirtschaftung bilanziell bemerkbar macht.

Bei den Ergebnissen fällt besonders die unterschiedliche Gewichtung der Emissionsvermeidungs-Effekte von stofflicher und energetischer Holznutzung auf. Verglichen mit den drei älteren Studien fallen diese bei „Care for Paris“ im Falle der stofflichen Nutzung drastisch höher, hingegen bei der energetischen Nutzung deutlich geringer aus. Da die zugrundeliegende Methodik, die getroffenen Annahmen, die resultierenden Ergebnisse sowie die daraus gezogenen Schlüsse teils unvollständig dokumentiert bzw. diskussionswürdig erscheinen, werden folgende Fragen bezüglich der Studie „Care for Paris“ aufgeworfen:

**Frage zur Begründung der geänderten Nutzungsdauer von Holzprodukten:**

Es wird bei Holzprodukten und bei deren Substituten dieselbe Nutzungsdauer unterstellt. Das ist eine Änderung gegenüber den Studien aus 2014/2015 und wird nur unzureichend begründet.

**Frage zu den angenommenen Emissionsfaktoren:** Die Quellen der angenommenen Emissionsfaktoren werden nur bruchstückhaft dokumentiert und es wird auf veraltete Versionen von Datenbanken verwiesen. Besonders fragwürdig erscheint, dass für den Baustoff Beton ein gegenüber Vorstudien mehr als doppelt so hoher Emissionsfaktor von 0,35 kgCO<sub>2equ</sub>/kg angegeben wird. Es ist notwendig, die Größen und Quellen aller verwendeten Emissionsfaktoren eindeutig zu deklarieren und eventuelle Fehler zu bereinigen.

**Frage zu funktionalen Äquivalenten in der stofflichen Holznutzung:** Es werden nur bruchstückhafte Angaben zur Bildung von funktionalen Äquivalenten in der stofflichen Holznutzung gemacht. Es ist notwendig, die zugrunde gelegten funktionalen Äquivalente umfänglich zu dokumentieren.

**Frage zur Berücksichtigung der Dekarbonisierung des Energieträgermix:** Hier wird mit einem klimapolitisch ungenügenden Szenario gearbeitet, dass das 2-Grad-Ziel eklatant verfehlt. Dies greift eindeutig zu kurz und ist entschieden zu hinterfragen.

**Frage zur unausgewogenen Szenarienbildung:** Kein einziges Szenario hat das Erreichen der Pariser Klimaziele zum Inhalt. Es ist notwendig, diese einseitige Szenarienbildung zu hinterfragen und um Szenarien zu ergänzen, welche tatsächlich von einer Erreichung der Pariser Klimaziele ausgehen und diese Entwicklung unterstützen.

**Frage zur Annahme eines konstanten Marktanteilsmodells ab 2020:** Die getroffene Annahme einer Nachfragekonstanz über 130 Jahre, ohne Reaktion auf eine geänderte Angebotssituation, ist zu hinterfragen.

**Frage zur Begründung zusätzlicher fossiler Emissionen durch Ersatzdienstleistungen:** Die Studie „Care for Paris“ führt eine Kategorie „zusätzlicher fossiler Emissionen durch Ersatzdienstleistungen“ ein. Die Logik hinter dieser Bilanzierung ist hochgradig fragwürdig und es ist unbedingt notwendig, diese Kategorie methodisch zu klären und sie gegebenenfalls zu streichen.

**Frage zur undifferenzierten Betrachtung des 130-jährigen Durchrechnungszeitraums:** Die Szenarioanalysen erstrecken sich über eine Zeitspanne von 130 Jahren. Der Erfolg oder Misserfolg von Maßnahmen zum Klimaschutz entscheidet sich jedoch in den kommenden 30 Jahren. Im Fall eines Misserfolgs innerhalb dieses Zeitraums werden Kippunkte überschritten und es ist keinerlei sinnvolle Fortschreibung von Szenarien mehr möglich. Dieser Umstand wird nicht berücksichtigt.

**Frage zur Ergebnisinterpretation:** Obwohl aus dem Endbericht hervorgeht, dass gerade im entscheidenden Zeitraum zwischen 2020 und 2050 das Vorratsaufbauszenario allen anderen Szenarien bezüglich Emissionsvermeidung überlegen ist, werden gegensätzliche Schlüsse gezogen wie „die Strategie einer Reduktion der Holznutzung ist somit einer notwendigen Dekarbonisierung zur Erreichung der Temperatur-Ziele des Paris Agreements nicht förderlich“. Dies gilt es zu hinterfragen.

