

Bautechnologien für den Klimaschutz

Monitoring innovativer Bauformen mit besonderer Relevanz für den
Klimaschutz in Österreich

R. Lechner, B. Lubitz-Prohaska,
D. Orth, A. Stimpfl, L. Brenneis

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

48/2023

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

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

Autorinnen und Autoren: Robert Lechner, Beate Lubitz-Prohaska, Daniel Orth, Anna Stimpfl, Leander Brenneis (alle pulswerk GmbH)

Gesamtumsetzung: pulswerk GmbH, das Beratungsunternehmen des Österreichischen Ökologie-Instituts

Fotonachweis: Bruno Klomfar für Haus der Zukunft (CC BY-NC) – Seite 28, Kurt Hörbst für BMK / Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit – Seite 29, 45 und 46, Alexander Madreiter – Seite 30, Manfred Seidl – Seite 44, Herta Hurnaus für Wienerberger – Seite 58, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH – Seite 59 und 60.

Wien, November 2022.

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgeifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an Isabella Warisch Isabella.Warisch@bmk.gv.at.

Ihre Rückmeldungen an das Autor:innenteam richten sich bitte gesamthaft an Leander Brenneis Brenneis@pulswerk.at

Bautechnologien für den Klimaschutz

Monitoring innovativer Bauformen mit besonderer Relevanz
für den Klimaschutz in Österreich

Robert Lechner, Beate Lubitz-Prohaska,
Daniel Orth, Anna Stimpfl, Leander Brenneis
pulswerk GmbH

Wien, November 2022

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

Vorwort

Österreichs Bauwirtschaft kann mittlerweile seit Jahrzehnten auf zahlreiche Innovationsleistungen verweisen, die auch aufgrund vieler nationaler FTI-Programmen vorangetrieben wurden. Stand vor mittlerweile bald 20 Jahren das „Haus der Zukunft“ im Zentrum der Überlegungen, so hat sich der Fokus in den letzten zehn Jahren auf gebäudetaugliche Energiesysteme und netztaugliche Lösungen im Gebäudeverbund bis hin zur „Stadt der Zukunft“ gewandelt. Das Ziel Klimaneutralität 2040 stellt nun zunehmend neue Schwerpunkte in den Mittelpunkt: Begriffe wie Nullenergiehäuser, Gebäude als Kraftwerk und netzdienlicher Energiespeicher, Treibhausgasneutralität der verwendeten Baumaterialien und zuletzt die Kreislauffähigkeit im gesamten Lebenszyklus zielen allesamt auf umfassende Nachhaltigkeit und damit Zukunftsfähigkeit ab. Die Grenzen zwischen übergeordnetem Energiesystem, der Deckung des Gebäude-Energiebedarfs mit erneuerbarer Energie, der Baustoffproduktion und kaskadischen Weiterverwendung am Ende des Gebäudelebenszyklusses verschwinden dabei zusehends. Wenngleich hierzulande die Konkurrenz um das „beste und damit nachhaltigste“ Baukonzept groß ist, können allen in Österreich wichtigen Bauweisen umfassende Entwicklungsleistungen attestiert werden. Besonders energieeffizient sind sie dabei praktisch alle. Der Holzbau arbeitet zügig an weitestgehend treibhausgasneutralen materiellen Gebäudekonzepten, Bauteilaktivierung im Massivbau verspricht ganzjährig umfassenden thermischen Komfort und monolithische Ziegelbauten mit guten Dämmeigenschaften beschreiben den Weg ressourcenschonender thermischer Hüllkonzepte. Die gegenständliche Untersuchung betrachtet die wesentlichsten Vor- und Nachteile der Bauweisen, beschreibt deren Lösungskompetenz und Entwicklungsbedarf am Weg zur Klimaneutralität. Erstmals wurde dabei auch eine Marktübersicht für die Neubauleistung des letzten Jahrzehnts erstellt, die gezielt auf die drei Hauptbauweisen eingeht und eine Verbindung zu den dort realisierten Energiesystemen herstellt. Diese Marktsondierung versteht sich deshalb auch als Status Quo – Bericht und soll der Bauwirtschaft und Entscheidungsträger:innen auf allen Ebenen Orientierung für weitere Entwicklungsleistungen geben.

Inhalt

Vorwort	5
1 Zusammenfassung	9
2 Einleitung	11
3 Methodische Vorgehensweise	13
3.1 Inhaltliche Rahmenbedingungen.....	13
3.2 Einbeziehung von Stakeholdern	18
4 Holzbau und Klimaschutz	20
4.1 Holz als Baumaterial im Lebenszyklus fast treibhausgasneutral.....	21
4.2 Wirtschaftsbezogene Aspekte und Rahmenbedingungen	23
4.3 Kreislauffähigkeit	25
4.4 Verfügbarkeit in Österreich	27
4.5 Strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte	28
4.6 Beispielhafte Realisierungen	31
5 Bauteilaktivierung und Klimaschutz	34
5.1 Bauteilaktivierung sorgt ganzjährig für Behaglichkeit und macht Gebäude zum Energiespeicher	34
5.2 Wirtschaftsbezogene Aspekte und Rahmenbedingungen	36
5.3 Energiebedarf und Treibhausgasemissionen in der Betonproduktion	40
5.4 Kreislauffähigkeit	41
5.5 Verfügbarkeit in Österreich	42
5.6 Strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte	44
5.7 Beispielhafte Realisierungen	47
6 Monolithischer Ziegelbau und Klimaschutz	50
6.1 Monolithische Mauerziegelbauwerke bieten Effizienz (fast) ohne Dämmstoff	51
6.2 Wirtschaftsbezogene Aspekte und Rahmenbedingungen	52
6.3 Energiebedarf in der Ziegelproduktion.....	54
6.4 Kreislauffähigkeit	55
6.5 Verfügbarkeit in Österreich	57
6.6 Strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte	58
6.7 Beispielhafte Realisierungen	61
7 Bauleistungen und Marktanteile 2010 bis 2021	64
7.1 Neu errichtete Gebäude nach Bauweisen seit 2010	66
7.2 Neu errichtete Wohngebäude nach Bauweisen seit 2010.....	71
7.3 Neu errichtete Nichtwohnbauten nach Bauweisen seit 2010	77

7.4 Bauweisen und Energiesysteme seit 2010	87
Exkurs: Datenqualität GWR im Heizungsbereich	88
Hauptbrennstoffe nach Bauweisen seit 2010.....	90
Bauweisen und für die Wärmebereitstellung verwendete Brennstoffe seit 2010.....	94
Bauweisen und Wärmebereitstellungssysteme seit 2010.....	96
Bauweisen und Wärmeabgabesysteme seit 2010.....	97
8 Rückschlüsse und Empfehlungen für das Innovationssystem	99
8.1 Vertiefende Marktbeobachtung derzeit nur auf Basis von Unternehmensauswertungen möglich	99
8.2 Umfassende Scale-Up Untersuchungen für den Hochbau fokussieren auf regionale Ressourcenverfügbarkeit	100
8.3 Lebenszyklusbewertung als Basis für umfassende Technikfolgenabschätzung und Treibhausgasneutralität in der Wertschöpfungskette	102
8.4 Circular Economy Construction & Bestandsentwicklung	103
8.5 Drei Technologie-Leader: Hybride Bauformen als mögliche Lösungsstrategie weiterentwickeln.....	105
9 Anhang.....	107
9.1 Fragebogen Betriebserhebung, Wirtschaftsleistung.....	107
Tabellenverzeichnis.....	110
Abbildungsverzeichnis.....	112
Abkürzungen.....	113
Literaturverzeichnis	114

1 Zusammenfassung

Klimafitte oder gar klimaneutrales Bauen wird oft in erster Linie mit der technischen Ausstattung, Energieversorgung und thermischen Qualität der Gebäudehülle in Verbindung gebracht. In den letzten Jahren treten vermehrt neue Aspekte in den Mittelpunkt: die Treibhausgasbilanz der verwendeten Materialien, das Gebäude und seine Fähigkeiten als Energiespeicher, die Kreislauffähigkeit und Zerlegbarkeit des Bauwerks bei Sanierung oder gar Rückbau am Ende des Lebenszyklus. Mit der vorliegenden Marktsondierung wurden für drei zentrale Innovationssegmente des nachhaltigen Bauens erstmals deren Verbreitungsgrad in Österreich aufbereitet.

Mit Blick auf das GHG-Protokoll des UNFCCC und die sich daraus ergebende Berichtslogik wäre ein klimaneutraler Gebäudesektor bereits durch den bloßen Ersatz direkt eingesetzter fossiler Energie für Wärme erreicht (Raus aus Öl und Gas!). Da der Gebäudesektor aber wie kaum ein anderer Bereich seine Spuren in den anderen Bilanzsektoren hinterlässt, nehmen in der Diskussion um Treibhausgasneutralität zahlreiche andere Aspekte eine immer zentraler werdende Rolle ein. Die graue Energie der verwendeten Konstruktionsmaterialien findet sich dabei ebenso wieder wie Diskussionen um die Trennbarkeit von Dämmfassaden im Vollwärmeschutz bei Rückbau oder für die Stabilität des Energiesystems sehr zukunftsweisende Technologien zum Gebäude als Energiespeicher. Gleichzeitig darf – wenn es denn nun tatsächlich um den Beitrag innovativer Bauformen für den Klimaschutz in Österreich geht – keinesfalls auf die Grundvoraussetzungen vergessen werden: Gebäude müssen so energieeffizient wie nur möglich errichtet werden und ihren verbleibenden Energiebedarf so umfassend wie nur möglich aus erneuerbaren Energieträgern am Gebäude selbst oder seinem direkten Umfeld abdecken. Vor diesem Hintergrund konzentrierte sich die hier vorliegende erste Marktsondierung „Bautechnologien für den Klimaschutz“ auf drei wesentliche Bauweisen: Holzbau, Gebäude mit Bauteilaktivierung und als Sonderform Gebäude in (semi-)monolithischer Bauweise. In einleitenden Kapiteln wird für jede der genannten Bauweisen nach einem gleichbleibenden Raster eine grundsätzliche Einschätzung zu den jeweiligen Stärken und Schwächen erstellt. Ergänzt wird diese Einschätzung zu Fragen der Kreislauffähigkeit, der Verfügbarkeit der benötigten Rohstoffe in Österreich und einer Kurzdarstellung der wirtschaftlichen Bedeutung mitsamt bekannter Innovationsleistungen.

Schon bei dieser Erstzuordnung wird eines klar: Es kann aus der Sicht der Autor:innen keine ausschließlich zu empfehlende Bauweise geben. Regionale Ressourcenverfügbarkeit, Stärken und Schwächen hinsichtlich erwartbarer Effizienzpotenziale sowie auch hinsichtlich der „leichten Erfüllbarkeit“ von Ansprüchen der Nutzer:innen unterscheiden sich teilweise stark, ergänzen einander aber bei österreichweiter Betrachtung gut. Zusätzlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass die einzelnen Bauweisen auch mit Bezug auf die jeweiligen Bauaufgaben unterschiedliche Eignungen nachweisen können.

Danach wurden für alle Bauweisen mit Sonderauswertungen der Statistik Austria die im letzten Jahrzehnt (2010 bis 2021) angefallenen Neubauleistungen erfasst und in einer umfassenden Zusammenschau dokumentiert. Neben den Bauweisen als solche gibt es umfangreiche Aussagen zu Gebäudegrößenklassen, Nutzungsformen und die regionale Verteilung auf Ebene der Bundesländer. In einem zweiten Schritt wurde die Verschneidung von Bauweisen mit ihren Energieversorgungssystemen durchgeführt. Die Ergebnisse liefern dabei zur medialen Präsenz unterschiedlicher Bauweisen ein divergierendes, in Teilen überraschendes Bild. Von allen seit 2010 neu errichteten Gebäuden wurden 64 Prozent in Mauerwerksbauweise errichtet, 22 Prozent in Holzbauweise und lediglich 9 Prozent in Stahlbeton. Nimmt man die realisierten Nettogrundflächen als Maßstab, dann kippt diese Bild leicht: Der Mauerwerksbau kann 61 Prozent der Nutzflächen für sich behaupten, an zweiter Stelle liegt mit 24 Prozent der Stahlbetonbau und der Holzbau hält knapp 10 Prozent an Marktanteilen. Beeindruckend ist die schiere Summe der realisierten Gebäude und Flächen: 311.100 seit 2010 errichtete Neubauten mit einer Nettogrundfläche von insgesamt 130 Millionen Quadratmetern führen dazu, dass der Gebäudebestand in diesem Jahrzehnt um rund 20 Prozent angewachsen ist. Auch wenn erneuerbare Energiesysteme im Neubau schon im letzten Jahrzehnt deutlich am Vormarsch waren, so besitzen direkt deklarierte 14 Prozent der neuen Gebäude nach wie vor ein fossiles System (vor allem Gas, wenig Öl). Legt man die zum Zeitpunkt der Datenabfrage noch nicht eindeutig zugeordneten Systeme auf die Grundverteilung um, so könnten fossile Systeme einen Marktanteil von bis knapp unter 20 Prozent einnehmen. Die hier auszugsweise genannten Statistiken sind im Bericht umfassend und mit zahlreichen anderen Aspekten ausgeführt.

In einem abschließenden Kapitel wird auf den notwendigen Innovationsbedarf eingegangen, der die untersuchten Bauweisen noch besser zu Transformationstechnologien für Klimaneutralität führen würde, als sie es bislang gegenwärtig noch sind.

2 Einleitung

Ziel der gegenständlichen Studie ist die erstmalige Erstellung einer österreichweiten Marktübersicht zu aus Klimaschutzperspektive besonders innovativen Bauformen und den damit verbundenen Technologien. Den Schwerpunkt dieser Erstausgabe bilden dabei Gebäude mit Bauteilaktivierung, monolithische Ziegelbauweisen und der Holzbau. Diese drei auf den ersten Blick widersprüchlichen Bauweisen können jede für sich auf klimaschutzrelevante Innovationselemente zurückgreifen, stehen gleichzeitig für die drei wesentlichen Bauformen in Österreich. Neben der Kernzielsetzung Klimaschutz wird im inhaltlichen Teil der Marktsondierung auch auf zentrale Umweltschutzaspekte, regionale Rohstoffverfügbarkeit und Kreislauffähigkeit betrachtet.

Der Gebäudesektor trägt in Österreich entscheidend zur nationalen Klimabilanz bei, ist wesentlichster Treiber für den materiellen Ressourceneinsatz unserer Gesellschaft und nicht zuletzt auch aufgrund seines Flächenbedarfs verantwortlich für zahlreiche Belastungen unserer Umwelt. Das klimapolitische Kernziel ist mit Treibhausgasneutralität bis 2040 klar umschrieben, stellt alle Wirtschaftssektoren vor extreme Herausforderungen und Anstregungen. Dies gilt auch für den Gebäudesektor, obwohl er gegenwärtig im Vergleich mit anderen Wirtschaftsakteur*innen bereits auf deutliche Treibhausgas-Einsparungen gegenüber dem Bezugsjahr 1990 verweisen kann. Einerseits resultiert ein Großteil dieser Einsparungen aus Verlagerungseffekten in den Energiesektor (Fernwärme, Strom), zum anderen sind die Restemissionen nach wie vor insbesondere mit gas- und ölbeheizten Gebäuden verbunden. Eine zusätzliche Bedeutung besitzt der Gebäudesektor hinsichtlich der verwendeten Ressourcen und Materialien, welche auch aus energie- und damit treibhausgasintensiver Industrie und Produktion resultieren.

Als Treiber für Innovation und Entwicklung im Baubereich sind auf Bundesseite in den letzten beiden Jahrzehnten FTI-Programme wie Haus der Zukunft, Stadt der Zukunft und mehrere Energieforschungsprogramme zu nennen, welche die Entwicklung Hochbau vorantreiben. Die Brancheninitiative Bauforschung (BRA.IN) wurde zuletzt als gesondertes Instrument entwickelt, um gezielt unternehmensbezogene Leistungen im Bausektor zu unterstützen und zu initiieren. Diese Entwicklungsleistungen werden

gegenwärtig durch eine Vielzahl an begonnenen und/oder in Vorbereitung befindlichen logistischen und förderpolitischen Maßnahmen zusätzlich gefordert. Mit Benennung der Klimaneutralität bis 2040 gehen im logistischen, operativen Bereich Maßnahmen im Bereich der Energieversorgungsinfrastruktur, der Anforderungen an die Energieeffizienz und künftig verstärkt auch an die Kreislaufwirtschaft einher, die für den Gebäudesektor größte Bedeutung besitzen.

Losgelöst von der förder- und ordnungspolitischen Wirkung ist für die Gesellschaft von zentraler Bedeutung, welche Folgewirkungen die entwickelnden Produkte, Technologien oder Bauweisen und -konzepte im realen Baugeschehen selbst auslösen.

Mit Blick auf nationale Klimaschutzziele kann vereinfachend festgehalten werden, dass die gebaute Umwelt besonders energieeffiziente Gebäude benötigt, deren reduzierter Energiebedarf bis 2040 praktisch zur Gänze aus erneuerbaren Energieträgern bereitgestellt werden muss. Zusätzlich ist die Ressourcenverfügbarkeit für Baustoffe und ihr Potenzial zur Kreislauffähigkeit gefragt. Somit ist interessant, auf welche Bauweisen diese Eigenschaften besonders zutreffen und wie ihre Verankerung in der Bauwirtschaft aussieht.

Im Rahmen der Erstfassung der gegenständlichen Marktuntersuchung innovativer Bauformen mit hoher Lösungskompetenz für den Klimaschutz werden die drei Schwerpunktbereiche Holzbau, Bauteilaktivierung und monolithische Baukonzepte besonders betrachtet und mit ersten Wirkanalysen versehen. Zusätzlich zur umwelt- und klimapolitischen Relevanz wird auch eine erstmalige Markterhebung durchgeführt.

Die Verbreitung der untersuchten Bauformen wird in Form realisierter Gebäude und Nutzflächen erhoben und/oder abgeschätzt. Grundsätzliche Überlegungen zu Scale-Up-Prozessen berücksichtigen auf Basis der erhobenen Bestandswerte das wirtschaftliche und arbeitsmarktbezogene Potential für die künftig erwartbare Marktentwicklung. In der Wirkanalyse werden dazu neben Chancen und Potenzialen auch Hemmnisse und Risiken erfasst.

3 Methodische Vorgehensweise

Um die Reliabilität dieser Erhebung zu gewährleisten, werden zunächst grundlegende qualitative und quantitative Faktoren für die Marktanalyse ausgewählt. Sowohl in wirtschaftlicher als auch ökologischer Hinsicht werden Systemgrenzen definiert und argumentiert, warum diese so gewählt wurden. Des Weiteren wird festgelegt welche Merkmale für eine Bewertung der Bauweisen als innovativ gegeben sein müssen.

3.1 Inhaltliche Rahmenbedingungen

Die drei in Österreich vorherrschenden Bauarten Beton, Ziegel und Holzbau und ihre jeweiligen zukunftssträchtesten Bauweisen/-technologien sollen auf Innovativität, ihren potenziellen Beitrag zum Klimaschutz und ihre volkswirtschaftliche Leistung bewertet werden. Dazu werden wirtschaftliche Kennwerte der verschiedenen Branchen, wie Umsatz, Beschäftigung und Bruttowertschöpfung vergleichend dargestellt.

Um einen umfassenderen Blick auf die wirtschaftlichen Effekte der verschiedenen Bauweisen zu bekommen, werden nicht nur die eigentlichen Systemproduzent*innen und -bereitsteller*innen berücksichtigt, sondern auch Bauunternehmen, Gewerke und zusammenhängende Zuliefererbetriebe in die Ersterhebung eingeschlossen. Ergänzende Aspekte befassen sich mit einer generellen Analyse der Zukunftspotenziale der Bauweisen anhand von lokaler Ressourcen-Verfügbarkeit, erwarteter Marktentwicklungen ebendieser und dafür begleitend benötigter Technologien, sowie ihrem ökologischen und sozialen Mehrwert. In spezifisch ökologischer Hinsicht werden Energie- und Ressourcenverbrauch und die damit zusammenhängenden Treibhausgasemissionen der jeweiligen Bauweisen und Baustoffe in der Produktion und im Lebenszyklus verglichen und ihre Stärken und Schwächen in den Bereichen Dämmleistung, Wärmeleitfähigkeit und Kreislauffähigkeit herausgestrichen. Der Lebenszyklusvergleich wird für einen (theoretischen) Zeitraum von 100 Jahren angestellt.

Damit die für die drei Hauptbauweisen Holzbau, Bauteilaktivierung und monolithischer Ziegelbau heranzuziehenden Aspekte möglichst gleichwertig verwendet werden, wird in

den nachstehenden tabellarischen Übersichten eine Benennung quantitativer und qualitativer Eigenschaftsmerkmale für die Marktanalyse dargestellt. Diese Eigenschaftsmerkmale definieren gleichzeitig auch jene Systemgrenzen, die als Voraussetzung für die Würdigung als „innovative Bauform mit Lösungskompetenz für den Klimaschutz“ herangezogen werden.

Die nachstehenden Ziele werden deshalb für alle drei dargestellten Bauweisen exemplarisch eingeschätzt, im Kern werden folgende Zielebenen beachtet:

- **Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz:** Effiziente Gebäudehülle, Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern, Gebäude als Energiespeicher, Gebäude als Kraftwerk, geringe Graue Energie und Treibhauspotenzial, Naturschutz und Biodiversität
- **Circular Economy und Wirtschaft:** Inlandswertschöpfung, Arbeitsplätze und Beschäftigung, Multiplikatorenwirkung und Beschäftigungspotenziale, Exportpotenziale, Circular Economy und Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien, Scale-Up-Fähigkeit und Ressourcenverfügbarkeit
- **Soziale Wertigkeit und Akzeptanz:** Behaglichkeit im Winter / im Sommer, gute Innenraumluftqualität, guter Schallschutz, Leistbarkeit und Kosten, Flexibilität im Lebenszyklus

Für alle genannten Teilaspekte werden Ziele formuliert, deren Erfüllbarkeit bei allen drei Bauweisen in weiterer Folge eingeschätzt wird. Methodisch folgt auf die wissenschaftliche Erstausarbeitung ein Austausch mit Branchenvertreter*innen und externen Stakeholdern, bei dem den externen Fachleuten die Möglichkeit zur Ergänzung und Korrektur der Ersteinschätzungen gegeben wird. Eine erste Marktsondierung bei Unternehmen soll die ausgearbeiteten Zielebenen in Form von bereits realisierten Gebäuden (bzw. am Markt etablierten Technologien) berücksichtigen und dadurch einen Abgleich zwischen ideellen Baukonzepten mit der realisierten Baupraxis ermöglichen. Mit anderen Worten: Nicht der reine Holzbauabsatz in Österreich oder die realisierte Betonmasse oder die Anzahl verkaufter Ziegel ist als Maßstab für „nachhaltige Marktentwicklung“ heranzuziehen, sondern jeweils die Entsprechung der Bauweisen mit (nachhaltigen) Zielebenen. Nicht jeder Holzbau oder Ziegelbau ist energieeffizient errichtet, nicht jede Bauteilaktivierung mit erneuerbaren Energieträgern betrieben.