Abbildung 11:  
Vergleichende  
Darstellung der  
Entwicklung der  
CO<sub>2</sub>equ-Emissionen  
gesamt.

Quelle: Projekt  
Vergleichende  
Analysen zu  
„Care for Paris“

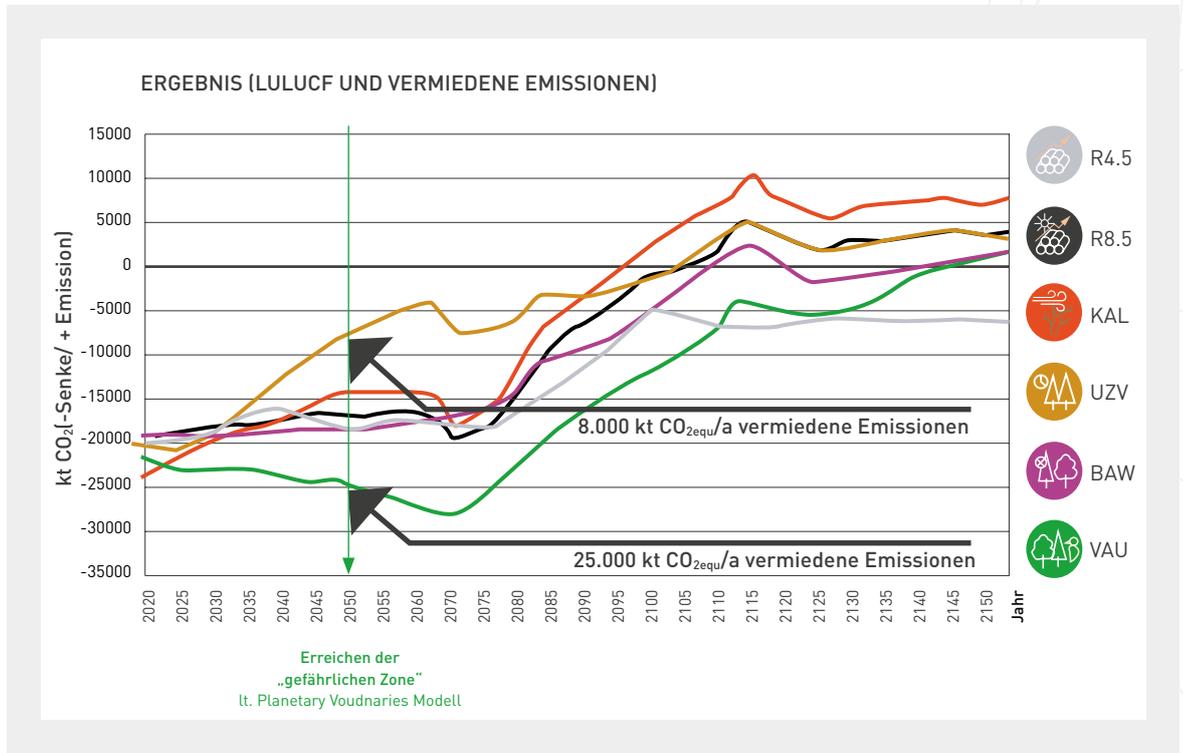
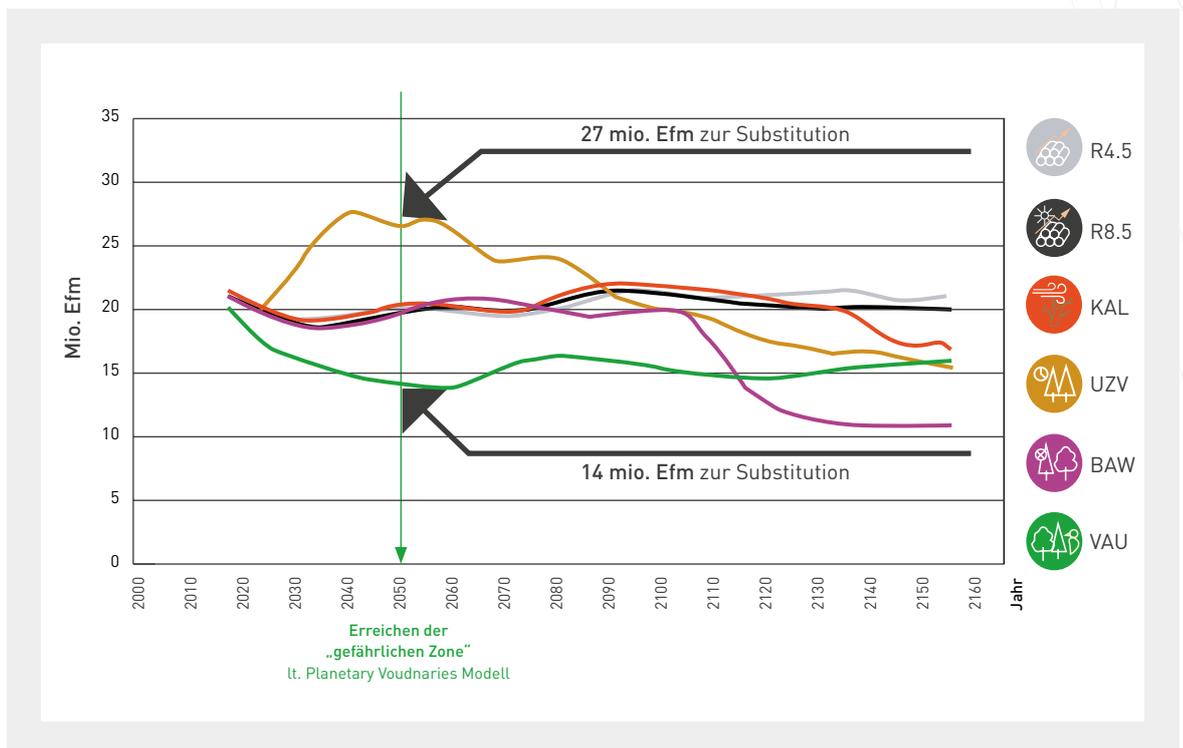


Abbildung 12:  
Vergleichende  
Darstellung der  
Entwicklung der  
entnommenen  
Erntefestmeter Holz.

Quelle: Projekt  
Vergleichende  
Analysen zu  
„Care for Paris“



# MASSIVBAUSTOFFHERSTELLUNG ALS IMPULSGEBER FÜR REGIONEN

Projektbeteiligte: Dipl.-Math- Wolfgang Baaske, 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
  - o Ziegel und Ziegelfertigteile,
  - o Zement,
  - o Beton und Betonfertigteile,
  - o Putze / Mörtel und
  - o Transportbeton.
  
- Österreichische Massivbaustoffe wurden 2017 von rund 220 Unternehmen an rund 430 Werkstandorten hergestellt und erzielten einen Umsatz von 2,33 Mrd. Euro. Dies entspricht einem Umsatzplus von 6% im Vergleich zur Untersuchung im Jahr 2014, während die Beschäftigung über alle Branchen hinweg in etwa konstant gehalten wurde.
  
- Der österreichische Wertschöpfungsmultiplikator lag 2017 bei 2,92. Ein Euro Wertschöpfung in der österreichischen Massivbaustoffherstellung erzeugte 2,92 zusätzliche Euro Wertschöpfung in anderen österreichischen Unternehmen.
  
- Von der österreichischen Massivbaustoffherstellung gingen im Jahr 2017 Beschäftigungseffekte in der Höhe von 28.950 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) in Österreich aus. Diese Zahl umfasst sowohl den direkten Beschäftigungseffekt in der Höhe von Vollzeitäquivalenten als auch den indirekten Beschäftigungseffekt in der Höhe von VZÄ.
  
- Von der österreichischen Massivbaustoffherstellung profitieren vor allem lokale und regionale Zulieferer und Hersteller, darunter viele Klein- und mittelständische Betriebe; viele Arbeits-, Aus- und Weiterbildungsplätze hängen direkt und indirekt von ihr ab.

## INHALTLICHE DARSTELLUNG

Die österreichische Massivbaustoffherstellung hat aufgrund ihrer Regionalität eine regional- und strukturpolitische Bedeutung. Rohstoffe werden überwiegend lokal bezogen und die Produkte anschließend über kurze Transportwege an regionale Baufirmen, Weiterverarbeiter und den Baustoffhandel geliefert und generieren bedeutende Umsätze in verschiedenen Wirtschaftszweigen in der Region. Dadurch hängen viele Arbeits-, Aus- und Weiterbildungsplätze direkt oder indirekt an der Massivbaustoffherstellung.