Tabelle 1: Wichtige Aspekte bei Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz

Aspekt / Thema	Ziel	Begründung
Effiziente Gebäudehülle	Geringe Wärmeverluste, ausgedrückt durch U-Wert opake Bauteile $\leq 0,15$ bis max. $0,2 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ Fenster (gesamt) $\leq 0,8 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	Eine effiziente, gut wärmegeämmte Gebäudehülle ist die wichtigste Maßnahme für niedrigen Energiebedarf im Sommer und im Winter.
Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern	Bauweise begünstigt die Energiebereitstellung mit hocheffizienten Energiesystemen auf erneuerbarer Basis.	Die Klimaneutralität bis 2040 verzichtet auf fossile Energieträger im Gebäudeenergiebedarf.
Gebäude als Energiespeicher	Die Bauweise ermöglicht die Nutzung der Gebäudemasse als Energiespeicher.	Durch die Nutzung von Gebäuden als Energiespeicher wird ein wichtiger Beitrag zur Lastverteilung im Energiesystem geleistet.
Gebäude als Kraftwerk	Die Bauweise ist für die Aufnahme von erneuerbaren Energiesystemen am Gebäude und im direkten Gebäudeumfeld geeignet.	Energiegewinnung direkt am Gebäude und im direkten Gebäudeumfeld ist eine zentrale Lösungsstrategie für die Transformation des Energiesystems.
Geringe Graue Energie und Treibhausgaspotenzial	Reduktion des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen bei den verwendeten Baustoffen	Je effizienter Gebäude selbst werden, desto bedeutsamer werden die für die Baustoffe (im Lebenszyklus) notwendige graue Energie und die Treibhausgasemissionen.
Naturschutz, Biodiversität	Erhaltung und ggf. Verbesserung der Artenvielfalt, Vermeidung irreversibler Beeinträchtigungen von Natur und Umwelt	Gleichwertig mit den Zielsetzungen Energieeffizienz und Treibhausgasneutralität ist die Erhaltung und ggf. Verbesserung der biologischen Vielfalt als wichtigster Aspekt des Natur- und Artenschutzes von höchster Relevanz für eine Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 2: Wichtige Aspekte bei Wirtschaft und Kreislauffähigkeit

Aspekt / Thema	Ziel	Begründung
Inlands-Wertschöpfung	Die Bauweise sorgt in der Wertschöpfungskette für hohe Inlandserträge und kann die dafür benötigten Rohstoffe weitgehend regional beziehen.	Im Sinne nachhaltiger Wirtschaftsformen ist so viel Wertschöpfung wie möglich im Land zu halten. Das betrifft auch die Verfügbarkeit von Rohstoffen.
Arbeitsplätze und Beschäftigte aktuell	Die Bauweise sorgt für Arbeitsplätze und Beschäftigung.	Die vorhandenen Unternehmens- und Beschäftigungsstrukturen geben Auskunft über die Verankerung in Österreich.
Multiplikatorenwirkung und Beschäftigungspotenziale	Die Bauweise ist in der Lage, im Bereich „Green Jobs“ Multiplikatorwirkung mit der Erschließung neuer Beschäftigungspotenziale zu erzielen.	Das künftige Job-Potenzial als Teil einer auf Nachhaltigkeit bedachten Wirtschaftsleistung ist ein entscheidender Zukunftsfaktor.
Exportpotenziale	Das in Österreich verortbare Knowhow und die damit zusammenhängenden Produkte werden auch im Ausland nachgefragt.	Wenn österreichische Bauleistungen auch im Ausland nachgefragt werden, stärkt das die nationale Wirtschaftskraft.
Circular Economy, Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien	Die Bauweise und die dabei verwendeten Produkte und Technologien können kaskadisch genutzt werden, sind zu einem hohen Anteil wiederverwendbar und wiederverwertbar.	Kreislauffähigkeit im Lebenszyklus ist eine zentrale Zielperspektive für nachhaltige Entwicklung, insbesondere bei einer gesamthaften Dekarbonisierung.
Scale-Up-Fähigkeit und Ressourcenverfügbarkeit	Die Bauweise ist in der Lage, hohe Verbreitung unter Wahrung regionaler Ressourcenkreisläufe zu erreichen.	Nur wenn überwiegend regional verfügbare Rohstofflager genutzt werden können, ist mittel- bis langfristig eine starke Ausbreitung möglich.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 3: Wichtige Aspekte bei sozialer Wertigkeit

Aspekt / Thema	Ziel	Begründung
Behaglichkeit im Winter	Die Bauweise ermöglicht effiziente Wärmesysteme im Niedertemperaturbereich und sorgt dabei für hohen Komfort im Winter.	Niedertemperatursysteme erweisen sich in weiten Bereichen als höchsteffizient und erreichen dabei guten Winterkomfort.
Behaglichkeit im Sommer	Die Bauweise begünstigt auch bei steigenden Temperaturen hohen Sommerkomfort ohne konservative Kühlung.	Trotz steigender Temperaturen und längerer Hitzeperioden gilt es, aktive Kühlmaßnahmen im Gebäude so weit wie möglich zu vermeiden.
Gute Innenraumluftqualität	Die Bauweise unterstützt hochwertige Qualität der Innenraumluft.	Mit höheren Anforderungen an die Dichtheit zur Reduktion von Wärmeverlusten rückt die Innenraumluftqualität zur Vermeidung von gesundheitlichen und bautechnischen Schäden immer stärker ins Zentrum.
Guter Schallschutz	Die Bauweise sorgt für guten Schallschutz und damit große Akzeptanz auch in großvolumiger Nutzung.	Schallschutz und gute Akustik (im Innenraum) sorgt wie die Reduktion von Lärmbelastungen aus dem Außenraum für hohe Zufriedenheit bei den Nutzer*innen.
Leistbarkeit, Kosten	Die Bauweise kann zu wettbewerbsfähigen Kosten realisiert werden.	Nachhaltiges Bauen ist für alle Bevölkerungsschichten zu erschließen; aus diesem Grund ist Kosteneffizienz in der Investition und im Lebenszyklus besonders relevant.
Flexibilität im Lebenszyklus	Die Bauweise ist geeignet, auch mittel- und langfristige Nutzungsänderungen aufzunehmen.	Umbau, Umnutzung und damit Flexibilität erhöhen die Lebensdauer unter Wahrung von Kosteneffizienz deutlich. Je länger ein Gebäude genutzt werden kann, desto gesamthaft nachhaltiger ist das Gebäude einzustufen.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Wie die voran benannten Innovations- und Nachhaltigkeitsaspekte vermitteln, ist nicht davon auszugehen, dass aus aktueller Betrachtung eine Bauweise alle genannten Aspekte gleichwertig und im höchsten Ausmaß erfüllen kann. Aus diesem Grund werden

im Rahmen dieser ersten Marktsondierung auch jene Aspekte zu benennen sein, die gegenwärtig als problematisch einzustufen sind und für die deshalb noch Entwicklungsbedarf (etwa auch im Rahmen von FTI-Initiativen) gegeben ist. Die Aufarbeitung der wesentlichsten Eigenschaften, Einsatzbereiche und Zukunftspotenziale wird in Form vereinfachter SWOT-Analysen durchgeführt, die neben Stärken und Schwächen auch Chancen und Risiken der jeweiligen Bauweisen benennt.

Neben klassischer Recherche-Arbeit, der Auswertung und Zusammenführung bereits vorhandener Unterlagen kommt es bei allen Arbeitsschritten auch zur Einbeziehung relevanter Stakeholder aus der Wirtschaft. Ziel ist, als Endprodukt eine weitgehend konsolidierte erste Markterhebung durchzuführen, welche unter Benennung aller Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Bauweisen insbesondere das künftige Entwicklungspotenzial aufzeigen soll.

3.2 Einbeziehung von Stakeholdern

Ausgangspunkt für die Einbeziehung von Stakeholdern sind Berichtsentwürfe, welche zum Kommentieren und Weiterentwickeln an Branchenvertreter*innen, Fachverbände und auch einzelne besonders relevante Unternehmen weitergereicht werden.

Zum Projektstart war geplant, die Stakeholder-Einbeziehung umfassend in Form von Direktgesprächen, geführten Interviews (Einzelpersonen, Gruppen) und auch Arbeits-Workshops durchzuführen. Auch hier haben wie in vielen anderen Bereichen die Folgen der Pandemie die Abwicklung dieser Kommunikationsformate extrem erschwert. Deshalb wurde auf Basis weniger direkter Austauschformate und Gespräche Berichtsentwürfe erstellt, welche ausgewählten Stakeholdern zur Kommentierung zur Verfügung gestellt wurden.

Die umfangreich geplante ergänzende Befragung hinsichtlich wirtschaftlicher Kenndaten direkt bei Unternehmen wurde in dieser Erstaufgabe der Marktsondierung im wesentlichen durch die Auswertung von Branchenberichten (welche dankenswerter Weise von den Fachverbänden der WKO zur Verfügung gestellt wurden) ersetzt. Österreichweite, unternehmensspezifische Direkterhebungen sollen erst in einer angedachten Weiterführung der Marktsondierung abgewickelt werden. Eine derartige Kompletterhebung der Marktbedeutung der untersuchten Bauweisen in Österreich stellt auch eine methodische Herausforderung dar, welche im Rahmen der gegenwärtigen Ersterstellung nicht abwickelbar war.

Sehr wohl wurde aber ein methodischer Ansatz für die Durchführung derartiger Erhebungsarbeiten entwickelt, welcher in weiterer Folge in die Praxis umgesetzt werden kann.

Ursprünglich wurde ein gemeinsamer „großer“ Abschluss-Workshop als Präsenzveranstaltung geplant, im Rahmen dessen insbesondere auch Handlungsoptionen für eine bestmögliche Implementierung der innovativen Bauformen in Österreichs Baugeschehen erörtert werden sollte. Auch dieser war aufgrund der Folgen der Pandemie nicht abwickelbar. Auf Basis der durchgeführten Erhebungs- und Analysearbeiten wurde als besonders relevant erachtete Eckpunkte einer künftigen FTI-Strategie im „Final Draft“ des Endberichts nochmals an ausgewählte Stakeholder zur Kommentierung verschickt und der Rücklauf dieser Kommentierung soweit sinnvoll in den Endbericht eingearbeitet. COVID-19-bedingt ist es zu einer Verzögerung der Projektabwicklung um 7 Monate gekommen (Fertigstellung Juni 2022 anstelle November 2021).

Abbildung 1 Projektablaufplan mit Stakeholdereinbindung



Quelle: Eigene Darstellung, pulswerk GmbH

4 Holzbau und Klimaschutz

Holzbau ist in aller Munde und hat in den letzten Jahren zusehend an Marktanteilen gewonnen. Mit Blick auf die Herausforderungen des Klimaschutzes verspricht Holz als Baustoff weitestgehende Treibhausgasneutralität in der Produktion bis hin zur aktivierbaren Treibhausgasenkennung für langlebige Konstruktionen. Ein wesentlicher Vorteil der Bauweise liegt auch im immer wichtiger werdenden hohen Vorfertigungsgrad von Konstruktionselementen und Bauteilen.

Holz ist einer der ältesten Werkstoffe, der von uns Menschen genutzt wird. In Österreich gibt es über 65 verschiedene Baumarten. Besonders die Wahl des Baumes, der zu Baumaterial verarbeitet wird, ist entscheidend. 80 Prozent der Bäume in Österreich sind Nadelbäume wie Fichte, Tanne, Lärche und Kiefer. Rund 20 Prozent machen Laubbäume wie Buche, Eiche, Esche und Ahorn aus. Die Fichte ist ein in Österreich besonders häufig genutztes Bau- und Konstruktionsholz, sie ist mit einem Anteil von 59 Prozent die am häufigsten verwendete Holzart im österreichischen Bausektor [proHolz Austria 2020]. Grundsätzlich gilt: Als Bau- und Konstruktionsholz werden in erster Linie „weichere“ Nadelhölzer eingesetzt, vergleichsweise „härtere“ Laubhölzer kommen vorrangig im Innenausbau und Möbelbau zum Einsatz.

Verarbeitet kann Holz bis zu einem gewissen Grad wärmedämmende und wärmespeichernde Eigenschaften haben. In der Leichtbauweise kann qualitativ hochwertiges Bauholz materialminimiert angewandt werden, in der Massivbauweise werden vor allem massive Holzelemente wie Brettstapel-, Brettschichtholz- und Brettsperrholzelemente eingesetzt. Das Material besitzt eine hohe Zug- und Druckfestigkeit. Professionell verarbeitet und eingesetzt kann Holz eine sehr lange Lebensdauer haben. Wenn Holz als Baustoff verwendet wird, erfordert dies in der Regel einen erhöhten Aufwand im Brandschutz, Schallschutz und in der Schädlingsbekämpfung.

Gängige Baussysteme in Österreich sind der Holzrahmen-, der Holzskelett-, der Holzständer- und der Holztafelbau sowie die Massivbauweise in Holz. Der Trend geht dabei verstärkt in Richtung vorgefertigter Bauweisen. Dadurch werden Kosten auf der

Baustelle vermieden und die Bauzeit verkürzt. Durch Entwicklungsleistungen im Bereich moderne Fügungstechnologien wird verbesserte Zerlegbarkeit und Wiederverwendbarkeit im Sinne der Kreislaufwirtschaft angestrebt [Pfoh et al. 2015].

4.1 Holz als Baumaterial im Lebenszyklus fast treibhausgasneutral

Holz gehört zu den wichtigsten nachwachsenden Rohstoffen und bindet während der Wachstumsphase Kohlenstoff. Beim Pflanzenwachstum wird im Zuge der Photosynthese Kohlenstoffdioxid in Sauerstoff und Kohlenstoff umgewandelt: Der Sauerstoff wird an die Atmosphäre zurückgegeben, der Kohlenstoff im Holz gespeichert. Holz hat deshalb als Baustoff das Potential, im Lebenszyklus weitgehend treibhausneutral im Ökosystem zu wirken. Das ist dann der Fall, wenn der im Holz gebundene Kohlenstoff nicht durch Treibhausgasemissionen im Zuge der Holzgewinnung, des Transports und der Verteilungslogistik, der Trocknung und Verarbeitung überkompensiert wird. Wie viel CO₂ von einem Baum während seiner Lebensdauer in Kohlenstoff und Sauerstoff umgewandelt werden kann, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Dazu zählen unmittelbar die jeweiligen Lebensraumbedingungen und vor allem aber auch die Bewirtschaftungsweise des Waldes. Grundsätzlich gilt: Je „härter“ (schwerer) die Holzart ist, desto mehr CO₂ kann im jeweiligen Baum in Form von Kohlenstoff gebunden werden, der Umrechnungsfaktor für eine Tonne im Holz gebundenen Kohlenstoff beträgt 3,67 (Tonnen CO₂), wobei bei der Holzmasse das Trockengewicht (nicht der „Baum“) zu berücksichtigen ist. Durchschnittlich kann pro Tonne Holz von einem Kohlenstoffanteil von rund 50 Prozent ausgegangen werden, also rund 1,835 Tonnen CO₂. Beispielhaft hat eine 35 Meter hohe Fichte mit einem Durchmesser von 50 cm („Brusthöhendurchmesser“ 130 cm vom Boden) im Lebensalter von etwa 100 Jahren insgesamt rund 2,4 Tonnen CO₂ in 700 kg Kohlenstoff umgewandelt.

Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass nur durch die Erhaltung und gegebenenfalls Vergrößerung der durch Wälder gebildeten Kohlenstoffsенке eine realistische Chance für Treibhausgasneutralität besteht. Mit anderen Worten: Je mehr Holz den Wäldern ohne Wiederaufforstung entnommen wird, desto kleiner wird die Senke. Und je mehr Holzentnahme für „minderwertige“ Nutzung (etwa: direkte Verbrennung nach der Holzernte) kurzfristig aufgewendet wird, desto schneller wird diese Senke schrumpfen. Der letztgenannte Aspekt ist für die Beurteilung der Nachhaltigkeit des Holzbaus von besonderer Bedeutung: Damit die Kohlenstoffsенке auch nach der Holzernte abzüglich der für den technischen Holzbau notwendigen Aufwendungen (wie bei allen anderen Baustoffen: Gewinnung, Produktion, Logistik,

Einbau, Unterhalt, Rückbau und Entsorgung) für die Nutzungsdauer des verwendeten Materials erhalten bleibt, ist die kaskadisch-stoffliche Nutzung von Holz einer rein energetischen Nutzung vorzuziehen.

Am Ende des Lebenszyklusses eines Holzproduktes emittiert dieses (in der Regel durch Verbrennung) jene Menge CO₂, die im Zuge des Wachstums in Kohlenstoff und Sauerstoff umgewandelt wurde: Pro Tonne gebundenen Kohlenstoff 3,67 Tonnen CO₂. Je länger ein Holzprodukt im Wirtschaftskreislauf erhalten bleibt, desto länger wird diese Re-Emission „nach hinten“ verzögert.

Die Wirkung dieser Zusammenhänge auf die Treibhausgasemissionen sind seit einigen Jahren Gegenstand umfassender Analysen. In Abhängigkeit von den darin getroffenen Annahmen zur Substitutionswirkung von Holzprodukten gegenüber anderen Baumaterialien finden sich in diesen Untersuchungen bezogen auf für die Gebäudewirtschaft relevante funktionale Einheiten derzeit noch stark streuende Ergebnisse. Europaweit geht man beispielsweise von der Kompensation von bis zu 46 Megatonnen CO₂-Äquivalenten bis 2030 durch den Einsatz von Holz im Bausektor [Hildebrandt et al 2017]. National wird demgegenüber das Potenzial durch die zuletzt vorgestellte Studie CareforParis mit bis zu 10 Megatonnen CO₂-Äquivalente (Waldsenke + Speicher Holzprodukte + Substitution anderer Produkte) für das Referenzjahr 2020 ausgewiesen, im Jahr 2030 beträgt das Potenzial je nach Szenario zwischen sieben und bis zu 13 Megatonnen [Weiss et al 2020]. Entscheidend für die Einschätzung der Substitutionswirkung sind die vergleichenden Systemannahmen zu vorherrschenden Bauweisen (etwa: Stahlbeton, Ziegel). Insbesondere dann, wenn in Form von Zukunftsszenarien auch berücksichtigt werden muss, dass sich die zu substituierten Bauweisen technisch verändern und letztlich auch vorherrschende fossile Energieträger (Gas, Erdöl etc.) sukzessive durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. CareforParis ist unabhängig davon als erste umfassende Szenarienuntersuchung des möglichen Klimaschutz-Beitrags des nationalen Wald-Holzprodukte-Clusters zu interpretieren und geht dabei auch auf die Unwägbarkeiten derartiger Szenarienbildungen ein und zeigt insbesondere auch erwartbare Klimawandelfolgen auf die österreichische Waldwirtschaft auf. Hier ist insbesondere auf die Herausforderungen eines erwartbaren Wechsels von den gegenwärtig vorherrschenden Nadelbaumarten (insbesondere Fichte) auf klimaresilientere Laubbaumarten für die Holzbauwirtschaft hinzuweisen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Holz als nachwachsender Rohstoff kann wesentlich dazu beitragen, dass die Treibhausgasbilanz des österreichischen Bausektors

gesamthaft positiv beeinflusst wird. Damit die erwartbaren Potenziale bestmöglich realisiert werden können, ist im Bereich der Holzbautechnologien insbesondere auf den absehbaren Artenwechsel (vom Nadel- zum Laubbaum) einzugehen. Unabhängig davon ist im Sinne einer gesamthaften Beurteilung des möglichen Beitrags der Holzbauwirtschaft (wie bei allen anderen Bauweisen auch) bei der Einschätzung möglicher Substitutionswirkungen verstärkt auch auf absehbare technologische Entwicklungen anderer Bauweisen einzugehen.

4.2 Wirtschaftsbezogene Aspekte und Rahmenbedingungen

Der Holzbau in Österreich ist für eine Wirtschaftsleistung von 0,4 Prozent der gewerblichen Wirtschaft verantwortlich und ist mit durchschnittlich 10.804 unselbständig Beschäftigten (2019) ein etablierter Teil des Baugewerbes. Mit Bezug zur Gesamtbeschäftigung im österreichischen Hochbau von 71.212 Personen (2019) leistet die Branche damit einen wichtigen Beitrag zur Sicherung von Arbeitsplätzen. Im Bereich der verarbeitenden Industrie (Sägewerke, holzverarbeitende Betriebe) machen im Jahr 2018 rund 26.500 unselbständig Beschäftigte in Summe 6,7 Prozent aller Industriebeschäftigten (ohne Bau) aus. Der Produktionswert im Industriesektor machte 2018 8,4 Mrd. Euro aus, was einem Anteil von 5 Prozent des gesamten Industriesektors (ohne Bau) entspricht. Den höchsten Anteil erwirtschaftete dabei die Gruppe der Egger Holzwerkstoffe GmbH (Anmerkung: Nettoumsatz 2,83 Milliarden Euro im Jahr 2020). Spezialisierte Firmen im Holzbau und wichtige Zulieferer in Österreich sind weiters beispielsweise die Unternehmen Thon, Vollhaus, Doka, Umdasch, FunderMax, Mach-Holzbau, Meiberger, Hofer, Wöss, LH Holzbau, Kaufmann Holzbau, KLH Massivholz GmbH, Thoma, Wiehag-Timber Construction, Buchner, Rubner, Weissenseer, Hasslacher Norica Timber, Mayr-Melnhof Holz, Binderholz sowie das finnische Unternehmen stora enso mit seinen österreichischen Niederlassungen.

Mit Blick auf die Neubauleistung Österreichs seit 2010 erreicht der Holzbau einen Marktanteil von 22 Prozent aller neu errichteten Gebäude, hinsichtlich des Anteils an der realisierten Nettogrundfläche jedoch nur knapp über 10 Prozent. Die aus einer Auswertung des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) der Statistik Austria gewonnenen Daten weisen eindeutig darauf hin, dass der Holzbau sich insbesondere im Wohnbau etablieren konnte und gleichzeitig dabei insbesondere im Bereich der Ein-/Zweifamilienhäuser sowie kleinvolumiger Wohnbauten präsent ist. In Mehrgeschoßbauten (ab 11 Wohneinheiten) konnte der Holzbau im letzten Jahrzehnt nur geringe Marktanteile realisieren. Ein noch deutlicheres Bild ergibt sich bei

Nichtwohnbauten: Gesamthaft errichtete man 19 Prozent aller Gebäude mit einem Flächenanteil von nur fünf Prozent an der gesamt neu errichteten Nettogrundfläche.

In Zentraleuropa ist Österreich im Holzbau im Wohnbau mit einem Anteil von über 20 Prozent vor Deutschland und Schweiz mit 15 Prozent [Holzbau Schweiz 2021] und Frankreich mit 12 Prozent führend. In den skandinavischen Ländern Schweden, Finnland und Norwegen ist der Holzbau allerdings weitaus verbreiteter. Mit einem Holzbauanteil von 80 bis 90 Prozent bei Einfamilienhäusern führen diese drei Länder die Sparte an [Kitek Kuzman 2021]. Auch bei Gebäuden mit mehr als drei Stockwerken hat der Holzbau in Schweden und Finnland einen Marktanteil von 15 Prozent. Einen ähnlichen Holzbauanteil wie Österreich hat weiters Großbritannien mit 25 Prozent (2017).

Im Jahr 2018 wurden ca. 35 Prozent Rohholz inkl. Brennholz, 21 Prozent Schnittholz, 13 Prozent Furniere, Sperrholz, Leisten, Stäbe, Friesen und 17 Prozent an Holz in verarbeiteter Form importiert. Österreich importiert nicht nur, 2018 lag der Export von Schnittholz bei 31 Prozent, Span- und Faserplatten bei 21 Prozent und Holz in verarbeiteter Form bei 30 Prozent [Statistik Austria 2018]. Im Jahr 2018 lag Österreich beim Import von Industrierundholz weltweit mit 9 Prozent nach China (43 Prozent) an zweiter Stelle. Mit einem Wachstum des gesamten Industrierundholzbedarfs von 11,3 Prozent befindet sich Österreich hier im Spitzenfeld. Der Großteil der Importe stammt aus Tschechien und Deutschland. Rund zwei Drittel des weltweiten Bedarfs an Brettspertholz stammen aus Österreich. Auch bei der Brettschichtholzproduktion liegt Österreich im weltweiten Spitzenfeld.

Insgesamt erweist sich die Holzindustrie als stark exportorientierter Wirtschaftszweig: Der aktuelle Branchenreport des Fachverbands Holzindustrie benennt für das Geschäftsjahr 2020 einen Produktionswert von knapp über 8 Milliarden Euro und damit „nur“ knapp 5 Prozent weniger im ersten von der Pandemie geprägten Geschäftsjahr als das Rekordjahr 2018 (8,4 Mrd. Euro). Knapp 28.000 unselbständig Beschäftigte erwirtschafteten dabei einen Handelsbilanzüberschuss von fast einer Milliarde Euro, Exporten von 5,64 Mrd. Euro stehen Importen von 4,66 Mrd. Euro gegenüber. Die Produktion für den Bausektor (Fenster, Türen und damit zusammenhängende Produkte; Holzböden, Parkett; Profilholz und Holzbretter; vorgefertigte Holzbauten; Leimholz, Brettspertholz, Brettschichtholz, Platten und dergleichen) erreichten 2020 einen „nicht geheimen“ Produktionswert von 2,8 Mrd. Euro mit einem Exportüberschuss von rund 700 Millionen Euro.

In Österreich wird durch den vom BMLRT verantworteten „Waldfonds“, beschlossen im Juli 2020, mit einem Förderbudget von 350 Millionen Euro die heimische Forst- und Holzwirtschaft gestärkt. Teil dieser Initiative ist die „Holzbauoffensive“ mit mehr als 60 Millionen Euro, deren Ziel es ist die Verwendung von Holz als Baustoff sowie Investments in Forschung im Bereich Holzbau zu steigern. Die Initiative will mit Abwicklungspartnern wie der FFG (Österreich Forschungsförderungsgesellschaft) und KPC (Kommunalkredit Public Consulting) die Wissensgrundlage für die Holzbauindustrie stärken und verbessern. Weiterführend sollen bewusstseinsbildende und politische Maßnahmen gesetzt werden, um die Holzbauwirtschaft bei einer nachhaltigen Entfaltung zu unterstützen.

Europaweit werden in den letzten Jahren vermehrt politische Maßnahmen gesetzt, um dem Holzbau Eintritt und Ausbreitung im Markt zu erleichtern. Hauptziele dieser Maßnahmen sind [FAO 2020]:

- Die nachhaltige Entwicklung in der Forst- und Holzproduktwirtschaft antreiben.
- Anreize im öffentlichen und privaten Sektor für die Verwendung von Holz, besonders im Bauwesen, schaffen.
- Die Verbreitung von Informationen und Förderung von Bildung im öffentlichen Sektor zum Themengebiet Holz im Bauwesen.
- Die Verwendung von Holz in Beispielprojekten durch den öffentlichen Sektor unterstützen und vorantreiben.

International betrachtet gibt es in Österreich einige restriktive Richtlinien und Bestimmungen, die den Holzbau vor allem im mehrgeschossigen Wohnbau einschränken. Kritisiert werden von Branchenvertretern oftmals die Brandschutzbestimmungen. Trotz bereits erfolgter Lockerungen bedeuten die momentanen Verordnungen eine Barriere für den Holzbau im urbanen Gebiet. Gewünscht wird deshalb die Schaffung neuer Regelungen, die die Sicherheit der Bewohner*innen nach wie vor garantieren und dennoch neue Wege im Holzbau ebnen.

4.3 Kreislauffähigkeit

Holzbaubetriebe beschäftigen sich in der Praxis wie praktisch alle Bauunternehmen nicht direkt mit dem Thema Rückbau, da es in dieser Hinsicht gegenwärtig noch wenige Anreize gibt und der Baustoff Holz am Ende des Lebenszyklus in erster Linie thermisch verwertet wird. Derzeit ist die energetische Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

für die Entsorgung von Althölzern die günstigste Lösung. Im Massivholzbau fällt durch den erhöhten Holzmaterialieinsatz auch nach der Nutzungsphase, also in der Wiederverwendungsphase mehr Material an als im Leichtbau oder im Mischbau. Da Holz gut wiederverwendet werden kann, ist dies ein Vorteil der massiven Bauweise und sollte bereits in der Planungsphase mit bedacht werden. Massivholzelemente könnten demontiert und wieder zu ähnlichen oder neuen Bauteilen zusammengesetzt werden und so nicht nur als geschredderte Recycling-Sekundärmaterialien wie bei Beton oder Ziegel, sondern als Re-Use Materialien mit geringerem Energieaufwand durch den wegfallenden Recyclingprozess wieder in ein neues Haus eingebaut werden. Entscheidend für die Wiederverwendbarkeit ist dabei die Verbindungstechnik, die Entwicklung leicht lösbarer Knotenpunkte.

Schadstoffe entlang der Lieferkette entstehen vorwiegend aus Transportemissionen und technischer Holz Trocknung, bei CLT-Hölzern (Cross laminated timber) und BSP-Holz (Brett-Sperholz) verstärkt auch die Verwendung von im Lebenszyklus betrachtet unbedenklichen Klebstoffen. Holzstaubemissionen entstehen vor allem bei der Verarbeitung am Bau. Die Schadstoffbelastung von unbehandeltem Holz ist in eingebautem Zustand sehr gering, bei verarbeitetem Holz ist dies jedoch immer produktspezifisch abzuwägen. Holz kann, wenn es unbehandelt ist, bedenkenlos recycelt und auch wiederverwendet werden. Auf österreichischen Re-Use Plattformen wie Baukarussell, materialnomaden, Harvest Map Austria, restado (aus Deutschland), MOVECO Projekt (International, EU-Projekt) findet man unter anderem auch Baumaterialien aus Holz. Jedoch wird Holz in Österreich nur in kleinem Maße wiederverwendet. Ein prominentes Beispiel sind die von der Caritas betriebenen Gebäude Magdas Hotel und Magdas Großküche, in welchen einige Zwischenwände aus alten Tür- und Wandelementen aus Holz vom social urban mining Unternehmen Baukarussell bestückt wurden [Bauer 2019].

In Tirol und Südtirol gibt es eine große Nachfrage nach gebrauchtem, verwittertem Holz von alten Höfen, Scheunen und Fassaden. Durch die Nachfrage sind diverse Altholzbauteilbörsen entstanden. Altholz wird hier sowohl in großen Mengen im Neubau eingesetzt als auch in geringen Mengen als Designelement wiederverwendet. Durch die starke Nachfrage ist es allerdings auch schon vorgekommen, dass alte Holzgebäude abgerissen werden, um die Nachfrage zu stillen. Ein Projekt, das zwar kein Altholz wiederverwendet, aber für die Zukunft vorgesorgt hat ist das vivihouse, ein Forschungsprojekt der TU Wien. Es ist ein Musterbeispiel für ein rückbaubares und modulares Gebäude und kann an unterschiedliche Grundstücke, Nutzungen, Geschosshöhen und Geschmäcker angepasst und wieder demontiert, transportiert und

an anderer Stelle zusammengesetzt werden. So können Schnittstellen für die Kreislaufwirtschaft entstehen, da die Wiederverwendung bereits in der Planung durchdacht wurde [Fürst et al, 2021].

4.4 Verfügbarkeit in Österreich

Jedes Jahr wächst mehr Holz nach als aus den Wäldern entnommen wird. Jährlich wächst der Waldanteil durchschnittlich um 3.400 Hektar, die Gesamtwaldfläche beträgt über 4 Millionen Hektar Wald. Circa 48 Prozent des österreichischen Staatsgebietes sind mit Wald bedeckt. In den Bundesländern Steiermark und Kärnten sind mehr als 60 Prozent der Landesfläche bewaldet. Dies geht aus der letzten Waldinventur von 2016-2018 hervor. Wien weist mit 23 Prozent der Landesfläche den geringsten Wert auf. Nach Aussagen der österreichischen Holzwirtschaft wächst in Österreich circa 4,2 Millionen Kubikmeter mehr Holz nach als gegenwärtig genutzt werden kann; derzeit werden jährlich 88 von 100 Prozent des nachwachsenden österreichischen Holzes genutzt. Das theoretische Wachstumspotenzial der österreichischen Holzbauindustrie entspricht somit 12 Prozent an zusätzlicher Holznutzung [Bergauer et al 2019].

Überwiegend auf den Klimawandel zurückzuführende Extremwetterereignisse wie Hitze, Stürme und Trockenheit und der sich ausbreitende Borkenkäferbefall führten zu großen Schadholzmengen. So gab es die letzten Jahre einen stetigen Anstieg von Schadholz. 2017 waren es noch ca. 6,5 Millionen Erntefestmeter, 2019 schon ca. 11,7 Millionen Erntefestmeter an Schadholz (also beinahe die Hälfte der Gesamternte) [BMLRT 2020] und 2020 von 8,91 Mio. Efm, (53,1% des Gesamteinschlags). Ein Festmeter (fm) entspricht einem Kubikmeter Rundholzmasse. Sägerundholz wird in Sägewerken zu Vollholz oder Schnittholz weiterverarbeitet. Industrierundholz wird mechanisch zerkleinert oder chemisch aufgeschlossen. 2020 wurden in österreichischen Wäldern insgesamt 16,8 Millionen Erntefestmeter (Efm, ohne Rinde) geerntet, dabei 11,5 Millionen Efm für die stoffliche Nutzung und 5,3 Mio. für die energetische Nutzung. In die stoffliche Nutzung gingen insgesamt 8,5 Mio Efm an Sägerundholz und 3,0 Mio Efm an Industrierundholz [BMLRT 2020].

Österreich hat hinsichtlich der Import-Export-Bilanz von für die überwiegend für die stoffliche Verwertung verwendetem Rundholz einen deutlichen Import-Überschuss, welcher schon aufgrund des hohen Bedarfs für die stoffliche Produktion erklärbar ist. Im Langzeitvergleich schwankt die Importmenge zwischen sieben und neun Millionen Festmetern Rundholz, der Export liegt gleichzeitig bei etwa einem Zehntel dieser Menge.

Über 90 Prozent des importierten Holzes kommt aus den Nachbarländern Tschechien, Deutschland, Slowenien und Ungarn. Demgegenüber werden rund 6 Millionen Festmeter Schnittholz ins Ausland exportiert (Hauptabnehmerland Italien, gefolgt von Deutschland) und knapp 2 Millionen importiert. Der gegenwärtig vorhandenen Außenabhängigkeit im Rohstoffbereich ist auch hinsichtlich der erwartbaren Folgen des Klimawandels mit einer einhergehenden Artenverlagerung (vom Nadelholz zum Laubholz) besondere Bedeutung zu geben.

4.5 Strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte

Die nachstehenden Übersichtstabellen geben die strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte wieder, wie sie als Zielebenen in Kapitel 3.1 Inhaltliche Vorgehensweise definiert und erläutert wurden.

Tabelle 4: Holzbau und Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz

Aspekt / Thema	Ziel und Zielerfüllung
Effiziente Gebäudehülle	Geringe Wärmeverluste, UWert opake Bauteile $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$, Fenster (gesamt) $\leq 0,8 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$. Das Ziel ist gut erreichbar, muss aber konsequent bei der Gebäudeplanung verfolgt werden. In Frage kommt dabei eine Vielzahl von Dämmstoffen.
Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern	Energiebereitstellung mit hocheffizienten Energiesystemen auf erneuerbarer Basis. Das Ziel ist gut erreichbar, Bauteilaktivierung als besonders vorteilhafte Energieversorgungsstrategie ist bis dato aber wenig etabliert und nur in Hybridbauweise realisierbar (oder über Deckensegel, Fußbodenheizung).
Gebäude als Energiespeicher	Gebäudemasse als Energiespeicher. Das Ziel ist aufgrund der fehlenden Massen nur sehr eingeschränkt realisierbar.
Gebäude als Kraftwerk	Aufnahme von erneuerbaren Energiesystemen am Gebäude / im direkten Gebäudeumfeld. Das Ziel ist gut erreichbar, bei Dach-PV ist deren Traglast zu berücksichtigen.
Geringe Graue Energie und Treibhausgaspotenzial	Reduktion Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen bei den Baustoffen. Das Ziel ist aufgrund der weitgehenden CO2-

Aspekt / Thema	Ziel und Zielerfüllung
	Neutralität von Holz als Baustoff sehr gut umgesetzt.
Naturschutz und Biodiversität	Die Nutzung des Waldes als Holzquelle ist immer mit einer ökologischen Zielfunktion abzustimmen. Die Nutzung von heimischen Baumbeständen ist von Vorteil, so kann die Transparenz der Produktkette besser erhalten bleiben. Große Waldrodungen reduzieren die Wasserretention und dezimieren die Artenvielfalt drastisch.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 5: Holzbau und Wirtschaft / Circular Economy

Aspekt / Thema	Ziel
Inlands-Wertschöpfung	Hohe Inlandserträge, die benötigten Rohstoffe sind weitgehend regional verfügbar. Das Ziel ist hinsichtlich der Wertschöpfung erreichbar, Österreich befindet sich in einer sehr starken Marktposition. Kritisch zu bewerten ist die Tatsache, dass das in Österreich verwendete / produzierte Bauholz zu relativ hohen Anteilen aus dem Ausland importiert wird.
Arbeitsplätze und Beschäftigte aktuell	Die Bauweise sorgt für Arbeitsplätze und Beschäftigung. Der Holzbau und seine Zulieferbetriebe gehören zu den nationalen Wachstumsbranchen.
Multiplikatorenwirkung und Beschäftigungspotenziale	„Green Jobs“ und Multiplikatorwirkung für neue Beschäftigungspotenziale: Bei Vertiefung der Kompetenzen sind Wachstumspotenziale erschließbar.
Exportpotenziale	Auslands-Nachfrage für österreichisches Knowhow und Produkte: Österreichische Produkte werden weltweit nachgefragt.
Circular Economy, Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien	Kaskadische Nutzung, hohe Wiederverwendbarkeit und Verwertbarkeit: In der Regel erfolgt derzeit die thermische Verwertung, kaskadische Nutzung und Wiederverwendbarkeit haben jedoch hohes Potenzial.
Scale-Up-Fähigkeit und Ressourcenverfügbarkeit	Die Ausgangsposition ist unklar: Grundsätzlich nachwachsender Rohstoff, inwieweit eine verstärkte Ressourcennutzung im Einklang mit Nachhaltigkeitszielen ist, muss geprüft werden. Gegenwärtig auch hohe Schadholzanteile (Borkenkäfer, Klimaerwärmung) im Bereich der Nadelhölzer (Fichte), künftige Waldentwicklung sieht sukzessive Artenwechsel zu Laubhölzern / Mischwäldern vor.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 6: Holzbau und Soziale Wertigkeit

Aspekt / Thema	Ziel
Behaglichkeit im Winter	Niedertemperatur-Wärmesysteme, hoher Winterkomfort: Das Ziel ist bei entsprechend gedämmten Holzbauten mit Flächenheizsystemen gut erreichbar.
Behaglichkeit im Sommer	Hoher Sommerkomfort auch bei steigenden Temperaturen ohne konservative Kühlung: Aufgrund fehlender Speichermassen ohne Zusatzmaßnahmen nur eingeschränkt realisierbar. Besonders wichtig: Außenliegender Sonnenschutz, kleine Fensteröffnungen.
Gute Innenraumlufthqualität	Hochwertige Qualität der Innenraumluft: Das Ziel ist gut erreichbar, wenn durch Lüftungsstrategie und Produkt-/Chemikalienmanagement dafür Sorge getragen wird. Wichtig: Vorsorge gegen allfällige VOC-Belastung treffen.
Guter Schallschutz	Guter Schallschutz, Akustik: Gegenüber Massivbauten sind sowohl beim Außenschallschutz als auch beim Trittschall / Innenschallschutz zusätzliche Maßnahmen notwendig.
Leistbarkeit, Kosten	Wettbewerbsfähige Kosten: Gegenwärtig sind Holzbauten in der Erstinvestition teurer als Massivbauten.
Flexibilität im Lebenszyklus	Aufnahme mittel- und langfristiger Nutzungsänderungen: Das Ziel kann grundsätzlich gut realisiert werden, wenn im Innenausbau Leichtsysteme mit geeigneter Anordnung der technischen Ausstattung beachtet wurde.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

SWOT-Analyse Holzbau

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Nachwachsender Rohstoff • Wald als CO₂ Senke • Nationale und EU-weite Investitionen in Ausbau und Innovation • Hohe Qualifikation der Beschäftigten • Exportstärke auf Bauproduktebene 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von Rohstoffimporten • Brandschutzverordnungen, rechtliche Restriktionen • Arbeitskräftemangel besonders relevant • Scale-Up-Fähigkeit des Teilssektors
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau heimischer nachhaltiger Forstwirtschaft • Hohes Re-Use Potenzial • Mehrstöckiger Holzhausbau 	<ul style="list-style-type: none"> • Notwendiger Artenwandel: Laubbäume statt Nadelbäumen absehbar, Holzindustrie darauf vorbereitet? • Schadholzmengen • Klimawandelfolgen

4.6 Beispielhafte Realisierungen

Abbildung 2: Holz-Passivhaus am Mühlweg, 1210 Wien



Quelle: Copyright Bruno Klomfar für Haus der Zukunft. Creative Commons Lizenz zur nicht-kommerziellen Nutzung (CC BY-NC)

Der mehrgeschossige Wohnbau für etwa 200 Bewohner*innen in 70 Wohneinheiten wurde im Rahmen des FTI-Programms „Haus der Zukunft“ des BMVIT in Holzmassivbauweise errichtet und erfüllt Passivhausstandard. Für das Grundgerüst der Gebäude wurde vorgefertigtes Kreuzlagenholz (Cross Laminated Timber) aus Fichtenbrettern verwendet und diffusionsoffen, in mehrschichtiger Bauweise aufgebaut. Bei der Wärme- und Schalldämmung wurde weitestgehend auch auf Kreuzlagenmassivholzplatten gesetzt. Seinen sozialen Auftrag erfüllt das Bauprojekt durch die Vermietung der Wohnungen im Rahmen eines sozialen Wohnbaus.

- Holzmassivbau Wien, Geförderter Wohnbau, Wohnnutzfläche 6.750m²
- Heizwärmebedarf (HWB): 13,1 kWh/m²a (PHPP)
- Primärenergiebedarf (PEB): 103,2 kWh/m²a
- U-Wert Außenwand: 0,145 W/ m²K

Abbildung 3: Betriebsgebäude Denkwerkstätte, Dorf 135a, 6952 Hittisau



Quelle: Copyright Kurt Hörbst für BMK / Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit

Aus einem alten Kuhstall wurde das Betriebsgebäude der Denkwerkstätte. Bis auf die Primärkonstruktion wurde alles abgetragen und das Holzgerüst wurde mit Holz und Lehm neu verkleidet. Als Schauraum und Experimentierlabor für die hauseigenen Produkte der Leuchtenmanufaktur sowie als Büro wird das Gebäude genutzt. Ein verglastes Stiegenhaus an der Südfassade dient als Wärmepuffer. Das umfassende Energiekonzept enthält eine Wärmepumpe, Solarthermie, eine PV-Anlage, sowie einen Eisspeicher der in der früheren Jauchegrube installiert wurde und mit Brunnenwasser versorgt wird.

- Sanierung und Erweiterung eines Kuhstalls zum Bürogebäude, Vorarlberg
- Kond. Bruttogeschoßfläche: 339m²
- Heizsystem Raumheizung: Solarthermie, Wärmepumpe
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): 24,4 kWh/m²BGFa
- Primärenergiebedarf (PEB): 118,70 kWh/m²BGFa
- CO₂ Emissionen: 17,2 kgCO₂/m²BGFa

Abbildung 4: Eigenheim in Schwaz



Quelle: Copyright Alexander Madreiter

Das zweigeschoßige Einfamilienhaus wurde 2021 in Holz-Bauweise fertiggestellt. Die Außenwände wurden aus Massivholz gebaut und mit Zellulose gedämmt. Die nicht tragenden Innenwände wurden in Riegelbauweise konstruiert. Ebenfalls mit Zellulose gedämmt wurde die Hohlkasten-Konstruktion des Daches. Der Heizwärmebedarf des Gebäudes wird durch eine Wärmepumpe mit Tiefenbohrung und ein Warmwassermodul gedeckt. Die erzeugte Wärme wird durch eine Fußbodenheizung gleichmäßig im Gebäude abgegeben. Eine Kontrollierte Wohnraumlüftung sorgt für die notwendige Raumluftqualität.

- Einfamilienhaus in Tirol, Holzbauweise
- Fertiggestellt: 2021
- kond. Bruttogeschoßfläche: 214,59 m²
- Nutzfläche: 144,96 m²
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): 22,8 kWh/m²BGFa
- Primärenergiebedarf (PEB): 54,8 kWh/m²BGFa
- CO₂ Emissionen: 7,9 kgCO₂/m²BGFa

5 Bauteilaktivierung und Klimaschutz

Die österreichische Betonbauindustrie leistet als umsatzstärkste Sparte im Baubereich einen wesentlichen Beitrag für die heimische Wirtschaft. Eine immer stärker zur Anwendung gelangende Innovation ist die Bauteilaktivierung (TBA), welche wesentlich die ganzjährige thermische Konditionierung von Gebäuden mit erneuerbarer Energie vorantreiben kann. Das „Gebäude als Energiespeicher“ schreitet zügig voran, dazu kamen zuletzt Innovationsprojekte in Richtung treibhausgasneutraler Produkte der Massivbauindustrie.

Ein Sprichwort besagt, dass „Beton die Kunst ist, Sand im Wasser schwimmen zu lassen“. Beton wird aus einem Gemisch von Zement bestehend aus gebranntem Kalkstein und Ton, zu zwei Dritteln aus Zuschlagstoffen wie Kies und Sand, Wasser je nach Bedarf und manchmal Betonzusatzstoffen oder auch Leichtzuschlägen wie Perlit, Polystyrol-Granulat oder Fasern hergestellt [Kolb 2021b]. Beton besitzt eine hohe Druckfestigkeit, deshalb wird er gerne als tragende Struktur und auch als Unterkonstruktion eingesetzt. Durch die Masse verfügt er über einen guten Schallschutz und wenn es um den Brandschutz geht, ist Beton oft die erste Wahl [Pfoh et al 2015].

5.1 Bauteilaktivierung sorgt ganzjährig für Behaglichkeit und macht Gebäude zum Energiespeicher

Die thermische Bauteilaktivierung macht sich die Eigenschaft von Beton zu Nutze, dass sehr viel Energie in Form von Wärme auf wenig Raum über lange Zeit gespeichert und Gebäude dadurch sowohl geheizt als auch gekühlt werden können. Die ganzjährige Temperierung ist in Zeiten des Klimawandels vor allem in heißen Perioden gefragt [Friembichler et al 2016]. Die Anwendung von TBA in der Sanierung liegt noch im Versuchsstadium, aber auch dies sollte in Zukunft möglich sein [Fechner, Becke 2020]. Voraussetzung für eine umfassend optimale Nutzung sind gut gedämmte Niedrigstenergiegebäude, die thermische Konditionierung sollte im Idealfall im Niedertemperaturbereich erfolgen.

Beton ist beliebig formbar und dadurch in vielen Bereichen ein beliebter Baustoff. Beton wird in tragender Funktion als Verbundbaustoff mit Stahl realisiert. Beton altert sehr langsam, Massivbauten aus Beton erreichen deshalb grundsätzlich eine lange technische Lebensdauer, die ähnlich wie beim Mauerwerksbau mit Ziegel deutlich über 100 Jahre gehen kann. Alterungsprozesse werden vor allem durch Einflüsse von Kohlendioxid, Salzen, Regenwasser und anderen Umwelteinflüssen vorangetrieben, der Beton verliert dann über die Jahre hinweg an Festigkeit. Wenn ein Gebäude aus Beton abgebrochen wird, kann das Material grundsätzlich sortenrein vom Bewehrungsstahl getrennt werden. Das Granulat wird vor allem im Straßenbau / Tiefbau als Hinterfüllungsmaterial wiederverwendet. Beton besitzt von sich aus bauphysikalisch schlechte Dämmeigenschaften, die derzeit am häufigsten bei Betonbauten eingesetzten Dämmstoffe sind extrudiertes Polystyrol (EPS) und Mineralwolle.

Der kontinuierlich steigende Energiebedarf, besonders im Wohnbereich, sowie das Ziel diesen durch lokale erneuerbare Energien zu decken, sind Problemstellungen, welche die Bauteilaktivierung aufgreift. Aufgrund erwartbarer Temperatursteigerungen durch den fortschreitenden Klimawandel und dem daraus resultierenden höheren Kühlbedarf im Sommer [Müller, Edtmayer 2016] ist der Bauteilaktivierung hohe Zukunftsfähigkeit zu attestieren. Des Weiteren bietet die TBA vielversprechende Antworten auf ein zentrales Problem der Energiewende: Versorgungs-Spitzen (und Tiefen) erneuerbarer Energieträger wie Wind und Sonne stellen eine große Herausforderung für das künftige Energiesystem dar. Durch die Speicherfähigkeit von Beton können Energieüberschüsse in Gebäuden auch über mehrere Tage gespeichert werden. Auch wenn insbesondere im urbanen Raum die Bauteilaktivierung deutlich im Vormarsch ist, steht sie gesamtösterreichisch noch in der Anfangsphase.

Jedes Jahr werden über 4 Millionen Quadratmeter Betondecken im Neubau hergestellt. Wenn nun in den nächsten 10 Jahren circa 10 Millionen Quadratmeter Betondecken thermisch aktiviert werden, könnte daraus gesamthaft eine Speicherkapazität entstehen, die wesentlich dazu beiträgt, dass Stromerzeugungsschwankungen bewältigbar sind. So kann eine Technologie genutzt werden, die vor allem aufkommensseitig volatile erneuerbare Energien wie Wind-, Solartechnologie und Wasserkraft nutzen kann und somit auch zu ausgeglicheneren Lastverläufen im Stromnetz beiträgt [Göttfried 2019].

Die aktivierten Deckenflächen reichen in gut gedämmten Gebäuden in der Regel aus, um das gesamte Gebäude zu kühlen und zu heizen, ohne ein weiteres Wärmeabgabesystem wie etwa gesonderte Heizkörper zu nutzen. Besonders gut geeignet ist die Technologie

auch für die Grundkühlung von Gebäuden in der warmen Jahreszeit. So können Gebäude im Sommer mit niedrigen Betriebskosten kühl gehalten werden. Die Kosten des Baus einer TBA entsprechen in etwa jenen einer Fußbodenheizung. Grundsätzlich besitzen alle Bauformen Speicherkapazitäten; Massivbaustoffe jedoch deutlich höhere als Leichtbauten. Und je besser der Dämmstandard, desto länger kann die Wärme gehalten werden.

Um zu wissen, wie viel Energie wirklich in einer TBA gespeichert werden kann, muss die Wärmespeicherzahl s betrachtet werden. Sie gibt in Kilojoule [kJ] an, welche Wärmemenge gebraucht wird, um einen Kubikmeter [m^3] des betreffenden Stoffes um 1 Kelvin zu erwärmen. Fichtenholz hat zum Beispiel eine Wärmespeicherzahl von rund $1.260 \text{ kJ/m}^3\text{K}$, Stahlbeton von $2.300 \text{ kJ/m}^3\text{K}$ und Wasser von $4.182 \text{ kJ/m}^3\text{K}$. Beton kann auf das Volumen bezogen etwa die Hälfte der Energiemenge von Wasser einspeichern; Holz rund ein Viertel. Eine 100 Quadratmeter große aktivierte Decke mit einer Stärke von 25 Zentimetern kann ca. 50 Kilowattstunden an Wärme einspeichern. So kann in Abhängigkeit zum thermischen Gebäudestandard und der Luftdichtheit ein Gebäude im Winter von einigen Stunden bis zu einigen Tagen durch TBA thermisch konditioniert werden, ohne dass zusätzlich Energie zugespeist werden muss [Fechner und Becke 2020].

5.2 Wirtschaftsbezogene Aspekte und Rahmenbedingungen

Mit dem wirtschaftsstarke Betonbau im Hintergrund, hat die TBA beste Voraussetzungen, ihre Rolle am österreichischen und internationalen Markt auszubauen. Konkrete Umsatzzahlen zur Bauteilaktivierung im Zusammenspiel mit der Betonbauindustrie selbst sind gegenwärtig nicht verfügbar, da diese aus keiner standardisierten Erhebung resultieren. Nachdem die TBA Expertise aus den Bereichen Betonbau, Installations- und Gebäudetechnik, erneuerbare Energien sowie intelligente Stromnetze benötigt, würden von ihrem Ausbau mehrere Wirtschaftszweige ergänzend profitieren. Vom Fachverband Steine Keramik veröffentlichte Konjunkturstatistiken weisen für das Jahr 2020 direkte Umsätze der Betonindustrie im Bereich vorgefertigter Bauteile für den Hochbau in der Höhe von 344 Millionen Euro aus, für Bauelemente /-steine aus Beton und Zement in der Höhe von 280 Millionen Euro. Der ab Werk gelieferte Transportbeton (Frischbeton) erreichte einen Wert von knapp 1,1 Milliarden Euro. (Portland-)Zement wurde im Wert von knapp 354 Millionen Euro abgesetzt, Bausande und -kiese in der Höhe von rund 280 Millionen Euro, die praktisch für alle Bauweisen relevante Putz- und Mörtelindustrie einschließlich der Estriche auf

mineralischer Basis realisierte einen abgesetzten Produktionswert von 357 Millionen Euro. Die teilsektorale Beschäftigung im Industriezweig machte im Jahr 2020 insgesamt 13.450 Beschäftigte (inklusive Ziegelindustrie) aus. Der Jahresumsatz der Massivbauindustrie (ohne Bau, inklusive Ziegelindustrie) erreichte einen Wert von 3,7 Milliarden Euro.

Hinsichtlich der in der Statistik Austria im Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) dokumentierten Bauleistung nimmt der (Stahl-)Betonbau bei der seit 2010 errichteten Anzahl der Wohnbauten mit einem Anteil von nur fünf Prozent einen vermeintlich bescheidenen Anteil ein, hinsichtlich der dabei realisierten Nettogrundfläche mit 16 Prozent Anteil aber eine deutlich wichtigere Rolle. Bei Wohngebäuden ab 11 Wohneinheiten mit einem Mengenanteil von 27 Prozent und einem Flächenanteil von 33 Prozent liegt man zwar deutlich hinter dem Mauerwerksbau, aber ebenso deutlich auf Rang 2 unter allen Bauweisen. Die stärkste Verbreitung besitzt der Betonbau im Bereich der Nichtwohngebäude (ohne Garagen im Einfamilienhaus, ohne landwirtschaftlich Nutzbauten): Hier hält man gemessen an der Anzahl der seit 2010 errichteten Gebäude zwar „nur“ bei einem Anteil von 26 Prozent aller Gebäude, realisiert aber mit 45 Prozent aller Nettogrundflächen den höchsten Flächenumsatz aller Bauformen. Decken und Trenndecken aus Beton finden zudem auch umfassenden Einsatz bei praktisch allen anderen Bauformen (im Holzbau u.a. auch als Holzbetonverbunddecken).