Die Beschäftigten und ihre Familien wohnen überwiegend im Umfeld der Standorte und versorgen sich aus der Nähe - ihre Einkommen fließen zu einem großen Anteil dem lokalen Handel, Gewerbe und Dienstleistungen zu.

Mit der Studie soll zu einer ganzheitlichen Bewertung der österreichischen Massivbaustoffherstellung beigetragen werden. Es wird untersucht, inwiefern sich die Massivbaustoffherstellung in den fünf Branchen Ziegel und Ziegelfertigteile, Zement, Beton und Betonfertigteile, Putze / Mörtel sowie Transportbeton auf die Region sowie auf nationaler Ebene auswirkt. Betrachtet werden dabei wirtschaftliche, soziale und ausgewählte ökologische Effekte, die von den Aktivitäten der Unternehmen ausgehen und die jeweiligen Werksstandorte, Regionen und Bundesländer betreffen.

Als Datenquellen dienen die Umsatz- und Beschäftigterhebung des Fachverbands Steine-Keramik und eine von STUDIA durchgeführte Unternehmensbefragung zu regionalwirtschaftlichen Effekten bei Industrieunternehmen der betrachteten Branchen. Neben der Datenerhebung galt es, eine Stoffstromanalyse der Inputs (Rohstoffe, Materialien ...) und Outputs (Produkte, Lieferungen ...) sowie eine regionalwirtschaftliche Input-Output-Analyse der Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der österreichischen Massivbaustoffherstellung zu erstellen. Dabei wurde auch der volkswirtschaftliche Beitrag zum Bausektor betrachtet, welcher der wichtigste Abnehmer der Produkte der Hersteller von Massivbaustoffen ist.

Einer Schätzung zu Folge erwirtschafteten 2017 rund 220 Hersteller von Massivbaustoffen an rund 430 Standorten einen Umsatz von rund 2,33 Mrd. Euro. Insgesamt waren 8.920 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Unternehmen angestellt, wobei es sich mehrheitlich um Kleinunternehmen handelte.

**Tabelle 6:**  
Unternehmen,  
Umsatz und Beschäftigte in der österreichischen Massivbaustoffherstellung nach Branche, 2017.

Quelle: Projekt Massivbaustoffherstellung als Impulsgeber für Regionen

BRANCHE	STANDORTE	UMSATZ IN MIO. EURO	BESCHÄFTIGTE PER 31.12.	PRODUKTION
Beton- und -fertigteilerstellung	100	606	3.710	6,30 Mio t
Putz-Mörtelherstellung	40	392	913	2,18 Mio t
Transportbetonherstellung	249	756	2.332	10,0 Mio m <sup>3</sup>
Zementherstellung	12	412	1.151	4,88 Mio t
Ziegel- und -fertigteilerstellung	24	160	817	1,3 Mio m <sup>3</sup>
<b>GESAMT</b>	<b>425</b>	<b>2.326</b>	<b>8.923</b>	

Die österreichische Massivbaustoffherstellung hat sich historisch in der Nähe der Rohstoff-Abbaustätten angesiedelt. Die schweren Roh- und Endprodukte begünstigen eine dezentrale Produktionsstruktur, da aus ökonomischer und ökologischer Sicht kurze Transportwege sinnvoll sind. Da geringe Transportwege weniger Belastung durch Verkehr und weniger Emissionen von Treibhausgasen, Staub und Lärm bedeuten, wirkt sich die Regionalität der Stoffflüsse positiv auf die Umwelt und die Lebensqualität aus. 2014 betrug der Transportweg sämtlicher Stoffe durchschnittlich insgesamt 84 km vom Zulieferer zum Erzeuger der Baustoffe und von diesem zum Abnehmer der Endprodukte.

Die Transportwege der fünf untersuchten Berufsgruppen sind miteinander verflochten. So floss 2014 ein Teil der Produkte der Zementindustrie zu Transportbetonwerken (65,6%), Herstellern konstruktiver Betonfertigteile (9,7%) und Putz- und Bindemittelherstellern (7,1%), jeweils bezogen auf den Umsatz. Nur ein Anteil von 17,5% ging an den Baustoffhandel, sonstige Betonwarenhersteller und andere Abnehmer\*innen. Diese Ergebnisse der Stoffstromanalyse sind auch aktuell gültig, wenngleich sie nicht mit aktuellen Zahlen hinterlegt sind.