Im Rahmen einer Sonderauswertung der Datenbasis des GWR wurde eine Verschneidung der Bauweisen mit dem Wärmeversorgungs- und Wärmeabgabensystemen durchgeführt und dabei besonderes Augenmerk auf die Versorgung mittels Wärmepumpe und Flächenheizsysteme gelegt. Verfügten im Jahr 2010 unter allen errichteten neu Nettogrundflächen noch lediglich acht Prozent über ein Flächenheizsystem mit Wärmepumpe so liegt der Anteil im Jahr 2021 (vorläufige Daten) bereits bei 36 Prozent aller neu errichteten Nettogrundflächen. Wenngleich hier nicht zwangsläufig auf Systeme mit Bauteilaktivierung (vor allem: im ganzjährigen Betrieb) rückgeschlossen werden kann, ist diese mehr als 400-prozentige Steigerung von Flächensystemen mit Wärmepumpe ein erster wichtiger Indikator für das deutlich gestiegene Potenzial für die Bauteilaktivierung. Die realisierten Niedertemperatursysteme des letzten Jahrzehnts mit jetzt schon gegebener Wärmepumpenversorgung geben nicht zuletzt Auskunft darüber, wie hoch grundsätzlich das „jüngere Potenzial“ für Bauteilaktivierung ist. Bezogen auf die realisierten Gesamtflächen mit allen Wärmebereitstellungsflächen nehmen die mit Wärmepumpen betriebenen Heizungsanlagen unabhängig vom Abgabesystem 26 Prozent aller Flächen

ein, bereinigt um die nicht zuordenbaren Flächen (und dabei linear den übrigen Systemen zugeteilt) 33 Prozent – 20 Prozent die in der Investition günstigste Form der Luftwärmepumpe. Weitere 19 Prozent besitzen eine Fernwärme- oder Nahwärmeversorgung (Blockheizwerk). Betrachtet man nur die deklarierten Stahlbetonbauten (NGF-Gesamtanteil 24 Prozent aller Flächen), dann finden sich dort aus der Neubauleistung der letzten zehn Jahre gegenwärtig lediglich 12 Prozent mit Wärmepumpen betriebene Gebäudeflächen; rund 44 Prozent davon mit Luftwärmepumpe, der Rest mit Sole- oder Wasser/Wasserwärmepumpe. Im gesamten Mauerwerksbau (Flächenanteil an Gesamt: 61 Prozent) sind 29 Prozent aller Flächen mit Wärmepumpen versorgt, 63 Prozent davon mit Luftwärmepumpe. Auf den ersten Blick überraschend ist die Detailstatistik für den Holzbau (Gesamtflächenanteil 10 Prozent): hier sind sogar 41 Prozent der Neubauten seit 2010 mit Wärmepumpe versorgt, 70 Prozent davon mit Luftwärmepumpe.

Wirtschaftlich gesehen punktet die TBA durch vergleichsweise geringe Investitionskosten, durch die Vorfertigung von Bauteilen und die gute Vereinbarkeit mit erneuerbaren Energieformen wie Geothermie oder Solarenergie. Mit mehreren Großprojekten hat sich die TBA in Österreich bereits einen Namen gemacht. Das erste soziale Wohnbauprojekt in der Mühlgrundgasse 22 (siehe u.a. www.mgg22.at) im 22. Wiener Gemeindebezirk steht beispielgebend für eine immer größer werdende Zahl vor allem großvolumiger Neubauten, die vom Start weg auf diese Technologie setzen. Bei großvolumigen Nichtwohnbauten zeigt sich zuletzt verstärkt, dass Bauteilaktivierung gegenwärtig zum Baustandard wird: Der Vorteil ist schlichtweg durch das weitgehende Wegfallen komplexer Heiz- und Kühlsysteme gegeben, technische Lüftungssysteme dienen vermehrt (wieder) der ausschließlichen Bereitstellung der notwendigen Frischluftzufuhr, kommen deshalb mit deutlich reduzierter Vorwärmung der Zuluft aus.

Zu den TBA-Baufirmen in Österreich zählen u.a. Mischek (Strabag), Uponor, KE KELIT und Enercret. Einige der größten österreichischen Betonbaufirmen setzen deshalb vermehrt auf TBA. Die Mischek Bauträger GmbH, ein Tochterunternehmen der Strabag SE, hat sich auf TBA spezialisiert und will alle zukünftigen (freifinanzierten) Wohnbauprojekte mit Betonkernaktivierung ausstatten.

Auch die öffentliche Hand investiert vermehrt in die Entwicklung und den Einsatz von TBA. Beispielhaft ist hier das Programm „Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung“ des Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung. Das FTI-Programm fördert Neubau und Sanierung von Wohnbauten mit TBA. Derzeit

stehen 2 Millionen Euro Fördermittel zur Verfügung, wobei pro Bauvorhaben zwischen 40.000 und 85.000 Euro, exklusive Boni für besondere Beiträge, der Planungsdienstleistungskosten vergütet werden. Das Programm zielt darauf ab, das Potenzial der TBA zur Nutzung lokaler erneuerbarer Energie, Flexibilisierung der Versorgung durch lokale Energienetze, sowie einer energieeffizienten Kühlung zu erforschen.

Die Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ) investiert laufend in neue Projekte rund um die TBA. Beispielsweise ist sie in zwei Projekte des Green Energy Lab, einem Innovationslabor mit Schwerpunkt Energiezukunft, involviert. Bei dem Projekt „Hybrid Local Sustainable Communities“ [Kurzbeschreibung siehe <https://greenenergylab.at/projects/hybrid-lsc/>] sollen Energie und Rohstoffe des jeweiligen Siedlungsgebietes gemeinsam genutzt werden. Dabei steht die TBA in Kombination mit erneuerbaren Energieträgern im Zentrum. Bis Ende März 2024 sollen hier gemeinschaftliche Siedlungssysteme errichtet werden und Erkenntnisse über deren Praxisfähigkeit im Sinn der gesamtheitlichen Nachhaltigkeit vorliegen.

Ein weiteres Projekt des Green Energy Lab, in das die VÖZ involviert ist, heißt „Plug and Play Control Tabs“ [Kurzbeschreibung siehe <https://greenenergylab.at/projects/pnp-control-tabs/>]. Dabei soll eine Regelungsstrategie entwickelt werden, um bauteilaktivierte Gebäude mit Wärmepumpen mit möglichst geringem Aufwand in das lokale Energienetzwerk aufnehmen zu können und eine großflächige Entlastung des Stromnetzes zu bewirken. Bis Ende Dezember 2023 soll eine Lösung vorliegen und als Open Source Code frei zur Verfügung stehen.

Durch die kontinuierlich günstiger gewordenen Photovoltaikanlagen bekommen TBA-Systeme mit Solarenergie Rückenwind von Forschungsinvestitionen in erneuerbare Energien [Kost et al 2018]. Obwohl Windenergie momentan noch nicht populär bei der Energieversorgung der TBA im Einsatz ist, könnte die ebenfalls immer billiger werdende Energieform ihren Beitrag leisten, besonders wenn TBA-Gebäude mit dem zentralen Stromnetz verbunden werden, um Versorgungsengpässe auszugleichen.

Für eine breitere Umsetzung der TBA wird noch vertiefende Erfahrung für Planung und bautechnische Umsetzung von TBA-Systemen benötigt. Durch Investitionen in eine Vielzahl unterschiedlicher Umsetzungsprojekte (bauweisen-unabhängig; Neubau und Sanierung) könnten diese verringert und das Potenzial der TBA besser ausgeschöpft werden.

5.3 Energiebedarf und Treibhausgasemissionen in der Betonproduktion

Die Herstellung von (Stahl-)Beton, vor allem von Zement und Stahl ist energie- und treibhausgasintensiv. Je höher der Massenanteil an Stahl, desto größer ist auch der gegenwärtige Primärenergieeinsatz im Stahlbeton insgesamt [siehe u.a. bei baubook 2021]. Mithilfe von sorgfältiger Planung können leistungsfähigere Betonarten mitsamt reduzierter Bewehrung ökologisch und ökonomisch verbessert werden. Das Treibhauspotential der eigentlichen Betonproduktion resultiert zu 95 Prozent durch die bei der Zementproduktion entstandenen CO₂ Emissionen. Zur Reduzierung des Global Warming Potential (GWP) wird bereits gegenwärtig der Einsatz von Flugasche, Hüttensand und anderen Betonzuschlagstoffen anstelle von konventionellem Portlandzement (CEM I) umgesetzt [Kolb 2021b]. Die einfache Grundregel lautet: Je geringer der konventionelle Anteil ist, desto geringer ist auch das auf die Funktionseinheit bezogene GWP. Gleiches gilt naturgemäß für die Menge an Stahl, die im Stahlbeton eingesetzt wird. Bei der Bewehrung wird intensiv am Ersatz von Stahl durch Kohlenstofffasern gearbeitet (Carbonbeton). Zuletzt wurde zusätzlich ein europaweit aufsehenerregendes Entwicklungsvorhaben präsentiert: Mit Einsatz von CO₂-Abscheidung und Wasserstoff sollen die Treibhausgasemissionen von Zement gegen Null gehen; in einer multiindustriellen Wertschöpfungskette werden zusätzlich Biokunststoffe und Biofuels hergestellt (Anmerkung: FTI-Projekt Carbon2ProductAustria, kurz C2PAT).

Ein noch wenig in der Öffentlichkeit bekanntes und diskutiertes Potenzial besteht in der Carbonatisierung von (Stahl-)Beton. Bislang wurde die Carbonatisierung eher als relevante Schadensquelle für porösen Beton bzw. für korrodierenden Betonstahl bekannt. Carbonatisierung findet als natürlich-chemischer Prozess bei Beton per se statt. Im Zuge der Zementerzeugung wird aus dem Kalkstein CO₂ ausgetrieben (Kalzinierung), die Carbonatisierung stellt vereinfacht die Umkehr dieses Prozesses dar. Der im Beton gebundenen Zementstein nimmt im Lebenszyklus aus der Umgebungsluft CO₂ auf, dieses CO₂ wird in Verbindung mit dem im Zement enthaltenen Calciumhydroxid und Wasser wieder zu Kalkstein, dem Ausgangsmaterial für Zement. Im verbauten Stahlbeton führt dieser Prozess zu Rissen und zur Korrosion des Stahls im Beton, bei unbewerten Betonarten gibt es keine negativen Wirkungen. Grundsätzlich sorgt die Carbonatisierung für die Verfestigung des Betons, zum Schutz des Bewehrungsstahls müssen jedoch ausreichend dicke Betonschichten über der Stahllage vorhanden sein. Dieses noch recht neue Thema ist gegenwärtig auch im Umfeld des IPCC in Diskussion, würde doch hier eine noch relativ unbekannte „CO₂-Senke“ entstehen. Verschiedene wissenschaftliche

Quellen gehen von 25 bis 40 Prozent an CO₂-Bindung durch die Carbonatisierung im Lebenszyklus aus, im Zuge des Recyclings von Beton zu Betonkörnern / Betonmehl kann dieser Anteil sogar noch erhöht werden [siehe etwa in: siehe etwa: IVL – Swedish Environmental Institute, 2020].

Die österreichische Zementindustrie legt Wert darauf, dass die hierzulande erzeugten Zementprodukte (und damit auch der Beton) im internationalen Vergleich aufgrund modernster Feuerungstechniken und der dabei verwendeten Brennstoffe (insbesondere Abfallverbrennung) mit Kraft-Wärme-Kopplung grundsätzlich energieärmer sind als jene der internationalen Konkurrenz. Durch die Beimengung alternativer Zuschlagsstoffe (Flugasche, Hüttensand) wird ebenso ein weiterer Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen geleistet wie durch verstärkte Bemühungen im Bereich Recycling-Beton. Nichtsdestotrotz ist der Zementindustrie klar, dass in den nächsten beiden Jahrzehnten noch verstärkte Bemühung in FTI und Effizienzsteigerungen notwendig sind, um besonders treibhausgasarme Produkte zu entwickeln.

Für die Stahlindustrie gilt ebenso wie die Zementproduktion das Gebot höchst energieeffizienter Produktionsweisen unter künftig verstärkter Nutzung erneuerbarer Energieträger: Im Hochtemperaturbereich wird „grüner Wasserstoff“ / Biogas naturgemäß künftig bestens eingesetzt werden; insbesondere, wenn er im Zuge von Kraft-Wärme-Kopplungen genutzt wird. Die voestalpine will wie die Zementindustrie bis spätestens zur Mitte des Jahrhunderts treibhausgasneutral produzieren, Carbon Capture – Prozesse zählen deshalb neben Wasserstoff und Biogas ebenso zu Zukunftstechnologien, die gegenwärtig in Entwicklung sind.

5.4 Kreislauffähigkeit

Beton kann gegenwärtig entweder als Bauschutt deponiert werden oder als Betonsplitt und Brechsand als Recyclinggranulat wiederverwendet werden. Metalle und Fremdstoffe werden aussortiert und das gewonnene Rezyklat wird als Kiesersatz wieder zu Beton verarbeitet. Je nach Betonklasse können 15 bis 50 Prozent Recyclinganteile eingesetzt werden. In Österreich könnten jährlich etwa 4,4 Millionen Tonnen aus Straßenaufbruch, Betonabbruch und Gleisschotter für die Betonherstellung verwertet werden. Ein Blick auf ein Nachbarland zeigt, welche Potenziale hier erschließbar sind: in der Schweiz sind bereits 90 Prozent des neu verbauten Betons mit Recyclingbaustoffen gemischt. Zusätzlich dazu wird mit CO₂-reduziertem Zement gearbeitet: statt dem

konventionellen Klinker wird Flugasche verwendet [Hagn 2019]. Während also Recyclingbeton in der Schweiz sich sukzessive auch aufgrund entsprechender Förderprogramme und rechtlicher Rahmenbedingungen durchsetzt, steckt der Einsatz hierzulande noch in den Kinderschuhen.

Um jedoch eine vollwertige Wiederverwendung der Betonteile voranzutreiben wäre es notwendig, Stahlbetonbauteile zu entwerfen, die als Fertigbauteilelemente wieder auf einer neuen Baustelle eingesetzt werden können. Radikale Ansätze wie diese nehmen in Österreich derzeit noch eine äußerst untergeordnete Rolle ein. In Deutschland wurde eine Methode für den Rückbau ganzer Fertigteil-Elemente in Plattenbauweise entwickelt, da diese Bauform dort dominanter ist als hierzulande. Ausgebaute Elemente können so rückgebaut, zwischengelagert, qualitätsgeprüft und anschließend wieder eingesetzt werden. Thomas Romm, der sich im Rahmen der Rückbauinitiative BauKarussell mit verwertungsorientiertem Rückbau beschäftigt, schätzt, dass in etwa 20 Prozent der Baukosten durch wiederverwendbare Stahlbetonelemente verringert werden können [Salem 2020].

Um eine TBA optimal nutzen zu können, muss die Gebäudehülle gut gedämmt werden. Die am häufigsten verwendeten Dämmplatten sind Hartschaumplatten aus extrudiertem Polystyrol, gefolgt von Mineralwollplatten. Beide Materialien verfügen über eine sehr gute Dämmwirkung, sind verrottungsresistent, vielseitig einsetzbar, leicht, belastbar, langlebig, feuchtigkeitsabweisend und günstig. In altem, vor 2016 hergestelltem EPS- & XPS-Material ist HBCD enthalten, ein Flammschutzmittel, das heute als Schadstoff eingestuft wird. Der Einsatz von HBCD ist seit 2016 verboten [Wurbs et al. 2017]. Der Großteil von EPS und XPS, nach 2016 verbaut, kann bei entsprechender Trennung als recyceltes Granulat verwendet werden. Anfallende Restmassen werden gegenwärtig jedoch oft thermisch verwertet, teilweise deponiert. Erschwerend ist für die sortenreine Trennung von Baurestmassen und Baustoffen ist jegliche Form verklebter Elemente. Dies trifft insbesondere auf den Vollwärmeschutz zu: Hier ist sukzessive die Entwicklung geeigneter Rückbaumethoden für den vorhandenen Bestand und die Vermeidung fest und dauerhaft verklebter Dämmstoffe im Neubau zu forcieren.

5.5 Verfügbarkeit in Österreich

Beton besteht aus Zement, Wasser, ggf. Zuschlagsstoffen und Gesteinskörnern (Sand und Kies). Das Material Beton besteht mengenmäßig größtenteils aus Gesteinskörnungen. Von Sand wird gesprochen, wenn die einzelnen Gesteinskörner eine Größe von 0,063

mm bis 2 mm besitzen, größerer Körner sind dann schon Kies („Schotter“). Die Sandvorkommen in Österreich stammen aus Ablagerungen großer Flüsse, die durch das Abschmelzen der Gletscher Schotter und Sand transportierten. Sehr alte Sedimentablagerungen stammen noch aus dem Neogen vor ca. 3 bis 23 Millionen Jahren aus ehemaligen Meeresbuchten, Küsten und Stränden. Grubensand wird heute durch Trockenbaggerung abgebaut. Jeder Sand ist je nach Region und Alter verschieden. Österreichs Sandlandschaften sind noch nicht erschöpft, doch durch den stetigen Bedarf kann insbesondere im Hinblick auf die Wahrung von Biodiversitäts- und Naturschutzansprüchen die gegenwärtig weitgehend regionale Versorgung in Zukunft knapper werden. Sand ist der am stärksten genutzte Rohstoff der Welt [United Nations Environment Programme 2019]. Vor allem im Norden und Osten des Landes kommt Sand vor. Österreichweit werden gemäß geologischer Bundesanstalt pro Jahr ca. 70 Millionen Tonnen Kies und Sand im Baubereich für Wohnhäuser, Betriebsanlagen aber auch für Verkehrswege verbraucht [Geologische Bundesanstalt 2021a]. Wie viel Sand tatsächlich noch geborgen werden kann ist nicht einfach messbar, daher ist gegenwärtig nicht wirklich abschätzbar, wie viel Sand in Zukunft noch zur Verfügung steht. Jedoch herrscht in Österreich auch mittelfristig keine faktisch erkennbare Knappheit.

Stahl kommt meist zu einem bis zwei Massenprozent in Beton als Stützgerüst (Baustahlbewehrung) vor. Stahl besteht vorwiegend aus Eisenerz. Die weltweiten Eisenerzvorräte werden 2020 auf circa 180 Milliarden Tonnen mit 84 Milliarden Tonnen Eisen-Inhalt geschätzt [statista 2021a]. Auf heutigem Produktionsniveau kann die Erzversorgung noch für 100 Jahre gesichert werden [Kolb 2021c]. Die Stahlherstellung ist sehr energieintensiv und benötigt hohe technische Standards, um umweltschädliche Auswirkungen zu minimieren. Das wohl bekannteste Stahlwerk in Österreich ist die voestalpine als weltweit führender Stahl- und Technologiekonzern. Eisenschrott kann sehr gut recycelt werden, Stahl kann zu 99 Prozent wiederverwendet werden.

5.6 Strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte

Die nachstehenden Übersichtstabellen geben die strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte wieder, wie sie als Zielebenen in Kapitel 3.1 Inhaltliche Vorgehensweise definiert definiert und erläutert wurden.

Tabelle 7: Bauteilaktivierung und Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz

Aspekt / Thema	Ziel und Zielerfüllung
Effiziente Gebäudehülle	Geringe Wärmeverluste, U-Wert opake Bauteile $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$, Fenster (gesamt) $\leq 0,8 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$. Das Ziel ist gut erreichbar, muss aber konsequent bei der Gebäudeplanung verfolgt werden. In Frage kommt dabei eine Vielzahl von Dämmstoffen.
Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern	Energiebereitstellung mit hocheffizienten Energiesystemen auf erneuerbarer Basis. Das Ziel ist gut erreichbar und wird durch die TBA wesentlich unterstützt.
Gebäude als Energiespeicher	Gebäudemasse als Energiespeicher. Das Ziel ist sehr gut erreichbar.
Gebäude als Kraftwerk	Aufnahme von erneuerbaren Energiesystemen am Gebäude / im direkten Gebäudeumfeld. Das Ziel ist sehr gut erreichbar.
Geringe Graue Energie und Treibhausgaspotenzial	Reduktion Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen bei den Baustoffen. Das Ziel ist gegenwärtig noch wenig umgesetzt, wenngleich die nationale Zementindustrie hinsichtlich ihrer Emissionseffizienz ähnlich wie die Schweiz weltweit eine führende Position einnimmt. Zuletzt wurden in Analogie zur Stahlindustrie FTI-Vorhaben für treibhausgasneutrale Produktionsweisen gestartet.
Naturschutz und Biodiversität	Der Sand, Schotter- und Kalkabbau ist grundsätzlich ein harter Eingriff in die jeweiligen Naturräume, ist deshalb strengen gesetzlichen Anforderungen unterworfen. Entscheidend für eine gesamthafte Bewertung ist nach der Beendigung der wirtschaftlichen Nutzung die Renaturierung der Abbaugelände auf hohem Niveau.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 8: Bauteilaktivierung und Wirtschaft und Kreislauffähigkeit

Aspekt / Thema	Ziel
Inlands-Wertschöpfung	Hohe Inlandserträge, die benötigten Rohstoffe sind weitgehend regional verfügbar. Das Ziel ist hinsichtlich der Wertschöpfung erreichbar, Österreich befindet sich in einer sehr starken Marktposition. Neben materiellen Kernprodukten (Zement, Zuschlagsstoffe, Sand, Schotter) ist auch auf die notwendigen Rohmaterialien, Wärmepumpen, etc. zu verweisen, welche auch weitgehend aus Inlandsproduktion kommen (können).
Arbeitsplätze und Beschäftigte aktuell	Die Bauweise sorgt für Arbeitsplätze und Beschäftigung. Der Betonmassivbau gehört zu stabilen Beschäftigungsbranchen, die Bauteilaktivierung zu Wachstumssparten.
Multiplikatorenwirkung und Beschäftigungspotenziale	„Green Jobs“ und Multiplikatorwirkung für neue Beschäftigungspotenziale: Bei Vertiefung der Kompetenzen sind Wachstumspotenziale erschließbar.
Exportpotenziale	Auslands-Nachfrage für österreichisches Knowhow und Produkte: Grundsätzlich wird das „Know How“ nachgefragt, die Bauweise selbst ist eher national/regional organisierbar.
Circular Economy, Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien	Massivbaustoffe werden (im Downcycling) umfassend wieder in den Wirtschaftskreislauf eingebracht und damit in kaskadische Nutzungen implementiert. Hier kann Verbesserungspotenzial erschlossen werden, wenn der Vorfertigungsgrad erhöht wird (Wiederverwendung von Bauteilen) und verstärkt Recyclingbeton zum Einsatz kommt.
Scale-Up-Fähigkeit und Ressourcenverfügbarkeit	Aufgrund der nationalen / regionalen Lagerstätten der benötigten Rohstoffe kann von einer weitestgehend nationalen Skalierbarkeit ausgegangen werden (Sand, Schotter, Zement aus nationalen Rohstoffstätten). TBA als Gesamtleistung braucht gewerksübergreifende Spezialisierung/Weiterbildung, damit steigende Nachfrage erfüllt werden kann.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 9: Bauteilaktivierung und Soziale Wertigkeit

Aspekt / Thema	Ziel
Behaglichkeit im Winter	Niedertemperatur-Wärmesysteme, hoher Winterkomfort: Das Ziel ist aufgrund der Flächenwärmesysteme sehr gut erreichbar.
Behaglichkeit im Sommer	Hoher Sommerkomfort auch bei steigenden Temperaturen ohne konservative Kühlung: Das Ziel ist aufgrund der Flächenkühlsysteme sehr gut erreichbar.
Gute Innenraumlufthqualität	Hochwertige Qualität der Innenraumlufth: Das Ziel ist gut erreichbar, wenn durch Lüftungsstrategie und Produkt-/Chemikalienmanagement dafür Sorge getragen wird.
Guter Schallschutz	Guter Schallschutz, Akustik: Massivbauten bieten sehr gute Ausgangsbasis für höchsten Schallkomfort.
Leistungbarkeit, Kosten	Wettbewerbsfähige Kosten: Gegenwärtig im Bereich der Standardbaukosten realisierbar; Entfall konservativer Heizungsanlagen.
Flexibilität im Lebenszyklus	Aufnahme mittel- und langfristiger Nutzungsänderungen: Das Ziel kann grundsätzlich gut realisiert werden, wenn im Innenausbau auf Leichtbausysteme mit geeigneter Anordnung der technischen Ausstattung geachtet wurde und kann durch die Berücksichtigung höherer Raumhöhen noch verstärkt werden.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 10: SWOT-Analyse Thermische Bauteilaktivierung

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Deutliche Senkung des Heiz- und Kühlenergieerbrauchs bei effizienten Hüllen. • Viele verschiedene Sektoren profitieren • Vergleichsweise geringe Baukosten. • Großer heimischer Stahl- und Betonsektor 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuell noch: Treibhausgasbilanz, energieintensive Produktion • Sandvorkommen begrenzt? • Aktuell vorwiegender Einsatz von Dämmmaterialien auf Erdölbasis • Erschwerter Rückbau
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Lastenausgleich im Energie-Netz • Technische Kompatibilität mit erneuerbaren Energien • Günstiger werdende Erneuerbare Energie • Einsatz von Zementalternativen und anderen Zusatzstoffen, Recyclingbeton 	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Expert:innen und Bauunternehmen bei Planung und Umsetzung • Energieintensive Produktion in Zeiten der Transformation zu Treibhausgasneutralität (THG-Steuer, Energiekosten)

5.7 Beispielhafte Realisierungen

Abbildung 5: MG22, Mühlgrundgasse 24/26, 1220 Wien



Quelle: MGG Copyright Manfred Seidl

Das Wohnquartier in der Mühlgrundgasse / Fahngasse im 22. Wiener Gemeindebezirk bildet mit 155 Wohnungen in 7 Häusern ein eigenes Wohngebiet, wobei hier auf soziale Durchmischung durch einen hohen Miet- und Sozialwohnungsanteil geachtet wurde. Durch Erdsonden (5.900 Meter Sondenlänge) in Kombination mit Wärmepumpen werden die Gebäude gekühlt und beheizt. Der Strom zum Betreiben der Wärmepumpen stammt aus Windenergie, davon ist ein Großteil aus Überschussproduktion.

- Wohnhausanlage Wien 22
- Fertiggestellt: 2019
- kond. Bruttogeschoßfläche: 11.545 m²
- Heizsystem Raumheizung: Wärmepumpe mit Erdsondenfeld, gezielte Nutzung Überschuss-Strom Windenergie
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): 22,4 kWh/m²BGFa
- Primärenergiebedarf (PEB): 81,5 kWh/m²BGFa
- CO₂ Emissionen: 11,8 kgCO₂/m²BGFa

Abbildung 6: Lebendiger Schulcampus in Massivbauweise mit Bauteilaktivierung



Quelle: Copyright Kurt Hörbst für BMK / Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit

Der Schulcampus Leopoldinum bildet das pädagogische Zentrum des Stadterweiterungsgebiets SmartCity. Die Volksschule bietet platz für 330 Schüler:innen und soll in den kommenden Jahren um eine Mittelschule erweitert werden. Das Konzept überzeugt unter anderem durch hochwertige Materialität, die im Haus verteilten Lerncluster, sowie einen städtebaulichen Vorplatz. Als energetisches Vorzeigeprojekt qualifiziert sich die Volksschule durch ein ausgeklügeltes Haustechnik-Konzept mit Lüftungsanlage, Geothermie, Fernwärme und Bauteilaktivierung.

- Schulbau in Graz, Steiermark
- Fertiggestellt: 2019
- kond. Bruttogeschoßfläche: 4929 m²
- Heizsystem Raumheizung: Wärmepumpe, Fern- und Nahwärme
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): 29,3 kWh/m²BGFa
- Primärenergiebedarf (PEB): 132,47 kWh/m²BGFa
- CO₂ Emissionen: 15,76 kgCO₂/m²BGFa

Abbildung 7: BOKU Türkenwirtgebäude, 1190 Wien



Quelle: Copyright Kurt Hörbst für BMK / Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit

Der 5-geschoßige Neubau an der Ecke Peter-Jordan Straße/ Dänenstraße besteht aus drei Obergeschoßen und zwei unterirdischen Etagen. Für Tageslicht im oberen der beiden Untergeschoße sorgt ein partiell abgesenkter Hof und ermöglicht zusätzliche Lern- und Aufenthaltsräume. Das Türkenwirtgebäude, kurz Tüwi, beherbergt drei Institute mit 65 Mitarbeiter:innen, Büros für die Hochschülerschaft, die Mineraliensammlung mit Übungsraum, eine Mensa, ein selbstverwaltetes Lokal mit Gastgarten und Hofladen, Lehr- und Arbeitsräume, sowie einen Hörsaal für bis zu 400 Personen.

- Bildungsgebäude in Mischbauweise in 1190 Wien
- Fertiggestellt: 2018
- kond. Bruttogeschoßfläche: 4845 m²
- Heizsystem Raumheizung: Solarthermie, Wärmepumpe, Abwärmenutzung
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): 31,0 kWh/m²BGFa
- Primärenergiebedarf (PEB): 103 kWh/m²BGFa
- CO₂ Emissionen: 14,9 kgCO₂/m²BGFa

6 Monolithischer Ziegelbau und Klimaschutz

Ziegelbau hat in Österreich lange Tradition. Sowohl im Städtebau als auch in ruralen Gebieten punktet er mit an sich einfacher Verarbeitung und weitgehend lokaler Rohstoffgewinnung. Die hohe Verfügbarkeit des Ausgangsstoffes Ton bietet eine gute Grundlage für die österreichische Ziegelindustrie. Die Verwendung von dämmstoffgefüllten Ziegeln in monolithischer Bauweise ist Hoffnungsträger für die Zukunftsfähigkeit des Baustoffs.

Ziegel sind aus Lehm, Ton oder tonhaltigen Massen und mit oder ohne Zuschlagstoffe hergestellte Mauersteine. Nicht gebrannte Lehmziegel wurden bereits in der Jungsteinzeit in frühen Siedlungen ca. 10.000 bis 8.000 v. Chr. verwendet. Um 3.000 v.Chr. wurde erstmals gebrannter Ton in Ziegelform verwendet. Erst seit dem 20. Jahrhundert wird nicht nur der Backstein, ein Ziegel ohne Luftporen oder Lochbildern, sondern auch Ziegel mit Poren und Löchern verwendet. Dadurch konnten wärmedämmende Eigenschaften immer weiter verbessert werden.

Der Ziegel kann unterschiedlich ausgeführt werden. So wird zwischen luftgetrockneten, weich- und hartgebrannten Ziegeln unterschieden [Chemielexikon 2021]. In der Baubranche werden vor allem gebrannte Ziegel verwendet, da diese eine bessere Stoßfestigkeit besitzen, weniger Abrieb produzieren und nach dem Brennvorgang einfacher zu transportieren sind. Die bekanntesten Ziegelsteinbegriffe sind der Mauerziegel, der Hintermauerziegel, der Vormauerziegel, der Klinker und der Verblender. Der Mauerziegel dient der Herstellung tragender, aussteifender Wände. Er wird in der Regel im Nasspressverfahren am Strang hergestellt. Beim Hintermauerziegel ist keine Frostbeständigkeit gefordert, er wird für Mauerwerk verwendet, das mit einem Wetterschutz versehen wird, wie etwa einer Verblendung. Vormauerziegel sind frostbeständige Ziegel, daher werden sie für Sichtmauerwerk und Verblendungen verwendet. Klinker sind sehr lange gebrannte Ziegel, sie sind frostbeständig, wenig saugfähig und besitzen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen chemische und mechanische Einwirkungen. Der Begriff Verblender ist eine Sammelbezeichnung für Ziegel, die für das Anbringen als Verkleidung einer Mauer in Frage kommen.

6.1 Monolithische Mauerziegelbauwerke bieten Effizienz (fast) ohne Dämmstoff

In den 1970er Jahren kamen die ersten porosierten Ziegel unter dem Namen „Poroton“ auf den Markt. Durch Beimengung von Styropor oder Sägespänen, die im Ziegelofen vollständig verbrennen, entstehen viele winzige Lufteinschlüsse. Seit dem Jahr 2000 gibt es Mauerziegel mit Dämmstofffüllungen auf dem Markt. Die ersten gefüllten Lochziegel waren mit granuliertem Perlit gefüllt, weitere Versionen, gefüllt mit Mineralwolle oder Mineralwolle-Granulat folgten einige Jahre später. Die Wärmeleitfähigkeit von so gedämmten Ziegeln liegt bei etwa 0,07 W/mK. Es gibt aber auch Ziegel ohne Wärmedämmung mit sehr vielen filigranen Lufteinschlüssen, die einen ähnlichen Wert erreichen, indem die vielen Lufteinschlüsse die Dämmung übernehmen.

Die Mehrheit der in Österreich gebauten Ziegelbauten sind mit Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) kombiniert, um die Dämmleistung zu erhöhen und dadurch die im Gebäude benötigte Heiz- und Kühllast zu senken. Über 80 Prozent der in Österreich verwendeten Dämmstoffe besteht aus Expandiertem Polystyrol (EPS), welches unter anderem nicht biologisch abbaubar ist und auf Erdölbasis hergestellt wird, gefolgt von Mineralwolle / Glaswolle. Als Alternative zum WDVS setzt sich die monolithische Ziegelbauweise einfachere Aufbauten mit geringerer Belastung für die Umwelt und zukünftige Generationen. Die Monolith-Bauweise nimmt gegenwärtig noch einen geringen Anteil am österreichischen Ziegelbauvolumen ein. Durch die Innovation bei Ziegelprodukten in Sachen Dämmleistung und Rezyklierbarkeit öffnen sich neue Verwendungsmöglichkeiten für Ziegel im monolithischen Hochbau oder semimonolithischen Hochbau mit im Ziegel eingebrachten Dämmstoffen. Die ersten Porotherm/Vollwertziegel kamen bereits im Jahr 2000 in Österreich auf den Markt. Verglichen mit Hochlochziegeln ohne Mineralwollfüllung weisen beide Produkte ähnliche Wärmedämmwerte auf. Wo die gefüllten Ziegel jedoch weitaus besser abschneiden, ist die Schalldämmung. Die neue Generation von Ziegeln, die sogenannten „Porothermziegel“ von Wienerberger beziehungsweise die „Vollwertziegel“ von Eder, machen es möglich, höhere Gebäude in monolithischer Ziegelbauform zu errichten. Die Ziegel sind mit Mineralwolle gefüllt, was zwar die Dämmleistung erhöht, aber die Rezyklierbarkeit und Abfallverwertung wieder einschränkt [Vogdt et al. 2020]. Diese Art der Dämmung ersetzt weniger nachhaltige Dämmstoffe wie EPS oder XPS, und könnte einen Anteil in der Vermeidung erdölbasierter Materialien im Ziegelbau leisten.

Wie mittlerweile auch an mehreren mittel- bis großvolumigen Bauwerken gezeigt werden konnte, stellt die Rückbesinnung zu monolithischen Bauweisen (ähnlich der

Gründerzeit) eine durchaus werthaltige Zukunftsstrategie dar: Der Verzicht auf Vollwärmeschutz bedarf dabei jedoch vergleichsweise mächtigere wandbildende Ziegelkonstruktionen (Ziegeltiefe bis zu 50 Zentimeter; ggf. zwei Ziegelreihen mit einem Mauerwerk von insgesamt 80 cm Tiefe); ist dabei aber eine sinnvolle Alternative zu anderen Massivbauformen mit Vollwärmeschutz. Weiterführende Anwendungen versprechen weiters nahezu den Verzicht auf konventionelle Haustechnik (zB. automatisierte motorbetriebene Fensterkipplüftungen anstelle mechanischer Lüftungssysteme mit Verteilleitungen), in entsprechender thermischer Qualität (nahezu Passivhaushülle) ist auch das Weglassen konventioneller Heizungssysteme möglich.

Ziegel wurde in den letzten beiden Jahrzehnten im großvolumigen Bau in erster Linie aufgrund der statischen Materialeigenschaften und der kleinteiligen Bauorganisation („Ziegel für Ziegel“) vom Stahlbetonbau, eingeschränkter auch vom vorgefertigten Holzbau in Teilen verdrängt. Hohe Vorfertigungsgrade sind nur schwer realisierbar.

Die großen Herausforderungen für die Ziegelindustrie liegen insbesondere in der Reduktion des Energiebedarfs bei der Ziegelherstellung und wie bei allen Massivbaustoffen in einer Stärkung der Wiederverwendbarkeit.

6.2 Wirtschaftsbezogene Aspekte und Rahmenbedingungen

Dass Österreichs älterer Gebäudebestand überwiegend aus Mauerwerksbauten besteht, ist praktisch in allen alten Siedlungskernen Österreich leicht erkennbar. Weitaus verblüffender ist mit Blick auf die Medienberichterstattung, dass auch der Neubau des letzten Jahrzehnts gemäß statistischer Auswertung des Gebäude- und Wohnungsregisters bezogen auf die insgesamt realisierte Gebäudeanzahl insgesamt 64 Prozent ausmacht; bezogen auf die errichtete Nettogrundfläche 61 Prozent. Damit nimmt der Mauerwerksbau unter allen Bauweisen auch im Neubau unbestritten den ersten Platz ein. Im Wohnbau beträgt der Anteil an der Nettogrundfläche 71 Prozent, im nur im Nichtwohnungsbau ist man mit „nur“ 38 Prozent an zweiter Stelle hinter Stahlbetonbauten (45 Prozent). Fast jedes dritte Einfamilienhaus wurde seit 2010 in Ziegelbauweise errichtet (durchschnittlich rund 15.000 pro Jahr), mehr als dreimal so viele wie im Holzbau und fast vierzehnmal so viele wie aus Stahlbeton. Mit Wienerberger hat Österreich einen Weltmarktführer im Bereich Ziegelbau, in Österreich hat das Unternehmen einen Marktanteil von rund 60 Prozent (2018) [siehe dazu u.a. Branchenradar Ziegel]. Besonders wichtige Ziegelproduzenten sind neben dem Weltmarktführer Wienerberger die Unternehmen Leitl, Eder und Pichler.

Die abgesetzte Produktion für Ziegelmauersteine (und Fertigbauteile) erreichte im Jahr 2020 einen Gesamtwert von 172 Millionen Euro, Importen im Ausmaß von knapp 40 Millionen Euro stehen Exporten von rund 11 Millionen Euro gegenüber. Die Ziegelindustrie hat österreichweit knapp 900 Beschäftigte.

Die europäische Mauer- und Dachziegelindustrie umfasst mehr als 700 Firmen und beschäftigt rund 50.000 Personen. Ihr Produktionswert liegt bei circa 5.5 Milliarden Euro jährlich [siehe dazu u.a. <http://www.tiles-bricks.eu/industry>]. Die Sparte zeichnet sich durch lokale Rohstoffgewinnung und damit kurze Transportwege aus. Die österreichischen und europäischen Sektoren Bau und Baustoffherstellung bei Ziegel sind voneinander abhängig und zum Zweck einer Analyse ihrer volkswirtschaftlichen Leistung gemeinsam zu betrachten.

Im letzten vollen Geschäftsjahr vor der Pandemie und damit im Jahr 2019 wird von Industrievertretern der Anteil von für monolithische Ziegelbauten geeigneten Ziegel an der Gesamtproduktion von knapp 2.398.583 m³ mit rund 290.000 m³ (U-Wert bis 0,21) und mit 54.000 m³ für besonders effiziente Ziegel mit Füllung (U-Wert 0,16). Monolithische Ziegel ohne Füllung besitzen im Unterschied zu den hocheffizienten Ziegeln mit Dämmfüllung bessere Schallschutzeigenschaften und statische Eigenschaften.

Mit einem Konjunkturuwachs der Ziegel- und Fertigteilindustrie von 5,9 Prozent [Bauindustrie 2020] im Jahr 2019 beweist die Sparte wirtschaftliche Relevanz. Im selben Jahr wurden in Österreich rund 2 Millionen Kubikmeter Mauerziegel aus keramischen Rohstoffen produziert [Statistik Austria 2022]. Die Wienerberger-Gruppe zeigte 2020 sogar trotz Pandemie einen Umsatz von 3,4 Milliarden Euro [Wienerberger 2021], nach einem Umsatzrekord von 3,5 Milliarden Euro im Jahr 2019, und beweist damit Krisensicherheit. Die Wienerberger Österreich GmbH beschäftigt laut eigenen Angaben rund 500 Mitarbeiter*innen. Die Firmengruppe Eder beschäftigt laut eigenen Daten rund 250 Angestellte [Ziegelwerk Eder GmbH & Co KG 2014]. In der gesamten Ziegel- und Fertigteilindustrie waren 2014 österreichweit rund 840 Mitarbeiter*innen beschäftigt [Baaske, Kranzl 2016]. Weiterführend werden Arbeitsplätze für Maurer*innen und Hilfsarbeiter*innen geschaffen. Hier kann jedoch gegenwärtig wie in der gesamten Bauwirtschaft der Bedarf an Fachkräften nicht gedeckt werden und Hilfsarbeiterstellen sind oft nur in Form saisonaler Beschäftigungen realisierbar.

Seit 2004 veranstaltet Wienerberger jährlich den „Brick Award“, bei dem die innovativsten Ziegelarchitekturen gekürt werden. Dabei wird auf Architektur und

Ästhetik und sekundär auf Energieeffizienz und Nachhaltigkeit der Bauten wertgelegt. In ihrem Jahresbericht 2020 streicht Wienerberger ihr Engagement zu Innovation im Klimaschutz heraus und bekundet die Absicht, künftig alle neuen Produkte wiederverwendbar oder recycelbar zu entwickeln.

Die Ziegelindustrie hat zuletzt wie alle anderen Bauweisen verstärkt in FTI-Prozesse und Produktinnovationen investiert. Eines davon ist das „Sonnenhaus“ (anders wo: Solar-Aktiv-Haus), welches auch in monolithischer Bauweise in Verbindung mit Solarthermie und Photovoltaik weitgehende Energieautarkie zum Ziel hat. Im Unterschied zu anderen Technologien wird dabei auf umfassende Wärmespeicher aus Wasser gesetzt, die im Gebäude vorhandenen Baumassen sorgen grundsätzlich für stabile Konditionierung.

Weitere gestartete Initiativen lauten etwa auf die Namen Brick Bauhaus 2050, ReConstruct, CoolBrick und beschäftigen sich darüber hinaus umfangreich mit zahlreichen technischen Fragen der Verbesserung der Planungsqualität, des Recyclings, der Materialoptimierung, sowie der Substituierung konventioneller Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger (u.a. DriFiciency – Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpen; Syngas; neue Tunnelofenkonzepte). Eine Sonderform der Ziegelproduktion betrifft die aktuellen Anforderungen der Technik gerecht werdende Herstellung ungebrannter Lehmziegel, wodurch besonders umweltfreundliche Alternativen angesprochen werden.

6.3 Energiebedarf in der Ziegelproduktion

Die Herstellung von Ziegeln ist durch die erforderlichen Temperaturen beim Trocknungs- und vor allem beim Brennvorgang energieintensiv. Bei mineralischen Bauprodukten wie Beton und Ziegel ist die Freisetzung von Emissionen während des Produktionsprozesses hoch. Ziegelrohlinge werden bei Temperaturen von 50 bis 100 °C bis zu drei Tage lang getrocknet. Im Tunnelofen werden die getrockneten Hochlochziegelrohlinge dann bei 950 bis 1050 °C gebrannt. Klinker werden bei etwas höheren Temperaturen ab 1100 °C bis zu 1300 °C gebrannt, um Frost und Wasser besonders gut standzuhalten. Es werden fossile Brennstoffe wie Steinkohle und Heizöl eingesetzt, um die sehr hohen Temperaturen zu erreichen. Nach dem Brennvorgang werden die Luftkammern der Hochlochziegel, falls es das Ziegelmodell verlangt, mit Wärmedämmstoffen gefüllt.

Im Vergleich zu einem gängigen, nicht gefüllten Hochlochziegel ist der Primärenergiebedarf (PEB) eines wärmedämmten Ziegels etwas höher. Den höchsten PEB in MJ/m³ besitzt der Vollmauerziegel, da dieser keine Lufteinschlüsse besitzt.

Mit einem gedämmten Ziegel kann ein Haus im Niedrigstenergiestandard errichtet werden. Durch die Integration des Dämmstoffs im Ziegel oder durch die Verwendung monolithischer Ziegel ist der Wandaufbau bei weitem nicht so wartungsintensiv, wie bei einer geklebten Dämmung mit Putzschicht. Durch seine Langlebigkeit ist der gedämmte Ziegel wirtschaftlich betrachtet eine sinnvolle Investition: Ergänzt wird während der Lebensdauer nicht die gesamte Dämmschicht mehrfach, sondern lediglich die oberste Putzschicht.

Wienerberger hat parallel zum Porotherm i.W. Planziegel das e4-Massivziegelhaus in Zusammenarbeit mit dem Austrian Institut of Technology entwickelt. e4 steht für effiziente Energienutzung (Energy), erschwingliche Kosten (Economy), erneuerbare Energie (Ecology) und einzigartige Wohnqualität (Emotion). So kann durch eine gut gedämmte, massive Gebäudehülle mit einer einschaligen Außenwand durch die eingeschlossene Dämmung im Ziegel ein guter U-Wert von 0,12 W/m²K und durch die Ziegelmasse von über 300 kg/m² eine gute Speicherfähigkeit erreicht werden. In Kombination mit einem alternativen Heizsystem wie einer Photovoltaikanlage, Solarmodulen, Wärmepumpe, thermodynamischer Solarwand und Wand- als auch Fußbodenheizung und -kühlung kann weniger Energie verbraucht und weniger CO₂ emittiert werden, als bei konventionellen Bauten [Schuster-Hofinger 2019].

Bei allen Vorteilen der Bauweise im Betrieb ist sich die Ziegelindustrie bewusst, dass sowohl der Energiebedarf als auch die Treibhausgasintensität in der Produktion deutlich reduziert werden muss. In Analogie zu anderen Hochtemperatur-Produktionen sind Produktionstechnologien im Zusammenhang mit grünem Wasserstoff und vergleichbaren Brennstoffen in Vorbereitung. Durch die Erhöhung des Rezyklatanteils werden auch im Sinne der Kreislaufwirtschaft neue Nachhaltigkeitsschwerpunkte gesetzt.

6.4 Kreislauffähigkeit

Ziegel ist, sofern nicht fest mit anderen Materialien verbunden, leicht recyclebar: Grundsätzlich kann bei weitgehend sortenreiner und verschmutzungsfreier Trennung ein weitgehend in sich geschlossener Ziegelkreislauf erreicht werden (Zuteilung Recyclat in

Ziegelproduktion). Ab 2024 ist die Deponierung von Ziegelabfällen aus der Produktion verboten, was weitere Anreize zur Entwicklung von kreislauffähigen Ziegelprodukten schafft.

Ziegel haben eine technische Lebensdauer von über 100 Jahren. Im Gegensatz zu Beton, der nur als Element ausgebaut werden kann, ist es möglich, einzelne Vollziegel wieder auszubauen und wiederzuverwenden, wenn beim Ausbau keine Schäden entstehen. Hochlochziegel können nur bedingt zerstörungsfrei rückgebaut werden, außerdem ist der Zeitaufwand dafür sehr hoch. Vollziegel sind für den Rückbau besser geeignet, vor allem wenn diese mit einem leicht abschlagbaren Mörtel vermauert wurden. Rückgebaute Vollziegelsteine stammen meist aus Bauwerken, die vor 1930 errichtet wurden, da damals die Verwendung von Mörtel auf Kalkbasis üblich war. Danach wurde zementhaltiger Mörtel verwendet, der einen Rückbau erschwert. Die Wiederverwendung von Hochlochziegeln ist gegenwertig unwirtschaftlich, für historische Vollziegel gibt es einen Markt durch Bauteilhändler [Salem 2020].

Bisher bestehen hinsichtlich gedämmter Ziegel noch wenige Erfahrungen der Wiederverwertung, da diese grundsätzlich erst seit rund 20 Jahren im Einsatz sind. Es gibt jedoch ein Verwertungskonzept für zukünftige Abbruchszenarien: der massive, wärmegeämmte Hochlochziegel wird recycelt, indem die Stecklinge aus künstlicher Mineralfaser beim Zerkleinern der Ziegel mit Windsichtung getrennt werden. In einem Versuch erfolgte der Abbruch mit einem Radlader, die Zerkleinerung der Ziegel mit einem Backenbrecher und die Trennung der Füllung mit einem Windsichter. Zur Errichtung der Porotherm Ziegelmauer von Wienerberger wird der Kleber Porotherm Dryfix extra aus Polyurethan verwendet, um die Ziegel auch bei niedrigeren Temperaturen miteinander zu verkleben [Wienerberger 2021b]. Klebstoffe schaffen mechanisch schwer-trennbare Verbindungen und so wird der Anteil von Klebstoffresten im Ziegelbruch erhöht und die Reinheit des Bruchs beeinträchtigt.

Die Verwendung von Dünnbettmörtel ist aufwendiger, da dieser nur ab einer bestimmten Außentemperatur trocknet und das Mischen und Auftragen mehr Zeit in Anspruch nimmt. Von Zement-, Beton- und Klebstoffresten gereinigtes Ziegelabbruchmaterial kann in der Ziegelproduktion mit einem Anteil von bis zu 15 bis 30 Massenprozent verwendet werden, ohne die Qualität zu beeinträchtigen. Gebrochene Ziegel können außerdem im Straßen- und Wegebau als auch fein gemahlen als Sand auf Tennisplätzen eingesetzt werden. Der bei der Mahlung entstandene Schleifstaub wird wiederum als Bindemittel für Betonprodukte eingesetzt.

Mineralwolle ist ein Dämmstoff, der weder schrumpft noch verrottet, nicht brennbar und resistent gegen Schimmel und Feuchte ist und keine thermische Ausdehnung besitzt. Beim Transport kann das Material komprimiert werden und so Platz einsparen. Im Ziegel eingesetzt kann noch mehr Platz als bei der üblichen Wanddämmung eingespart werden. Mineralwollabfälle, die vor 2000 in der europäischen Union produziert wurden, werden derzeit in der Kategorie „Asbestabfälle, Asbeststäube“ entsorgt. Deshalb liegt der Preis für das Entsorgen von Mineralwolle derzeit bei 250 bis 1300 € pro Tonne. Wenn Mineralwollabfälle in der Deponie ankommen, kann der Betreiber jedoch meist nicht nachvollziehen, ob es „alte“ oder „neuere“ Mineralwolle ist, und daher wird Mineralwolleabfall oft als „Asbestabfälle, Asbeststäube“ entsorgt. Wenn beim Abriss noch ein Herkunftsnachweis vorliegt und dieser Gütezeichen für nicht krebserregende Mineralfaserprodukte besitzt, dann ist diese ungefährlich und kann ohne Bedenken und mit entsprechender Vorbehandlung auch wiederverwendet werden.

6.5 Verfügbarkeit in Österreich

Tone sind durch Wasser und Wind umgelagerte Sedimentgesteine. In den Ziegelwerken Österreichs werden grobkeramische Tone wie Löss, Lehm und marine Ablagerungen aus unterschiedlichen Verwitterungsstadien verarbeitet. Besonders im Alpenvorland und in inneralpinen Becken Österreichs kommt Material für die Ziegelherstellung vor. In diesen Gebieten gibt es unzählige kleine bis große Abbaustellen. Ton kann in großen Mengen abgebaut werden. Derzeit ist Ton in Österreich kein knappes Gut. Es ist wichtig, dass Bodenabbaustellen nach ihrer Stilllegung renaturiert werden, um wieder Rückzugsorte für Pflanzen und Tiere zu schaffen.

6.6 Strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte

Die nachstehenden Übersichtstabellen geben die strukturierte Einschätzung zentraler Nachhaltigkeitsaspekte (siehe Zielebenen in Kapitel 3.1 Inhaltliche Vorgehensweise).