Die Untersuchung der regionalwirtschaftlichen Analyse zeigte, was an Wertschöpfung, Produktion (Umsätzen) und Arbeitsplätzen verloren ginge, wenn Massivbaustoffe nicht in österreichischen Unternehmen hergestellt und von diesen bezogen würden. 2017 ergab sich eine direkte Wertschöpfung von 508 Mio. Euro und eine indirekte Wertschöpfung von 1,428 Mio. Euro. Während erstere aus den Unternehmen der österreichischen Massivbaustoffherstellung selbst hervorging, entstand letztere in anderen österreichischen Unternehmen und Branchen und wurde dadurch hervorgerufen, dass die Massivbaustoffherstellung Wirtschaftskreisläufe durch Vorleistungen, Investitionen, Beschäftigung und Steuerleistungen in Gang setzte. Der österreichische Wertschöpfungsmultiplikator lag somit bei 2,92 und damit deutlich höher als der Umsatzmultiplikator. Ein Euro Wertschöpfung in der österreichischen Massivbaustoffherstellung erzeugte 2,92 zusätzliche Euro Wertschöpfung in anderen österreichischen Unternehmen.

Bei Betrachtung des Beschäftigungseffektes im Jahr 2017 ergaben sich 28.950 Vollzeit-äquivalente (VZA) in Österreich. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Teilzeitanteile in den Branchen resultierten daraus 32.690 Gesamtbeschäftigungen. Diese setzten sich aus der Beschäftigung in der österreichischen Massivbaustoffherstellung selbst und den ausgelösten Effekten im Inland (31.420) wie im Ausland (1.260) zusammen. Unter der Annahme, dass auf eine\*n Beschäftigte\*n statistisch gut eine weitere Person kommt, die von den Einkünften lebt, sicherte die Massivbaustoffherstellung die wirtschaftliche Existenz von rund 65.380 Menschen.

Die österreichische Massivbaustoffherstellung ist somit ein Impulsgeber für die regionale Wirtschaft und für den ländlichen Raum. Von ihren Aktivitäten profitieren vor allem lokale und regionale Zulieferer und Hersteller und viele Arbeits-, Aus- und Weiterbildungsplätze hängen direkt und indirekt von ihr ab. Im Vergleich zu der im Jahr 2014 veröffentlichten Studie sind Veränderungen in der Produktivität, den Investitionen und der Teilzeitbeschäftigung in der Massivbaustoffherstellung und in anderen Sektoren der Volkswirtschaft, sowie Veränderungen im allgemeinen Lohnniveau und der Leistung des nachgelagerten Bausektors sichtbar.

# AUSBLICK

Die Forschungsaktivitäten der Initiative „Zukunftssicheres Bauen“ werden auch in den kommenden Jahren fortgesetzt. Dabei werden weiterhin Themen mit übergeordneter Bedeutung für die mineralische Baustoffindustrie aufgegriffen.

Die Forschungsaktivitäten und deren Ergebnisse zeigen Transformationspfade für die Bauindustrie und den Gebäudesektor auf dem Weg zum klimaneutralen, kreislauffähigen, resilienten und zukunftssichernden Bauen und Sanieren auf. Sie bereichern die Diskussion zwischen Forscher\*innen und Bauwirtschaft und liefern einen Beitrag für Forschungs- und Förderprogramme im Baubereich, indem sie aktuellen Handlungs- bzw. Forschungsbedarf konkret aufzeigen. Die Unterstützung des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie und die wissenschaftliche Projektbegleitung durch die ÖGUT trägt dabei zur Qualitätssicherung, zu kritischer Reflexion wie auch zum Transfer von Ergebnissen in die österreichische Bauforschung bei.

Darüber hinaus werden Forschungsergebnisse als wissenschaftliche Basis für die nachhaltige Weiterentwicklung der Bauprodukte bzw. der massiven Bauweise, zur Mitgestaltung der technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie für die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen von BAU!MASSIV! herangezogen.