Tabelle 11: Ziegelbau und Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz

Aspekt / Thema	Ziel und Zielerfüllung
Effiziente Gebäudehülle	Geringe Wärmeverluste, UWert opake Bauteile $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$, Fenster (gesamt) $\leq 0,8 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$. Das Ziel ist gut erreichbar, muss aber konsequent bei der Gebäudeplanung verfolgt werden. Vor allem die gewählte Dicke des bereits gedämmten Ziegels spielt eine große Rolle bei der Erreichung des U-Werts.
Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern	Energiebereitstellung mit hocheffizienten Energiesystemen auf erneuerbarer Basis. Das Ziel ist gut erreichbar. Ein gut durchdachtes Energiekonzept und eine thermische Gebäudesimulation tragen dazu bei.
Gebäude als Energiespeicher	Gebäudemasse als Energiespeicher. Das Ziel ist gut erreichbar. Durch die bereits gedämmten Ziegel kann Wärme gut gehalten und durch die gebrannte Tonmasse gespeichert werden.
Gebäude als Kraftwerk	Aufnahme von erneuerbaren Energiesystemen am Gebäude / im direkten Gebäudeumfeld. Das Ziel ist sehr gut erreichbar.
Geringe Graue Energie und Treibhausgaspotenzial	Reduktion Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen bei den Baustoffen. Das Ziel ist gegenwärtig noch wenig umgesetzt. Vor allem der Einsatz fossiler Energien beim Brennvorgang ist Teil der Forschungsstrategie, um zukünftig Emissionen zu reduzieren.
Naturschutz und Biodiversität	Der Tonabbau ist grundsätzlich ein harter Eingriff in die jeweiligen Naturräume, deshalb strengen gesetzlichen Anforderungen unterworfen. Entscheidend für eine gesamthafte Bewertung ist nach der Beendigung der wirtschaftlichen Nutzung die Renaturierung der Abbaugebiete auf hohem Niveau.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 12: Ziegelbau und Wirtschaft und Kreislauffähigkeit

Aspekt / Thema	Ziel
Inlands-Wertschöpfung	Hohe Inlandserträge, die benötigten Rohstoffe sind weitgehend regional verfügbar. Das Ziel ist hinsichtlich der Wertschöpfung erreichbar, Österreich befindet sich in einer sehr starken Marktposition. Die Ziegelindustrie ist wie die Betonindustrie im Bauwesen sehr stark vertreten.
Arbeitsplätze und Beschäftigte aktuell	Die Bauweise sorgt für Arbeitsplätze und Beschäftigung. Der Ziegelbau gehört zu stabilen Beschäftigungsbranchen mit geringem Beschäftigungsniveau in der Produktion, aber hoher Beschäftigung im Bau. Die Bauweise mit monolithischen, gedämmten Ziegeln zählt zu den Wachstumssparten.
Multiplikatorenwirkung und Beschäftigungspotenziale	„Green Jobs“ und Multiplikatorwirkung für neue Beschäftigungspotenziale: Bei Vertiefung der Kompetenzen sind Wachstumspotenziale erschließbar.
Exportpotenziale	Auslands-Nachfrage für österreichisches Knowhow und Produkte: Grundsätzlich wird das „Know How“ nachgefragt, die Bauweise selbst ist eher national/regional organisierbar. Mit Wienerberger besitzt Österreich aber den gegenwärtigen Weltmarktführer.
Circular Economy, Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien	Ziegelabbruchmaterial kann in der Produktion mit einem Massenanteil von 15 bis 30% wiederverwertet werden. Auch im Straßen- und Wegebau ist die Verwertung möglich. Potential besteht noch in der tatsächlichen Umsetzung bezüglich der Beimischung des Abbruchmaterials im Herstellungsprozess neuer Ziegelprodukte. Die Ziegelindustrie setzt sich grundsätzlich eine „100%ige Recyclingquote“ zum Ziel.
Scale-Up-Fähigkeit und Ressourcenverfügbarkeit	Aufgrund der nationalen / regionalen Lagerstätten der benötigten Rohstoffe kann von einer weitestgehend nationalen Skalierbarkeit ausgegangen werden (Tone wie Lehm und Löss aus nationalen Rohstoffstätten).

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 13: Ziegelbau und Soziale Wertigkeit

Aspekt / Thema	Ziel
Behaglichkeit im Winter	Niedertemperatur-Wärmesysteme, hoher Winterkomfort: Das Ziel ist aufgrund der in sich gedämmten Ziegel sehr gut erreichbar.
Behaglichkeit im Sommer	Hoher Sommerkomfort auch bei steigenden Temperaturen ohne konservative Kühlung: Das Ziel ist aufgrund der nicht Bauteilaktivierten Speichermasse bedingt erreichbar. Ein Flächenkühlsystem in der Putzschicht kann Aushilfe verschaffen.
Gute Innenraumluftqualität	Hochwertige Qualität der Innenraumluft: Das Ziel ist gut erreichbar, wenn durch Lüftungsstrategie und Produkt-/Chemikalienmanagement dafür Sorge getragen wird.
Guter Schallschutz	Guter Schallschutz, Akustik: Massivbauten bieten sehr gute Ausgangsbasis für höchsten Schallkomfort.
Leistbarkeit, Kosten	Wettbewerbsfähige Kosten: Gegenwärtig nahezu im Bereich von Standardbaukosten realisierbar. Je nach thermischen Konzept sind die Erstinvestitionskosten höher bzw. niedriger.
Flexibilität im Lebenszyklus	Aufnahme mittel- und langfristiger Nutzungsänderungen: Das Ziel kann grundsätzlich gut realisiert werden, wenn im Innenausbau auf Leichtbausysteme mit geeigneter Anordnung der technischen Ausstattung geachtet wurde und wie bereits in einigen Pilotvorhaben höhere Raumhöhen realisiert werden.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 14: SWOT-Analyse Monolithischer Ziegelbau

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Relativ einfacher Aufbau, umfassend etablierte Baukompetenzen • Lokale Rohstoffgewinnung • Starke österreichische Ziegelindustrie 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz fossiler Brennstoffe bei der Ziegelherstellung • Wenig Vorfertigungstiefe realisierbar
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Alternativen zu Dämmplatten auf Erdölbasis bzw. zu klassischem Vollwärmeschutz • Wienerberger als Weltmarktführer 	<ul style="list-style-type: none"> • Übergang zur Kreislaufwirtschaft realistisch? • Energieintensive Produktion in Zeiten der Transformation zu Treibhausgasneutralität (THG-Steuern, Energiekosten)

6.7 Beispielhafte Realisierungen

Abbildung 8: Die drei Schwestern - Monolithischer Ziegelbau im mehrgeschossigen Wohnungsbau



Quelle: Copyright Herta Hurnaus

In einem der größten Stadtentwicklungsgebiete Europas, der Seestadt Aspern im 22. Wiener Gemeindebezirk, findet sich im Baufeld D22 ein 2018 fertiggestelltes Wohnbauprojekt rein aus monolithischer Ziegel-Gebäudehülle. Dadurch wurde kein Wärmeverbundsystem benötigt und es konnte auf erdölbasierte Dämmstoffe verzichtet werden. Die 50cm starke Ziegelmauer mit Kalk-, Gips- und Silikatputz erreicht einen U-Wert von $0,12 \text{ W/m}^2\text{k}$. Die drei Wohnbauten haben jeweils 4 bis 6 Geschosse und beinhalten neben Wohnungen auch ein Café und ein Wohnheim für Kinder und Jugendliche mit Beeinträchtigung.

- Wohngebäude als monolithischer Ziegelbau in Wien 22
- kond. Bruttogeschoßfläche: ca. 10.474 m^2
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): $21,31 \text{ kWh/m}^2\text{BGFa}$
- Primärenergiebedarf (PEB): $48,04 \text{ kWh/m}^2\text{BGFa}$
- CO₂ Emissionen: $5,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2\text{BGFa}$

Abbildung 9: Zukunftshaus 2020, Oberwart, Burgenland



Quelle: Copyright Wienerberger Ziegelindustrie GmbH

Die Oberwarter Siedlungsgenossenschaft setzte mit dem Zukunftshaus 2020 ein Pilotprojekt verschiedener Bautechniken im Zusammenspiel um. Die beiden Baukörper wurden in Ziegel-Massivbauweise errichtet und mit Holz kombiniert. Am Dach sind Photovoltaik-Elemente und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung angebracht. Der kompakte massive Kern bildet im inneren die behagliche Wohnzone, die von einer vorgelagerten Holz-Konstruktion ergänzt wird, Balkone ebenso wie das PV-Dach trägt und gleichzeitig für passiven Sonnenschutz sorgt.

- Reihenwohnanlage in Oberwart, Burgenland
- Fertiggestellt: 2015
- Bauweise: Massivbau
- kond. Bruttogeschoßfläche: 630 m²
- Nutzfläche: 508,67 m²
- Heizsystem Raumheizung: Wärmepumpe
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): 9,8 kWh/m²BGFa
- Primärenergiebedarf (PEB): 81,40 kWh/m²BGFa
- CO₂ Emissionen: 13 kgCO₂/m²BGFa

Abbildung 10: E4 Ziegelhaus, Zwettl, Niederösterreich



Quelle: Wienerberger Ziegelindustrie GmbH

Das Einfamilienhaus-Konzept von Wienerberger brachte den einschaligen Ziegelbau ohne erdölbasierte Dämmstoffe als modulares System auf den Markt. Die mit Mineralwolle gefüllten Dämmstoffziegel sorgen für die benötigte Energieeinsparung. Das Heizungssystem mit Solarthermie am Dach und einem Holzkessel versorgt das Gebäude durch Warmwasserführende Rohrsysteme in den Wänden mit der benötigten Wärme und Warmwasser. In einem Solarwärmespeicher kann überschüssige Energie zwischengespeichert werden. Eine PV-Anlage am Garagendach bringt zusätzliche Energie, um die laufenden Stromkosten zu senken.

- Einfamilienhaus in Zwettl, Niederösterreich
- Prototyp fertiggestellt: 2012
- Bauweise: Massivbau
- Wohnnutzfläche: 202,8 m²
- Beheizte Bruttogrundfläche: 277 m²
- Heizsystem Raumheizung: Solarthermie, Holzkessel, Bauteilaktivierung
- Energiedaten berechnet nach OIB Richtlinie 6 – 2015:
- Heizwärmebedarf (HWB): 32 kWh/m²BGFa
- Primärenergiebedarf (PEB): 21,53 kWh/m²BGFa
- CO₂ Emissionen: -0,91 kgCO₂/m²BGFa

7 Bauleistungen und Marktanteile

2010 bis 2021

Die Grundlage für die gegenständliche Darstellung der erzielten Bauleistung im letzten Jahrzehnt (real: von 2010 bis 2021) besteht durch das von der Statistik Austria geführte Gebäude- und Wohnungsregister (GWR). Abgestimmte Zeitreihen zum Gebäudebestand vor dem Jahr 2010 stehen aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden der vorherigen Perioden nur eingeschränkt zur Verfügung. Die bis zum Jahr 2011 alle zehn Jahre durchgeführte Gebäude- und Wohnungszählung (in Analogie zu den vormaligen „Volkszählungen“) werden im Rahmen des GWR auf Basis von Sekundär- und Verwaltungsdaten erstellt, welche von den Baubehörden erster Instanz (in der Regel: Gemeinden, teilweise Bezirke, Magistrate bei Städten mit eigenem Statut) laufend geführt und quartalsweise aktualisiert werden. Dargestellt ist die Bewilligungsstatistik, welche über die Anzahl, strukturelle Eigenschaften und Ausstattungsmerkmale der genehmigten Bauvorhaben (Gebäude nach Nutzungskategorien, Nutzungseinheiten bzw. Wohnungen) geführt wird. Das GWR mit § 4 (1) des Bundesstatistikgesetzes angeordnet und im GWR-Gesetz (BGBl. I Nr. 9/2004 bzw. BGBl. I Nr. 125/2009 idgF) geregelt.

Zwar existiert die gesetzliche Grundlage für das GWR bereits seit dem Jahr 2004, aufgrund technischer und kompetenzrechtlicher Probleme bei der Einführung sind die vorhandenen Datenwürfel bis zum Jahr 2010 leider von zahlreichen Fehlbeständen und Datenlücken gezeichnet. Laut Statistik Austria konnten „beginnend mit 2010 Meldeausfälle sukzessive verhindert werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass ab diesem Zeitraum zunehmend validere Ergebnisse vorliegen.“ Eine wesentliche Einschränkung besteht darin, dass die Daten auch gegenwärtig im Unterschied zur Neubautätigkeit keine validen Aussagen zu An-, Zu- und Umbauten auf dem Gebiet der Stadt Wien liefern können, da diese Informationen schlichtweg nicht vorliegen. Weitere Einschränkungen sind dadurch gegeben, als dass viele Bewilligungsmeldungen mit großen zeitlichen Verzögerungen bei der Statistik Austria einlangen. Die Statistik Austria erstellt in diesem Falle Aufschätzungen bzw. Zurechnungen auf Basis von Trendfortschreibungen und vergleichbarer Grundlagen. Derartige Informationen sind als „vorläufige Aufschätzungen“ gekennzeichnet und betreffen gegenwärtig die Leistungszahlen der Jahre 2019, 2020 und 2021. Regionalisiert liegen alle Daten zumindest auf Bundesländerebene vor, da sich zeigte, dass die Aufschätzungsmethodik für kleinräumige Ergebnisse keine verlässlichen Hochrechnungen ermöglicht. Aus all

diesen Gründen werden regelmäßig Revisionen vorgenommen. D.h. laut Statistik Austria konkreter, „dass zumindest anlässlich eines Jahresabschlusses die Zeitreihe zurück bis 2005 aktualisiert wird. Damit soll neben den eigentlichen Grundgesamtheiten auch die nicht bekannten Ausstattungseigenschaften sukzessive vermindert werden – was mit zunehmender Aktualität der Ergebnisse vermehrt gelingt.“ Die detaillierte (methodische) Beschreibung der neueren Baumaßnahmenstatistik findet sich im Internet unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnungs_und_gebaeudeerrichtung/baubewilligungen/index.html

Insgesamt kann festgehalten werden, dass das GWR und die darin enthaltene Baumaßnahmenstatistik grundsätzlich eine wichtige und wertvolle Basis für den innovationsorientierten und auf Energieeffizienz bedachten Hochbau darstellen könnte.

Leider zählen zu den bislang nicht veröffentlichten Daten sämtliche Informationen zur faktischen Energieeffizienz von Gebäuden in Form konkreter oder in Klassen ausgedrückter Energiekennzahlen. Das Fehlen dieser Informationen wiegt schwerer als Bearbeitungsrückstände bei der Implementierung von Datenrückständen.

Konkrete Aussagen zu „bauteilaktivierten Gebäuden“ können beispielsweise gegenwärtig lediglich aus dem Zusammenhang „Flächenheizsystem“ mit / ohne „Wärmepumpe“ rückgeschlossen werden. Energieeffizienzstandards (etwa: Labelgruppe A für Heizwärmebedarf, Primärenergiebedarf, CO₂-Emissionen) nach hauptsächlich verwendeten Bauweisen sind gegenwärtig auch in einer Österreich-Übersicht nicht verfügbar, obwohl sie eigentlich Gegenstand der Basisdokumentation wären (und dabei relativ einfach von den einpflegenden Baubehörden 1. Instanz zugeordnet werden könnten).

Bei all diesen Einschränkungen liefert die gegenwärtige Informationsdatenbank via Direktzugriff mit vielen Möglichkeiten der Sonderauswertung und Verschneidung mittels Statcube von der Statistik Austria eine wertvolle Informationsbasis, die zuletzt durch die Freischaltung neuer, aktualisierte Datenbanksegmente zum Hochbau nochmals leistungsfähiger wurde.

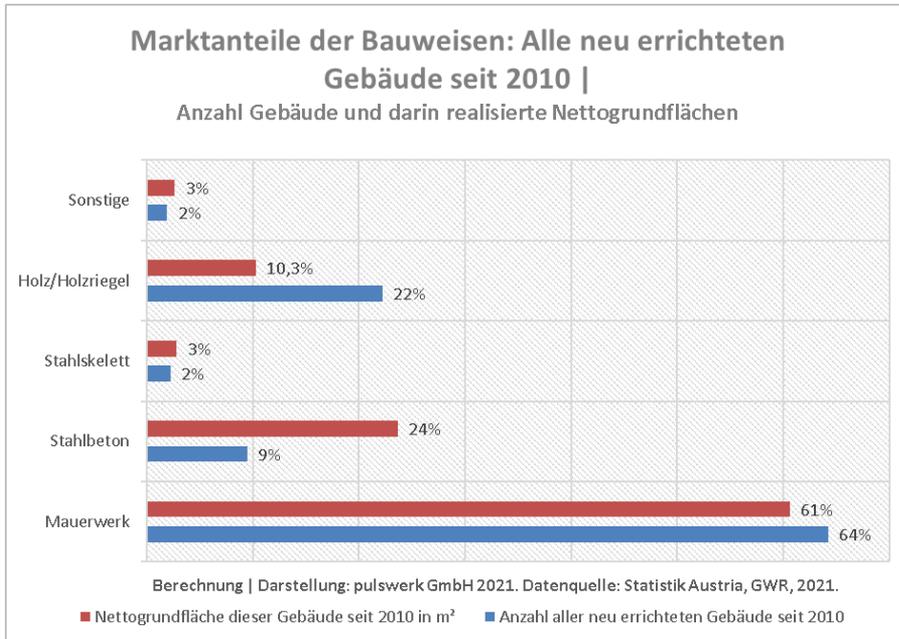
Vor diesem Hintergrund und unter Achtung der dargestellten Einschränkungen können die nachstehenden Darstellungen und Beschreibungen zur Bauleistung des letzten Jahrzehnts als valide für Österreich gesamt bezeichnet werden und in einer weiteren Aufarbeitung auch auf Bundesländerebene durchgeführt werden. Vor diesem Hintergrund bleibt noch festzuhalten, dass schon die Beschreibung des „neuen

Baubestands“ der letzten zehn Jahre zahlreiche Rückschlüsse auf den Adaptierungs- und damit Sanierungsbedarf für die nächsten Jahrzehnte gibt.

7.1 Neu errichtete Gebäude nach Bauweisen seit 2010

In dieser Deutlichkeit etwas überraschend ist das Ergebnis der Auswertung aller seit dem Jahr 2010 neu errichteten Gebäude nach überwiegenden Bauweisen. Betrachtet man nur die Anzahl der Gebäude, dann wurden von insgesamt 311.101 errichteten Gebäuden 64 Prozent (oder: fast 200.000 Gebäude) im Mauerwerksbau errichtet. Auch wenn diese Kategorie sämtliche „bausteinrelevante“ Bauweisen (also auch: Leichtbetonziegel, Betonziegel, Lehmziegel und dergleichen) enthält, kann das Gros der Gebäude dem klassischen Ziegelbau als Massivbauform zugerechnet werden. Mit 22 Prozent aller Gebäude befindet sich der Holz-/Holzriegelbau an zweiter Stelle; Stahlbeton- und Stahlskelettbauten erreichen gemeinsam nur 11 Prozent der realisierten Einheiten. Betrachtet man nicht die Anzahl, sondern die realisierten Nettogrundflächen in Gebäuden, dann ist der Mauerwerksbau mit 61 Prozent Flächenanteilen klar an Position 1. Im Unterschied zur Anzahl der Gebäude erreicht der Stahlbeton- gemeinsam mit dem Stahlskelettbau nahezu einen dreimal so hohen Flächenanteil wie der konstruktive Holzbau. Beeindruckend ist die seit 2010 im Neubau realisierte Gesamtfläche: 130 Millionen Quadratmeter in zwölf Jahren bedeuten eine durchschnittliche jährliche Neubauleistung von 10.800.000 Quadratmetern. In Fußballfeldern: 10.800 (Hektar).

Abbildung 11: Marktanteile aller seit 2010 neu errichteten Gebäude nach Bauweisen



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH

Das durchschnittlich errichtete Gebäude hat eine realisierte Nettogrundfläche von 417 Quadratmetern. Die Durchschnittsgröße schwankt abhängig von der Bauweise deutlich: Die durchschnittlich größten Bauwerke werden in Stahlbetonbauweise mit 1.043 Quadratmetern errichtet, die kleinsten in Holzbauweise mit durchschnittlich 194 Quadratmetern. Mauerwerksbauten haben eine durchschnittliche Größe von 394 Quadratmetern. Damit ist der durchschnittliche Stahlbetonbau mehr als fünfmal so groß wie der Holzbau, knapp unter dreimal so groß wie der Mauerwerksbau. Das Ziegelhaus ist wiederum doppelt so groß wie der durchschnittliche Holzbau. In der Detailauswertung zeigt sich, dass dies insbesondere auch daran liegt, dass sowohl Mauerwerksbauten als auch Holzbauten insbesondere im Einfamilienhausbau vorrangig realisiert werden und in der Grundgesamtheit aller Bauten auch freistehende Garagen (bei Einfamilienhäusern) erfasst sind und auch kleinere landwirtschaftliche Nutzbauten vorwiegend aus Holz errichtet werden.

Bezogen auf die Anzahl der Gebäude nach Bundesländern ist von 2010 bis 2019 der Mauerwerksbau im Burgenland mit 75 Prozent Anteil am bundesweit am stärksten vertreten, in Vorarlberg mit 55 Prozent am geringsten. Das westlichste Bundesland erreicht mit 28 Prozent Anteil an allen Gebäuden die stärkste Präsenz von Holzbauten, dicht gefolgt von Kärnten, Salzburg und der Steiermark.

Tabelle 15: Anteil Bauweisen nach Bundesländern an zwischen 2010 und 2019 neu errichteten Gebäuden in Prozent.

	Mauerwerksbau	Stahlbetonbau	Stahlskelett	Holzbau	Sonstige Formen
Burgenland	75%	6%	2%	17%	1%
Kärnten	62%	9%	2%	25%	2%
Niederösterreich	66%	8%	3%	23%	1%
Oberösterreich	66%	8%	2%	22%	2%
Salzburg	64%	9%	1%	24%	3%
Steiermark	63%	8%	3%	24%	2%
Tirol	60%	16%	1%	19%	3%
Vorarlberg	55%	10%	2%	28%	4%
Wien	66%	22%	1%	10%	1%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube

Wird im Unterschied zur Anzahl die zwischen 2010 und 2019 realisierte Nettogrundfläche nach Bundesländern dargestellt, dann zeigt sich, dass in Flächenanteilen der Stahlbetonbau in Wien mit 43 Prozent weitaus deutlicher ausgeprägt ist, als die Anzahl der Gebäude (22 Prozent). Regionalisiert hat flächenbezogen abermals Vorarlberg mit 15 Prozent Anteil den stärksten Holzbauanteil, das Burgenland mit 71 Prozent die größten relativen Mauerwerksanteile. Wien ist ein „Massivbauland“, 96 Prozent aller Nettogrundflächen wurden im Mauerwerksbau und Stahlbeton errichtet, nur 1 Prozent in Holzbauweise.

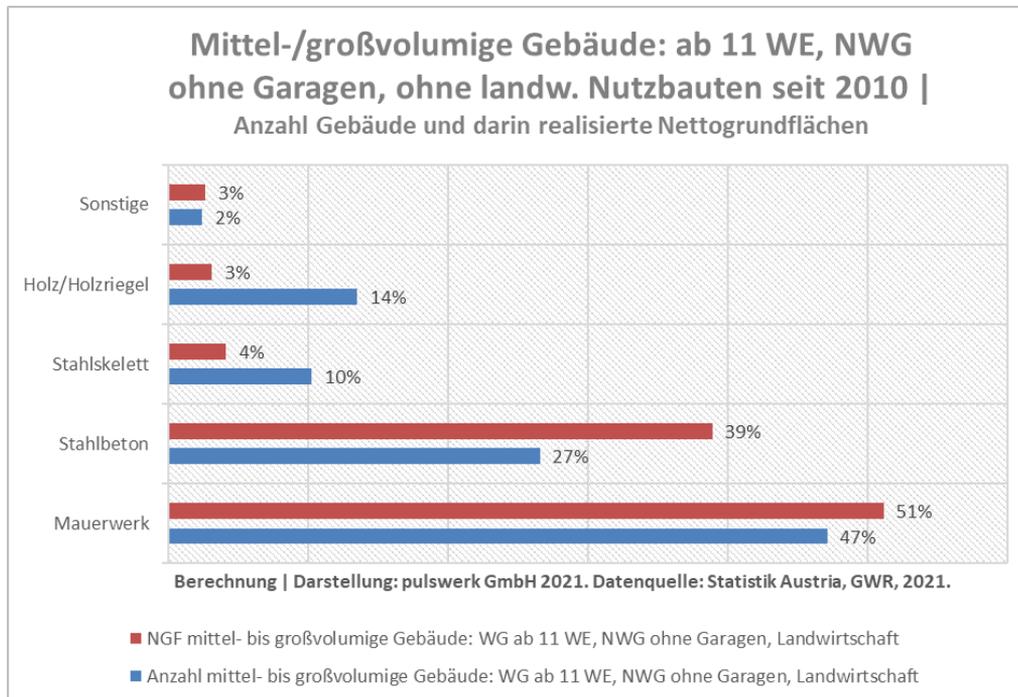
Tabelle 16: Anteil Bauweisen nach Bundesländern an zwischen 2010 und 2019 neu errichteten Nettogrundflächen in Prozent

	Mauerwerksbau	Stahlbetonbau	Stahlskelett	Holzbau	Sonstige Formen
Burgenland	71%	11%	6%	11%	1%
Kärnten	61%	21%	3%	13%	2%
Niederösterreich	64%	17%	4%	14%	2%
Oberösterreich	66%	17%	3%	11%	3%
Salzburg	67%	17%	1%	11%	4%
Steiermark	57%	24%	4%	13%	2%
Tirol	52%	34%	1%	10%	3%
Vorarlberg	55%	22%	3%	15%	5%
Wien	53%	43%	1%	1%	2%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube

Hinsichtlich der regionalen Verteilung aller realisierten Flächen finden sich bezogen auf die Bauweisen die meisten Mauerwerksbauten in Oberösterreich (22 Prozent von knapp 66 Mio m²), gefolgt von Niederösterreich mit 19 und Wien mit 17 Prozent. Wien besitzt den größten Anteil an Stahlbetonbauten (34 Prozent von 27 Mio m²), gefolgt mit größerem Abstand von Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und Tirol (jeweils 12 bis 13 Prozent). Den flächenbezogen größten Anteil an der Gesamtbauleistung im Holzbau kann Niederösterreich mit 25 Prozent von insgesamt knapp 11 Mio. m², gefolgt von Oberösterreich (22 Prozent) und der Steiermark (17 Prozent). In allen anderen Bundesländern wurden Anteile von unter zehn Prozent realisiert, in Wien lediglich zwei Prozent.

Abbildung 12: Marktanteile von mittel- und großvolumigen Gebäuden nach Bauweisen



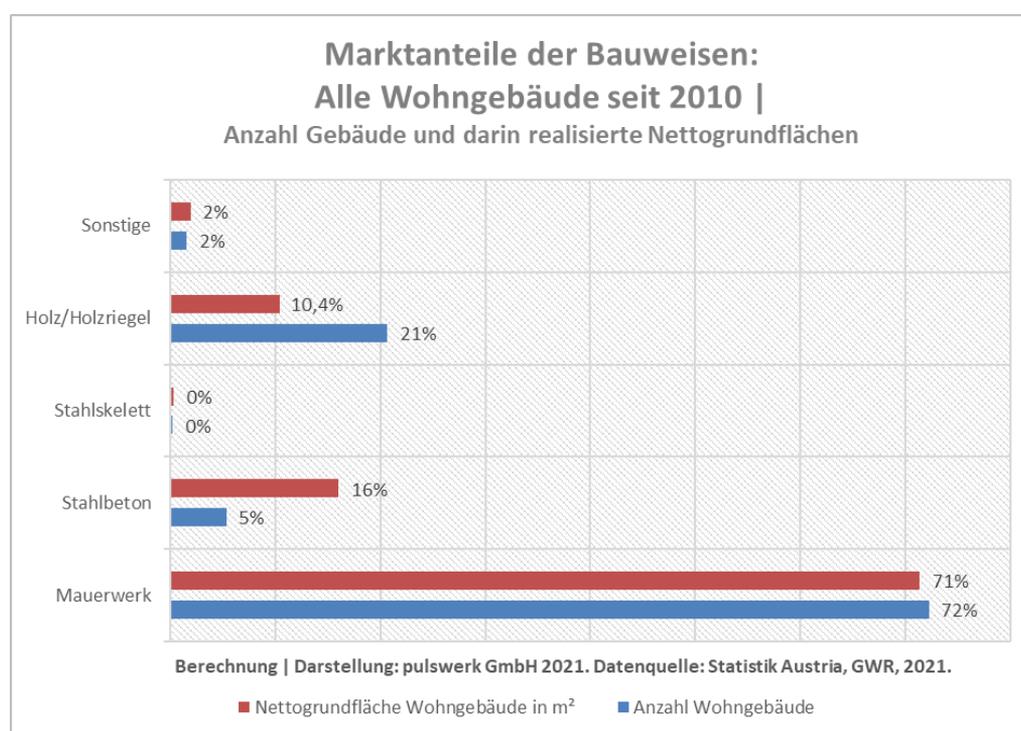
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH

Bei mittel- bis großvolumigen Bauten konkurriert der Stahlbetonbau mit dem Mauerwerksbau sowohl bezogen auf die Anzahl der Gebäude als auch hinsichtlich der realisierten Nettogrundfläche. Bereinigt man die Gesamtzahl aller Gebäude um Ein- und Zweifamilienhäuser sowie um Wohngebäude bis zu 10 Wohneinheiten (verdichteter Flachbau, Reihenhäuser) und werden noch die in der Regel kleinvolumigen landwirtschaftlichen Nutzbauten und freistehende Garagen bei Einfamilienhäusern aus der Grundgesamtheit abgezogen, dann erreicht Stahlbeton 39 Prozent Flächenanteil bei 27 Prozent Objektanteil seine stärkste Ausprägung. Der Mauerwerksbau ist nach wie vor führend (51 Prozent Fläche in 47 Prozent Objekten), der sonst nur wenig in Erscheinung tretende Stahlskelettbau besitzt im Bereich dieser Objektkategorien des Nichtwohnungsbaus eine etwa gleich hohe Bedeutung wie der Holzbau.

7.2 Neu errichtete Wohngebäude nach Bauweisen seit 2010

Die Dominanz des Mauerwerksbaus ist insbesondere durch die starken Marktanteile im Wohnbau und hier wiederum im Bereich der Einfamilienhäuser gegeben. Österreichweit wurden seit dem Jahr 2010 bezogen auf die Gebäudeanzahl 72 Prozent aller Wohngebäude als Mauerwerksbauten realisiert, gefolgt von Holzbauten mit 21 Prozent. Stahlbetonbauten machen bezogen auf die Anzahl lediglich fünf Prozent aller Gebäude aus. Anders ist das Bild, wenn die realisierten Nettogrundflächen betrachtet werden: Auch hier überwiegt zwar der Mauerwerksbau mit 71 Prozent deutlich, Stahlbeton nimmt aber mit 16 Prozent einen deutlich höheren Anteil als der Holzbau ein (10 Prozent). Insgesamt wurden 89,5 Millionen Quadratmeter an Wohnnutzfläche errichtet. In Fußballfeldern: 89.500 (Hektar).

Abbildung 13: Marktanteile an neu errichteten Wohngebäuden nach unterschiedlichen Bauweisen seit 2010 in Prozent.

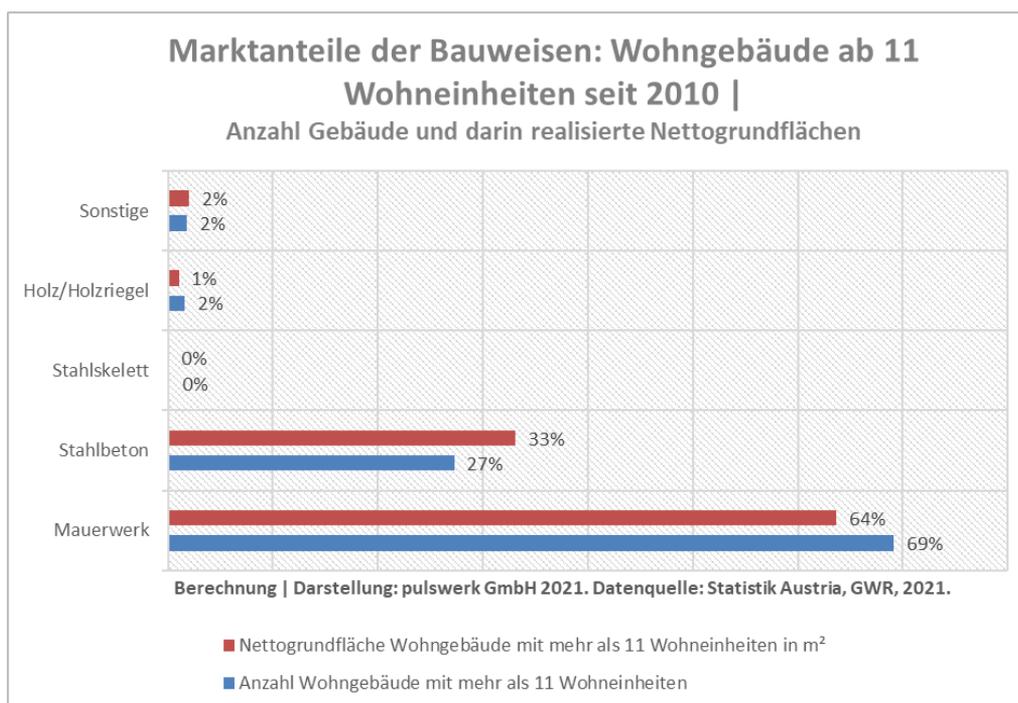


Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH

Dass der Holzbau insbesondere im Einfamilienhausbereich und bei mittelgroßen Wohnbauten präsent ist, zeigt die Detailauswertung nach Gebäudegrößen (gemessen an der Anzahl der errichteten Wohneinheiten in Gebäuden). Bei Wohngebäuden ab 11

Wohneinheiten macht der Holzbau österreichweit nur mehr zwei Prozent der realisierten Nettogrundflächen aus; weitaus relevanter sind hier Stahlbeton mit 33 Prozent (22 Prozent aller Wohngebäude ab 11 Wohneinheiten) und der Mauerwerksbau mit 64 Prozent Flächenanteil (69 Prozent Objektanteil).

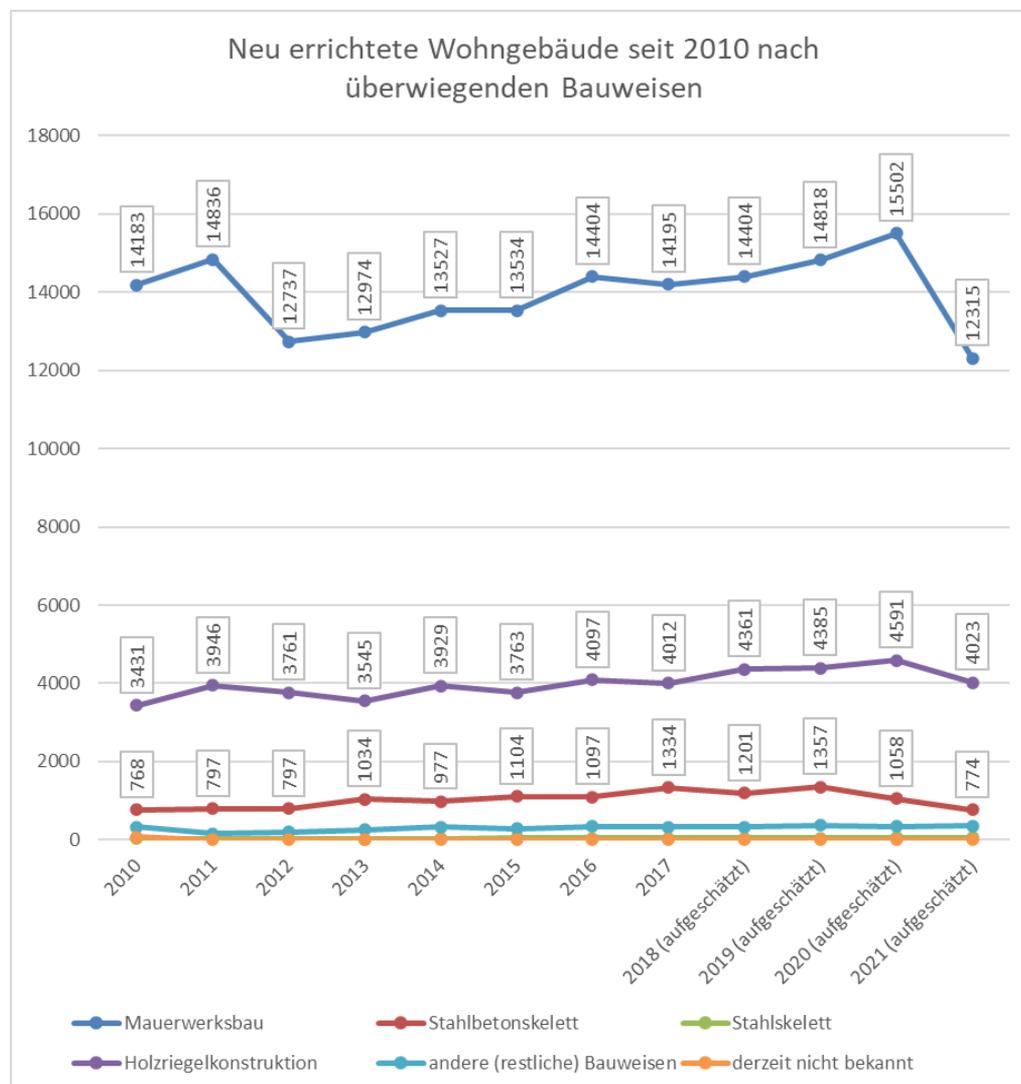
Abbildung 14: Marktanteile an neu errichteten Wohngebäuden in Gebäuden ab 11 Wohneinheiten nach unterschiedlichen Bauweisen seit 2010 in Prozent.



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH

Umgekehrt verhält es sich bei Einfamilienhäusern: Auch hier überwiegt der Mauerwerksbau mit 75 Prozent Flächenanteil, an zweiter Stelle befindet sich der Holzbau mit 19 Prozent Flächenanteil (und 23 Prozent aller Einfamilienhäuser). Dass im letzten Jahrzehnt die Baukonjunktur in Österreich aufgrund ungebremsster Nachfrage nach Wohnraum und damit die Errichtung und Fertigstellung von Wohnbauten mit leichten Schwankungen relativ stabil ist, zeigt die Übersicht zu den Jahreswerten der einzelnen Bauweisen. Das Bild des weit verbreiteten Mauerwerksbaus verfestigt sich auch hier, gemessen an der Anzahl der errichteten Gebäude vom Holzbau, anzahlbezogen weit abgeschlagen der Stahlbetonbau. Betrachtet man die Jahresbauleistungen, dann wird ersichtlich, dass die einzelnen Bauweisen naturgemäß konjunkturbedingte Zuwächse und Rückgänge verzeichnen.

Abbildung 15: Jahreswerte der seit 2010 errichteten Wohnbauten seit 2010 nach Bauweisen.



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH

In den Jahreswerten zeigt sich grundsätzlich die seit 2010 leicht gestiegene Bedeutung des Holzbaus im Wohnbau. Konnte im ersten Pandemie-Jahr 2020 die Bauleistung noch auf einem Höchstwert gehalten werden, folgte im Jahr 2021 ein leichter Einbruch bei den realisierten Gebäuden. Diese Zahl ist insofern noch mit Vorsicht zu geniessen, da es sich um einen aufgeschätzten Wert der Statistik Austria handelt und im GWR aufgrund der Abarbeitung der Berichtslogik erst einige Jahre nach dem Bezugsjahr finale Werte aufscheinen.

Das durchschnittlich errichtete Wohngebäude hat eine realisierte Nettogrundfläche von 386 Quadratmetern. Die Durchschnittsgröße schwankt abhängig von der Bauweise

deutlich: Das durchschnittliche Wohngebäude in Stahlbetonbauweise hat eine Fläche von 1.164 Quadratmetern und ist somit dreimal so groß wie Mauerwerksbauten (381 m²). Durchschnittliche Holzwohnbauten besitzen eine Nettogrundfläche von 194 m² und sind somit sechsmal kleiner als Stahlbetonbauten. Auch hier zeigt sich: Bauten in Stahlbetonbauweise sind in der Regel deutlich größer als die anderen Bauweisen. Der Blick auf die regionalisierten Bundesländer-Auswertungen bestätigt auch im Wohnbau die Verteilungsstruktur aller neu errichteten Gebäude (2010 bis 2019).

Tabelle 17: Anteile nach Bundesländern an Wohnbausegmenten 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche.

	Ein- und Zwei- familien- haus	Anteil an Gesamt in Prozent	Wohn- gebäude mit 3 bis 10 WE	Anteil an Gesamt in Prozent	Wohn- gebäude mit > 10 WE	Anteil an Gesamt in Prozent
Burgenland	2.214.098	6%	365.763	3%	355.846	1%
Kärnten	2.157.893	6%	556.029	5%	1.063.661	4%
Nieder- österreich	9.157.016	25%	1.453.960	13%	3.349.690	12%
Ober- österreich	8.705.987	24%	1.868.038	17%	3.228.899	12%
Salzburg	2.259.377	6%	1.141.010	10%	1.269.483	5%
Steiermark	5.002.440	14%	1.689.333	15%	3.212.642	12%
Tirol	3.485.633	10%	1.937.841	17%	2.029.946	7%
Vorarlberg	1.543.762	4%	1.243.641	11%	1.173.316	4%
Wien	1.671.612	5%	977.689	9%	11.923.167	43%
Gesamt	36.197.816	100%	11.233.303	100%	27.606.649	100%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

In Niederösterreich und Oberösterreich sind mit in Summe 49 Prozent des Nettogrundflächenanteils die meisten Ein- und Zweifamilienhäuser lokalisiert, gefolgt von der Steiermark mit 14 Prozent der Flächenanteile in diesem Segment. Bei den verdichteten Wohnformen und Reihenhäusern mit 3 bis 10 Wohneinheiten sticht das Burgenland mit nur 3 Prozent Flächenanteil an allen Objekten dieses Segments hervor;

der verdichtete Flachbau ist in diesem Bundesland mengenmäßig vergleichbar mit mittel- bis großvolumigen Wohnbauten. 75 Prozent aller Wohnbauten wurden seit 2010 im Burgenland jedoch als Einfamilienhaus errichtet.

Eine interessante, da weitestgehend ausgewogene Verteilung findet sich in Vorarlberg wieder: Zwar liegen die Ein- und Zweifamilienhäuser hinsichtlich der realisierten Neubauf Flächen leicht vorne, der Unterschied zu verdichten Flachbauten und mittel- bis großvolumigen Bauwerken ist aber relativ gering. Weiter interessant: In Wien wurden mehr Flächen im Ein- und Zweifamilienhausbau realisiert, als in Vorarlberg.

Rund 75 Prozent aller Wohnbauflächen wurden in der Bundeshauptstadt erwartungsgemäß im mittel- bis großvolumigen Wohnbau errichtet, hier wird praktisch das umgekehrte Bild zum Burgenland gezeichnet. Dieses Bausegment hat national einen Anteil von 43 Prozent.

Mittel- bis großvolumigen Wohnbauten finden sich mit verstärkten Anteilen auch in Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark (jeweils 12 Prozent der nationalen Gesamtfläche), nur wenige im Burgenland.

Überdurchschnittliche Anteile beim verdichteten Flachbau / Reihenhaus sind mit 15 bis 17 Prozent am nationalen Markt in Oberösterreich, der Steiermark und Tirol zu finden.

Das letztgenannte Bundesland hat quantitativ den höchsten Anteil dieser Baukategorie in ganz Österreich. Neben Wien hat Tirol gemeinsam mit Salzburg als einzige Bundesländer weniger als 50 Prozent Flächenanteil bei neu errichteten Ein- und Zweifamilienhäusern.

Das Burgenland ist traditionellerweise ein Bundesland mit einem hohen Anteil an Ziegelbauten, auch im Neubau des letzten Jahrzehnts spiegelt sich diese Tradition wieder: 84 Prozent aller Wohnbauflächen sind als Mauerwerksbauten realisiert, 12 Prozent in Holzbauweise.

Tabelle 18: Anteile der Bauweisen im Wohnbau nach Bundesländern 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche.

	Mauerwerksbau	Stahlbetonskelett	Stahlskelett	Holzbau	andere Bauweisen
Burgenland	84%	3%	0,2%	12%	1%
Kärnten	71%	14%	0,4%	13%	1%
Niederösterreich	77%	6%	0,1%	15%	1%
Oberösterreich	86%	3%	0,1%	10%	1%
Salzburg	77%	10%	0,1%	11%	2%
Steiermark	72%	12%	0,1%	13%	2%
Tirol	61%	27%	0,2%	9%	2%
Vorarlberg	64%	16%	0,2%	15%	5%
Wien	51%	45%	0,1%	1%	2%
Gesamt	71%	17%	0,1%	10%	2%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

Auch Oberösterreich ist ein „Ziegelnd“: 86 Prozent aller neu errichteten Wohnbauflächen seit 2010 gehören zu dieser Bauweise, zehn Prozent zum Holzbau. Den niedrigsten Anteil der Flächen im neu errichteten Ziegelbau hat Wien mit 51 Prozent. Hier liegt mit 45 Prozent eindeutig der Stahlbetonbau vorne, der Holzbau erreicht mit lediglich 1 Prozent den geringsten Bundesländeranteil aller neun Bundesländer.

Den höchsten Holzbauteil an seit 2010 errichteten Wohnbauflächen besitzt fast erwartungsgemäß Vorarlberg mit 15 Prozent, den gleichen Wert erreicht übrigens auch Niederösterreich. Steiermark und Kärnten realisierten jeweils 13 Prozent ihrer Wohnbauten in Holz, leicht über dem Bundesdurchschnitt liegt noch Salzburg mit 11 Prozent.

Nennenswert überdurchschnittliche Anteile am Stahlbetonbau realisiert Tirol mit 27 Prozent Flächenanteil. Als „sonstige Bauweisen“ sind Mischformen ohne eindeutige Zuordnung zu einer der vier definierten Bauweisen zu verstehen. Im Wohnbau ist der Stahlskelettbau (wie in fast allen anderen Nutzungskategorien) unbedeutend.

7.3 Neu errichtete Nichtwohnbauten nach Bauweisen seit 2010

Die Neubau-Struktur bei Nichtwohnungsbauten unterscheidet sich in Teilen wesentlich vom gesamten Gebäudezuwachs und naturgemäß vom Wohnbau seit 2010. In den Statistiken des Gebäude- und Wohnungsregisters befinden sich folgende Nutzungstypen:

- landwirtschaftliches Nutzgebäude
- freistehende Privatgarage (bein Ein- und Zweifamilienhäusern)
- Gebäude für Gemeinschaften (Wohnheime für Ausbildungszwecke, soziale Aspekte, Altenwohnheime)
- Hotel, Gasthof, Pension und ähnliche Gebäude
- Gebäude für Büro- und Verwaltungszwecke
- Groß- und Einzelhandelsgebäude
- Gebäude des Verkehrs- und Nachrichtenwesens
- Industrie- und Lagergebäude
- Gebäude für Kultur, Freizeit, Bildungs- und Gesundheitswesen
- Kirchen, sonstige Sakralbauten

Von den insgesamt seit 2010 neu errichteten 311.101 Gebäuden gehören 79.308 Gebäude zu einer dieser Nutzungskategorien. Schon im Zuge der Erstauswertung wurde erkannt, dass es hierbei zwei außergewöhnliche Ausreisser gibt, die die statistischen Kennzahlen zum Teil wesentlich beeinflussen. Zum einen wurden seit 2010 insgesamt 33.019 freistehende Garagen bei Ein- und Zweifamilienhäusern errichtet, fast jedes sechste neu errichtete Ein- oder Zweifamilienhaus kann auch auf eine zusätzliche Garage mit einer statistischen Durchschnittsgröße von 74 m² verweisen. Wenn unterstellt wird, dass es sich dabei mehrheitlich um eingeschossige Gebäude handelt, dann handelt es sich wohl eher um Doppelgaragen mit zugehörigen Werk- und Lagerraum (Fläche ca. 8 x 10 Meter). Systemisch sollten diese Bauwerke eher als „Wohnfolgeeinrichtungen bzw. besondere Wohnungsausstattung“ behandelt werden. Zum anderen wurden seit 2010 insgesamt 19.150 landwirtschaftliche Nutzgebäude mit einer Durchschnittsfläche von 311 m² errichtet. Die allermeisten dieser Nutzgebäude sind ohne eigenständige thermische Konditionierung (wie hoffentlich die Garagen auch) und wurden deshalb wie die Garagenbauten aus der weiteren Analyse der neu errichteten Nichtwohngebäude herausgerechnet. In Summe reduziert sich somit der Gebäudepool von Nichtwohngebäuden von insgesamt 79.308 auf 27.139 Gebäude; die neu errichteten Nutzflächen machen ohne Garagen (Fläche gesamt: 2,5 Mio m²) und landwirtschaftliche Nutzbauten (6,4 Mio m²) insgesamt 31,5 Mio. m² anstelle der Gesamtmenge von 40,4

Mio. m² aus. Der Vollständigkeit halber wird ein kurzer statistischer Überblick zu den beiden aussortierten Nutzungstypen gegeben.

Tabelle 19: Flächen und Gebäude von landwirtschaftlichen Nutzbauten und freistehenden Garagen bei Ein-/Zweifamilienhäusern 2010 bis 2021.

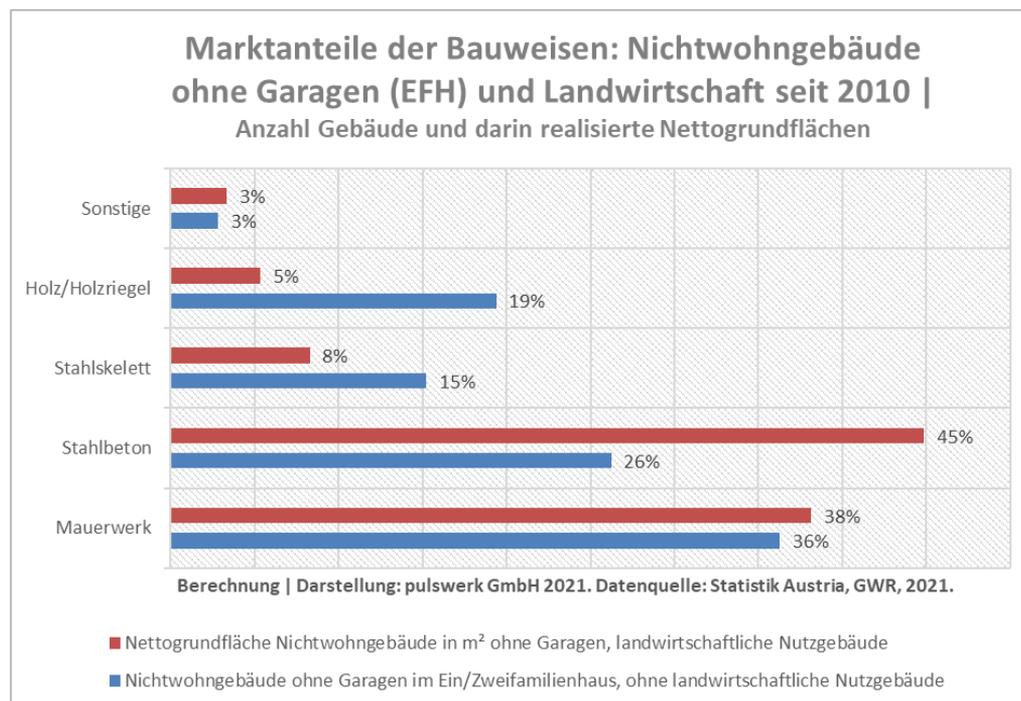
	Landwirt. Nutzbauten	Garagen (bei EFH)	Summe
Anzahl Gesamt	19.150	33.019	52.169
Nettogrundfläche	6.353.792	2.457.121	8.810.913
Durchschnittliche Gebäudegröße	332	74	169
Mauerwerksbauten	4.920	17.613	22.533
Nettogrundfläche	1.701.273	1.100.103	2.801.377
Anteil in Prozent	27%	45%	32%
Stahlbetonbauten	3.613	6.371	9.984
Nettogrundfläche	1.585.500	621.128	2.206.628
Anteil in Prozent	25%	25%	25%
Stahlskelettbauten	1.138	1.138	2.276
Nettogrundfläche	589.653	589.653	1.179.306
Anteil in Prozent	9%	24%	13%
Holzbauten	8.565	7.371	15.936
Nettogrundfläche	2.079.525	349.198	2.428.723
Anteil in Prozent	33%	14%	28%
Sonstige Bauten	910	518	1.428
Nettogrundfläche	395.665	209.198	604.863
Anteil in Prozent	6%	9%	7%
Bauweise unbekannt	4	15	19
Nettogrundfläche	2.176	617	2.793
Anteil in Prozent	0,0%	0,0%	0,0%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

Mauerwerksbauten sind bei diesen Nutzbauten im Vergleich zum Wohnbau unterdurchschnittlich vorhanden. Bei den Landwirtschaftsgebäuden ist erwartungsgemäß ein überdurchschnittlicher Anteil an Holzbauten vorhanden, bei den Garagen sind offensichtlich auch Leichtbauten aus Stahlskelettbau in Metalbauweise stark vertreten. Interessant sind im Zusammenhang mit möglichen Ergänzungsflächen für Photovoltaik die realisierten Nutzflächen: Unter der Annahme, dass es sich überwiegend um eingeschossige Bauten handelt, würden 8,8 Mio. m² Dachfläche aus den in den letzten zehn Jahren neu errichteten Gebäuden für PV-Nutzung zur Verfügung stehen. Das entspricht bei vorsichtiger Rechnung (11 m² / kWp) einer Million Kilowatt peak und somit einer theoretisch installierbaren Leistung von 800 MWp.

In den verbleibenden (in der Regel thermisch konditionierten) Nichtwohnungsbauten verschiebt sich der Anteil der Bauweisen deutlich in Richtung des Stahlbetons.

Abbildung 16: Anteile der Bauweisen im Nichtwohnungsbau ohne freistehende Garagen bei Ein- und Zweifamilienhäusern und ohne landwirtschaftliche Nutzbauten seit 2010.



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH.