# VERZEICHNISSE

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Institutionen und Projekte der Forschungsinitiative Zukunftssicheres Bauen	8
Tabelle 2: Einteilung der Grenzwerte - Energieanforderungen; <i>Quelle: Projekt Dualer Weg</i>	20
Tabelle 3: Einteilung der Grenzwerte - Ökologie; <i>Quelle: Projekt Dualer Weg</i>	20
Tabelle 4: Einteilung der Grenzwerte - Ökonomie; <i>Quelle: Projekt Dualer Weg</i>	20
Tabelle 5: Einteilung der Grenzwerte - Soziales; <i>Quelle: Projekt Dualer Weg</i>	20
Tabelle 6: Unternehmen, Umsatz und Beschäftigte in der österreichischen Massivbaustoffherstellung nach Branche, 2017. <i>Quelle: Projekt Massivbaustoffherstellung als Impulsgeber für Regionen</i>	33

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Baaske WE, Lancaster B (2004) Evaluating Local Commitment for Employment - Towards a realisation of the European Employment Strategy, Trauner, Linz, ISBN 3-85487-573-8
- [2] Baaske WE, Kranzl S (2016) Österreichische Massivbaustoffherstellung: Impulsgeber für Regionen. Analyse sozial- und regionalwirtschaftlicher Effekte österreichischer Werksstandorte. Studie im Auftrag des Forschungsverein Steine-Keramik des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie.
- [3] Bartlmä N, Hammer R, Holzer P (2016): Biodiversity Impact Assessment. Sondierung möglicher baustoffspezifischer Charakteristika. Im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, Fachverband Steine-Keramik.
- [4] Hammer R, Holzer P. (2016): Analyse aktueller Studien der Forstwirtschaft. Systematisch vergleichende Analyse vier aktueller wissenschaftlicher Publikationen zur Umweltrelevanz österr. Holzproduktion und -nutzung. Im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, Fachverband Steine-Keramik.
- [5] Holzer P, Kreč K (2015): Vorbereitung der Nachweisführung mit dynamischer Gebäudesimulation in den baubehördlichen Wärmeschutznachweisen bzw. Energieausweisberechnungen. Schlussbericht zum Arbeitspaket 1 „Aufbereitung der theoretischen Grundlagen“. Im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, Fachverband Steine-Keramik.

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: BelOrta Gebäude von arte in Belgien (links) und b2226 Gebäude von Baumschlager & Eberle in Österreich (rechts). <i>Quelle: Projekt PEF4Buildings</i>	10
Abbildung 2: Hierarchische Gliederung des Gebäudes (Trigaux et al., 2017)	10
Abbildung 3: Science Tower in Graz (links) und be2226 in Lustenau (rechts). <i>Quelle: Projekt Level(s) - Piloten für EU-einheitliche Gebäudebewertung, TU Graz</i>	13
Abbildung 4: Vergleich bestehender Gebäudebewertungssysteme in Österreich mit Level(s). <i>Quelle: Projekt Level(s) - Piloten für EU-einheitliche Gebäudebewertung, TU Graz.</i>	14
Abbildung 5: Ausschnitt aus einem OI3-Ausweis. <i>Quelle: Projekt IMPLEMENT_OI3_BG3_BZF</i>	17
Abbildung 6: Modifiziertes Raummodell bei Programmstart. <i>Quelle: Projekt Thesim 3D Fehler!</i>	22
Abbildung 7: Darstellung der Verschattung durch den Horizont am frühen Morgen für einen Gebäudestandort in Bad Goisern. <i>Quelle: Projekt Thesim 3D</i>	23
Abbildung 8: Wohnpark Wolfsbrunn, der Bauteil zum Generationen-Wohnen vor den 14 Reihenhäusern, im Hintergrund ein Windpark (Bild: SÜDRAUM)	25
Abbildung 9: Diagramm Raumfühler-temperatur über Außenlufttemperatur für ein ganzes Jahr (15. Juli 2020 bis 14. Juli 2021) für Reihnhaus B (Diagramm: Klaus Kreč)	26
Abbildung 10: Funktionsschema der thermischen Bauteilaktivierung in Kombination mit erneuerbaren Energiequellen.	27
Abbildung 11: Vergleichende Darstellung der Entwicklung der CO <sub>2</sub> <sub>equ</sub> -Emissionen gesamt. <i>Quelle: Projekt Vergleichende Analysen zu „Care for Paris“</i>	31
Abbildung 12: Vergleichende Darstellung der Entwicklung der entnommenen Erntefestmeter Holz. <i>Quelle: Projekt Vergleichende Analysen zu „Care for Paris“</i>	31





IN KOOPERATION MIT DEN FORSCHUNGSPARTNERN:



STUDIA  
UNIVERSITÄT SACHS



Institute of  
Building Research  
& Innovation



Architektur- und Bauforschung

IBO

Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH



TU  
WIEN

TU  
Graz  
Graz University of Technology