Bezogen auf die seit 2010 realisierten Flächen hat der Stahlbeton einen Marktanteil von 45 Prozent bei 26 Prozent aller realisierten Objekte. Mauerwerksbauten machen 36 Prozent aller Objekte und 38 Prozent der errichteten Flächen aus.

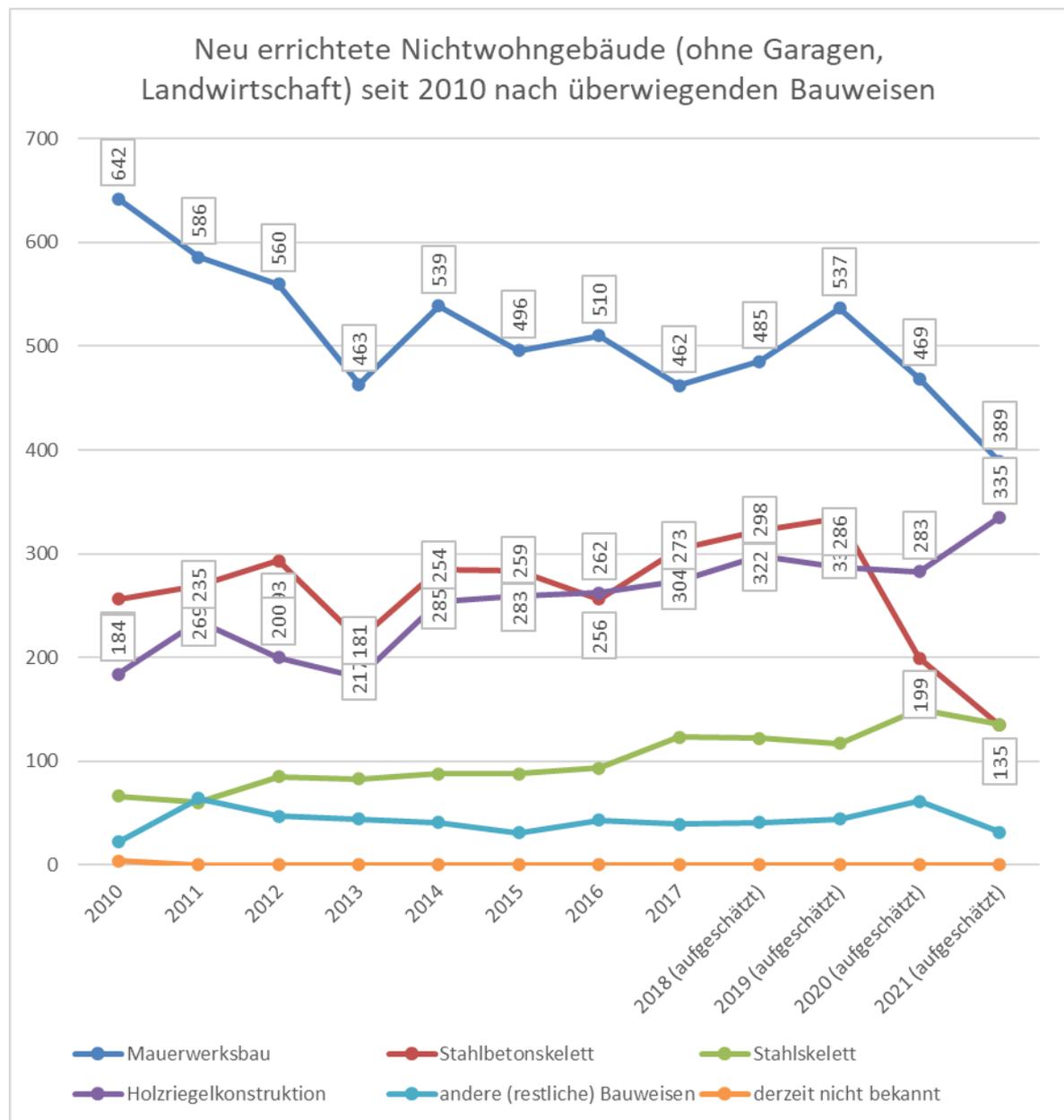
Der Holzbau erreicht gute 19 Prozent Anteil an den Objekten im Nichtwohnungsbau, realisiert dabei aber aufgrund geringerer Objektgrößen nur 5 Prozent der Nettogrundfläche.

Überdurchschnittlich stark vertreten ist auch der Stahlskelettbau mit 15 Prozent der Objekte und einem Flächenanteil von 8 Prozent. Dies hängt vor allem auch damit zusammen, dass in den verbleibenden Nichtwohnungsbaukategorien überdurchschnittlich viele Hallenbauten für Produktion, Lagerung und Verkehrsanlagen enthalten sind.

Insgesamt wurden seit 2010 im Nichtwohnungsbau (ohne Garagen, landwirtschaftliche Nutzbauten) 31,5 Mio. m² Nettogrundfläche produziert, knapp die Hälfte davon in Stahlbeton.

In den letzten drei (noch nicht vollständig abgeschlossenen) Berichtsjahren von 2019 bis 2021 (durch die Statistik Austria aufgeschätzte Werte) konnte der Holzbau gegenüber dem Mauerwerksbau und Stahlbeton deutlich an Marktanteilen zulegen. Man kann gespannt sein, ob dieses Bild auch nach sukzessiver Datenbereinigung so bleibt und ob sich dieser Trend in Zukunft fortsetzt.

Abbildung 17: Jahreswerte der Bauweisen im Nichtwohnungsbau ohne freistehende Garagen bei Ein- und Zweifamilienhäusern und ohne landwirtschaftliche Nutzbauten seit 2010.



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH.

Das durchschnittlich errichtete Nichtwohngebäude (ohne Garagen bei Einfamilienhäusern; ohne landwirtschaftliche Nutzbauten – siehe Einleitung zu 6.3) hat eine realisierte Nettogrundfläche von 1.162 Quadratmetern. Auch hier variieren die Gebäudegrößen in Abhängigkeit von der Bauweise stark: Die Durchschnittsgröße beträgt

im Mauerwerksbau 1.222 m², bei Stahlbeton 1.932 m², bei Holzbauten 320 m². Die aufgrund der zahlreichen Hallenbauten für Gewerbe und Produktion stärker vertretenen Stahlskelettbauten sind mit 632 m² ebenso größer als der Holzbau wie die „sonstigen Bauten“ (Mischformen) mit 1.322 m². Der Trend bei allen anderen Gebäudesegmenten setzt sich fort: Stahlbetonbauten sind in der Regel deutlich größer als die anderen Bauweisen.

Von den realisierten Nettogrundflächen kann im letzten Jahrzehnt der größte Anteil (23 Prozent) in Oberösterreich verortet werden, gefolgt von Wien (19 Prozent) und Niederösterreich (17 Prozent).

Österreichweit nimmt der Holzbau einen Anteil von 10 Prozent der Nettogrundfläche ein, mit mehr als einer Million Quadratmetern wurde fast ein Drittel der Holzbauflächen in Österreich in Oberösterreich errichtet. Bezogen auf die Anteile in den einzelnen Bundesländern ist der Holzbau mit 16 Prozent in Vorarlberg am stärksten vertreten (Mauerwerk 28% | Stahlbeton 39% | Stahlskelett 11% | Sonstige 6%), in Wien mit lediglich einem Prozent am schwächsten. In der Bundeshauptstadt überwiegt der Mauerwerksbau (56%) vor Stahlbeton (38%).

Stahlbeton ist in den Bundesländern gemessen an den Marktanteilen in Tirol mit 50 Prozent und in der Steiermark mit 48 Prozent überdurchschnittlich stark vertreten.

Tabelle 20: Anteile der Bauweisen im Nichtwohnungsbau nach Bundesländern 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche.

Nettogrundflächen Bauweisen 2010 bis 2019 Nichtwohnungsbau nach Bundesländern						
	Alle	Mauerwerk	Stahlbeton	Stahl	Holzbau	andere
Burgenland	978.359	314.870	340.378	224.798	69.618	28.695
Kärnten	1.496.343	556.070	564.594	160.471	178.460	36.749
NÖ	5.975.808	2.008.872	2.488.267	697.568	611.212	169.890
OÖ	8.007.118	2.607.703	3.195.803	719.242	1.041.269	443.102
Salzburg	2.090.391	945.691	683.215	61.127	259.411	140.948
Steiermark	4.891.011	1.254.341	2.345.781	559.912	561.333	169.644
Tirol	3.246.965	975.331	1.636.308	132.756	321.121	181.449
Vorarlberg	1.260.155	346.598	486.837	144.404	206.242	76.074
Wien	6.556.471	3.685.256	2.516.966	185.490	39.716	129.043
Gesamt	34.502.622	12.694.729	14.258.150	2.885.769	3.288.381	1.375.593
Prozentanteile Bauweisen 2010 bis 2019 im Nichtwohnungsbau nach Bundesländern						
Burgenland	3%	32%	35%	23%	7%	3%
Kärnten	4%	37%	38%	11%	12%	2%
NÖ	17%	34%	42%	12%	10%	3%
OÖ	23%	33%	40%	9%	13%	6%
Salzburg	6%	45%	33%	3%	12%	7%
Steiermark	14%	26%	48%	11%	11%	3%
Tirol	9%	30%	50%	4%	10%	6%
Vorarlberg	4%	28%	39%	11%	16%	6%
Wien	19%	56%	38%	3%	1%	2%
Gesamt	100%	37%	41%	8%	10%	4%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH.

Mit Blick auf die Arten an Nichtwohngebäuden kann festgehalten werden, dass der Errichtung von Gebäuden für Industrie, Gewerbe/Produktion und Lagergebäuden mit einem Gesamtanteil von 28 Prozent aller realisierten Flächen eine überdurchschnittlich hohe Bedeutung zukommt. Die landwirtschaftlichen Nutzbauten liegen in dieser Betrachtung mit 15 Prozent an zweiter Stelle, dicht gefolgt von Büro- und Verwaltungsbauten (14 Prozent) und Bauten für Kultur, Freizeit, Bildung und Gesundheit (13 Prozent). Auch Bauten des Groß- und Einzelhandels (Supermärkte, Fachmärkte, Einkaufszentren, wenige kleinstrukturelle Handelsbauten) sind mit 11 Prozent (oder knapp 4 Millionen Quadratmeter Nutzfläche) noch im zweistelligen Bereich der realisierten Marktanteile. Aufgrund der im Zeitraum 2010 bis 2019 mit 9,6 von insgesamt 34,5 Millionen Quadratmetern hohen Marktanteile der Industriebauten und Lagergebäude nimmt dieser Nutzungstyp auch bei allen Bauweisen eine starke anteilige quantitative Präsenz ein, welche lediglich im Holzbau gebrochen wird.

Beim Holzbau stellen die landwirtschaftlichen Nutzbauten innerhalb der Bauweise die mit Abstand bedeutsamste Nutzungsform dar: 50 Prozent aller Holzbau-Nettogrundflächen wurden in landwirtschaftlichen Nutzbauten realisiert, weitere 19 Prozent im nicht gänzlich anderen Segment der Industrie- und Lagergebäude. Die restlichen 31 Prozent verteilen sich auf sämtliche anderen Nutzungstypen, wobei „Sozialgebäude“ (Kultur, Bildung, Freizeit, Gesundheit; 8 Prozent aller Holzbauten) und freistehende Garagen bei Einfamilienhäusern (9 Prozent aller Holzbauten) noch etwas bedeutsamer sind als die verbleibenden Typen.

Wenig überraschend besitzen Industrie- und Lagergebäude für den Stahlskelettbau eine große Bedeutung: 61 Prozent aller Flächen dieser Bauweise wurden in diesem Segment realisiert, weitere 16 Prozent in landwirtschaftlichen Nutzgebäuden.

Bezogen auf die realisierten Gesamtflächen in Stahlbetonbauweise stechen mit 31 Prozent Anteil einmal mehr die Industrie- und Lagergebäude hervor, gefolgt von Gebäuden des Groß- und Einzelhandels (15 Prozent), Büro- und Verwaltungsbauten und Sozialbauten (jeweils 14 Prozent). Der ebenfalls weitestgehend „massive“ Mauerwerksbau verteilt sich recht gleichmäßig auf die unterschiedlichen Nutzungstypen, Bürobauten (20 Prozent) und Industrie-/Lagergebäude (19 Prozent) ragen in ihrer Bedeutung etwas heraus.

Tabelle 21: Nichtwohnungsbauten von 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche und Bauweise, nach österreichweit realisierten Marktanteilen.

Nichtwohngebäude (Nutzung) 2010 bis 2019 nach Bauweisen und realisierten Nettogrundflächen						
	Alle	Mauerwerk	Stahlbeton	Stahlskelett	Holzbau	Sonstige
Landwirtschaftliche Nutzbauten	5.032.228	1.369.661	1.280.648	465.678	1.628.988	285.078
Freistehende Garagen	2.032.213	900.849	528.716	150.952	267.133	183.945
Gebäude Gemeinschaften	1.265.067	651.182	505.698	15.874	39.075	53.237
Hotel, Pension, Gasthof	2.422.644	1.208.387	871.716	8.628	205.009	128.904
Büro- und Verwaltung	4.978.476	2.500.546	2.048.258	134.940	119.224	175.290
Groß- und Einzelhandel	3.925.727	1.389.291	2.098.490	226.953	104.434	106.560
Verkehrs-, Nachrichtenwesen	741.175	252.907	343.595	74.342	19.600	50.631
Industrie- und Lagerbau	9.634.157	2.452.836	4.530.559	1.765.673	616.130	267.686
Kultur/Freizeit/Bildung/Gesundheit	4.447.595	1.945.754	2.047.841	42.646	286.952	124.263
Kirchen und Sakralbauten	27.864	23.317	2.628	84	1.835	-
Gesamt	34.507.145	12.694.729	14.258.149	2.885.769	3.288.381	1.375.593
Nichtwohngebäude (Nutzung) 2010 bis 2019 nach Bauweisen und deren Prozentanteile in den Nutzungstypen						
	Alle	Mauerwerk	Stahlbeton	Stahlskelett	Holzbau	Sonstige
Landwirtschaftliche Nutzbauten	15%	11%	9%	16%	50%	21%
Freistehende Garagen	6%	7%	4%	5%	8%	13%
Gebäude Gemeinschaften	4%	5%	4%	1%	1%	4%
Hotel, Pension, Gasthof	7%	10%	6%	0%	6%	9%
Büro- und Verwaltung	14%	20%	14%	5%	4%	13%
Groß- und Einzelhandel	11%	11%	15%	8%	3%	8%
Verkehrs-, Nachrichtenwesen	2%	2%	2%	3%	1%	4%
Industrie- und Lagergebäude	28%	19%	32%	61%	19%	19%
Kultur/Freizeit/Bildung/Gesundheit	13%	15%	14%	1%	9%	9%
Kirchen und Sakralbauten	0,1%	0,2%	0,02%	0,001%	0,1%	0%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH.

Tabelle 22: Nichtwohnungsbauten von 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche und Bauweise, nach österreichweit realisierten Marktanteilen.

Nichtwohngebäude 2010 bis 2019 nach prozentueller Verteilung der Bauweisen in den Nutzungstypen						
	Alle	Mauerwerk	Stahlbeton	Stahlskelett	Holzbau	Sonstige
Landwirtschaftliche Nutzbauten	100%	27%	25%	9%	32%	6%
Freistehende Garagen	100%	44%	26%	7%	13%	9%
Gebäude Gemeinschaften	100%	51%	40%	1%	3%	4%
Hotel, Pension, Gasthof	100%	50%	36%	0%	8%	5%
Büro- und Verwaltung	100%	50%	41%	3%	2%	4%
Groß- und Einzelhandel	100%	35%	53%	6%	3%	3%
Verkehrs-, Nachrichtenwesen	100%	34%	46%	10%	3%	7%
Industrie- und Lagerbau	100%	25%	47%	18%	6%	3%
Kultur/Freizeit/Bildung/Gesundheit	100%	44%	46%	1%	6%	3%
Kirchen und Sakralbauten	100%	84%	9%	0,3%	7%	0%
Gesamt	100%	37%	41%	8%	10%	4%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube. Grafik pulswerk GmbH.

Betrachtet man die Verteilung der Bauweisen innerhalb der einzelnen Nutzungstypen, dann wurden bei den Wohnbauten nicht unähnlichen „Gebäuden für Gemeinschaften“ mehr als 90 Prozent aller Flächen in Mauerwerk (51 Prozent) und Stahlbeton (40 Prozent) errichtet; exakt die gleichen Flächenanteile realisierten die beiden Bauweisen auch im Büro- und Verwaltungsbau, ähnliche bei Tourismusgebäuden (50 / 36 Prozent). In umgekehrter Reihenfolge taucht der Stahlbetonbau vor dem Mauerwerksbau bei Gebäuden des Groß- und Einzelhandels (Stahlbeton 53 Prozent | Mauerwerk 35 Prozent) sowie des Verkehrs- und Nachrichtenwesens (46 Prozent | 34 Prozent) und knapper bei Kultur-/Freizeit-/Bildungs- und Gesundheitsbauten (46 Prozent | 44 Prozent).

Geht es um die „Nr 1“ bei den Nutzungstypen, so gewinnt diese der Holzbau bei landwirtschaftlichen Nutzbauten; Stahlbeton in den vier Kategorien Handelsbauten, Verkehrs-/Nachrichtenwesen, Industrie- und Lagerbauten sowie im Bereich der Sozialnutzungen aus Bildung / Gesundheit / Kultur / Freizeit. Österreichs Kirchen und

Sakralbauten sind fest in der Hand des Mauerwerksbaus: 84 Prozent aller dieser Gebäude sind dieser Bauweise zuzurechnen, wobei der Mauerwerksbau führend auch bei Garagen, Gemeinschaftsbauten, Tourismusbauten und Bürobauten ist.

Bezogen auf alle Nichtwohnbauten und damit 34,5 Millionen Quadratmeter der in den Jahren 2010 bis 2019 realisierten Flächen-Bauleistungen erreicht der Stahlbetonbau einen Anteil von 41 Prozent, der Mauerwerksbau von 37 Prozent, der Holzbau von 10 Prozent, der Stahlskelettbau von 8 Prozent und sonstige (Misch-)Bauweisen von 4 Prozent.

7.4 Bauweisen und Energiesysteme seit 2010

Das von der Statistik Austria geführte Gebäude- und Wohnungsregister enthält auch Aussagen zu den realisierten Energiesystemen, wobei hier sowohl die vorhandene Datenstruktur als auch die realisierte Implementierung der Realdaten aus den zuständigen Bauabteilungen in den Gemeinden (Magistraten bei Städten mit Magistraten) großen Interpretationsspielraum zulässt. Grundsätzlich wird bei der Erfassung der Energieversorgungssysteme bei geplanten und fertiggestellten Gebäude unterschieden zwischen:

- Verwendeter Brennstoff der zentralen Beheizung; folgende Merkmalsausprägungen finden Verwendung:
 - Zentral beheizt mit auswahlweise Heizöl Extraleicht, Heizöl Leicht, Erdgas, Flüssiggas, Nah- und Fernwärme, Kohle, Scheitholz, Hackschnitzel, Holz-Pellets, Sonstige Biomasse, Strom, sonstiger Brennstoff oder Brennstoff derzeit nicht bekannt
 - Dezentral beheizt
 - Nicht beheizt
 - Zentrale / dezentrale. Beheizung derzeit nicht bekannt
 - Rest
- Wärmebereitstellungssystem des zentralen Heizsystems; folgende Merkmalsausprägungen finden Verwendung:
 - Zentral beheizt mit auswahlweise Standardkessel, Niedertemperaturkessel, Brennwertkessel, Wärmepumpe (Außenluft/Wasser), Wärmepumpe (Sole/Wasser), Wärmepumpe (Wasser/Wasser), Wärmepumpe (sonstige), thermische Solaranlage, Fernwärme, Nahwärme (Blockheizung), sonstige

- Wärmebereitstellungssysteme, oder Wärmebereitstellungssystem derzeit nicht bekannt
- dezentral beheizt
- nicht beheizt
- zentral / dezentrale Beheizung derzeit nicht bekannt
- Rest
- Wärmeabgabesystem des zentral beheizten Gebäudes; folgende Merkmalsausprägungen finden Verwendung:
 - Wärmeabgabesystem des zentral beheizten Gebäudes mit auswahlsweise kleinflächiger Wärmeabgabe (Radiatoren, klassische Heizkörper), Flächenheizung (Fußboden, Wand, Decke), Luftheizung (via Lüftungsanlage; dezidiert genannt: Passivhausstandard), Gebläsekonvektor, Wärmeabgabesystem derzeit nicht bekannt
 - dezentral beheizt
 - nicht beheizt
 - zentrale / nicht zentrale Beheizung derzeit nicht bekannt
 - Rest

Mehrfachnennungen bei Brennstoff, Wärmebereitstellung und Wärmeabgabe werden nicht berücksichtigt. Bei dezentralen Systemen wird keine Angabe zu den jeweiligen Systemen gemacht. dezentrale Beheizung wird ohne Brennstoffangabe dokumentiert. Gleichzeitig gibt es im Unterschied zur Erfassung der Bauweisen bei den dokumentierten Wärmesystemen derzeit noch eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Gebäuden, bei denen (wohl auch aufgrund der Vielzahl der oben dargestellten Erfassungsmerkmale) derzeit in der Erfassung die Angabe „zentrale / nicht zentrale Beheizung derzeit nicht bekannt“ und damit einhergehend weder Aussagen zur Brennstoffwahl, zum Wärmebereitstellungssystem oder zum Wärmeabgabesystem vorhanden sind. Die Erfassungskategorie „Rest“ ist gleichzeitig (und wahrscheinlich auch aufgrund der Möglichkeit zur zeitweiligen „Nichtdeklaration“ via „zentral / dezentral derzeit nicht bekannt“ im Betrachtungszeitraum irrelevant: Kein einziges Gebäude wurde mit dieser Merkmalsausprägung bei der Brennstoffwahl deklariert. Die statistische Datengrundlage wird in einem eigenen Exkurs zur Datenqualität kurz erläutert.

Exkurs: Datenqualität GWR im Heizungsbereich

Die Statistik Austria räumt selbst ein, dass aufgrund oft zeitlich deutlich verzögerter Dateieinmeldungen der zuständigen kommunalen Behörden einzelne Datenbestände

unvollständig sind und auch erst sukzessive mit zeitlicher Verzögerung laufend aktualisiert werden. Dabei kommt es zu Revisionen bis zum Jahr 2005 zurück. Von besonderer Bedeutung für Informationen zur Wärmeversorgung ist dabei der Umstand, dass zahlreiche Einmeldungen die Aussage besitzen, dass „zentrale oder dezentrale Beheizung derzeit nicht bekannt“ ist. Einhergehend damit gibt es für Datensätze mit dieser Merkmalsausprägung auch keine Aussage, mit welchem Brennstoff diese Gebäude (haupt-)versorgt sind. Grundsätzlich ist auch anzumerken, dass es insbesondere im hocheffizienten Bereich vermehrt zu Mischsystemen kommt, die in der Datenerfassung derzeit nicht berücksichtigt werden.

Bezogen auf die Auswertung der neu errichteten Gebäude mit ihren Bauweisen und darin verwendeten Heizsystemen bedeutet dies für Wohngebäude ab 2010 einen gegenwärtig gegebenen Informationsausfall von 20 Prozent, bei Nichtwohngebäuden von 24 Prozent. Auffällig ist, dass die nicht deklarierten Heizungssysteme in den Jahren um 2010 deutlich höher sind (bis zu 30 Prozent) als in den letzten Jahren. In Anbetracht der durchaus komplexen Datenerhebung mit jeweils getrennt erhobenen verwendeten Brennstoff, Wärmebereitstellungssystem und Wärmeabgabesystem kann auch davon ausgegangen werden, dass hier eine gewisse Überforderung bei den dafür verantwortlichen Behörden (die oftmals durch „Mini-Bauämter“ (Gemeindesekretariat) auf Gemeindeebene definiert sind) gegeben sein kann.

In der nachfolgenden Auswertung wurde die Bezugsmenge der Gebäude deshalb um die derzeit noch nicht deklarierten Heizsysteme reduziert. Eine (lineare) Aufrechnung und Verteilung der „noch nicht Deklarierten“ auf alle Gebäude wurde nicht durchgeführt, da diese sachlich nicht gerechtfertigt ist.

Gleichzeitig gibt es auch die Merkmalsausprägung „zentrale Beheizung, Brennstoff / Wärmebereitstellungssystem / Wärmeabgabesystem“ nicht bekannt. Hier sind die (derzeit) noch nicht deklarierten Gebäude bei den Brennstoffen und Wärmebereitstellungssystemen zwischen 4 und 8 Prozent, bei den Wärmeabgabesystemen zwischen 10 und 14 Prozent. Es darf vermutet werden, dass es sich hierbei insbesondere auch um Mischsysteme handeln kann, bei denen eine eindeutige Zuordnung nicht möglich war. Auch hier ist erkennbar, dass fehlende Zuordnungen um 2010 deutlich höher sind als in aktuelleren Jahren: Zuletzt machen diese nur mehr den niedrigen einstelligen Prozentbereich aus, wären somit eigentlich vernachlässigbar. Die Merkmalsausprägungen „zentrale Beheizung, System nicht bekannt“ wurde in der Datenauswertung belassen, da diese zumindest Auskunft über zentrale oder dezentrale Wärmesysteme gibt.

Insgesamt sind die Zuordnungen der Bauweisen zu den Wärmeversorgungssystemen somit mit gewissen Vorbehalten und Ungenauigkeiten verbunden, können im Durchschnitt der Jahre etwa bis zu einem Drittel der Betrachtungsjahre ausmachen. Diese Unsicherheiten nehmen jedoch in den letzten Jahren deutlich ab und sind dort nur mehr bis rund 10 Prozent vorhanden.

Hauptbrennstoffe nach Bauweisen seit 2010

Bei den seit 2010 in Wohngebäuden realisierten Wärmesystemen überwiegen grundsätzlich zentrale Versorgungssysteme gegenüber dezentralen Systemen deutlich. Auch wenn aufgrund der oben dargestellten Dokumentationseinschränkungen im GWR-System bei knapp 20 Prozent aller realisierten Flächen nicht bekannt ist, ob diese zentral oder dezentral versorgt sind, ist davon auszugehen, dass weit über 80 oder gar 90 Prozent der errichteten Wohngebäude auf zentrale Versorgung setzen.

Von 2010 bis 2021 (Anmerkung: für die Jahre 2019 bis 2021 weist die Statistik „vorläufige Werte“ aus) wurde ein Anteil von rund 15 bis 20 Prozent der neu errichteten Wohngebäude mit einem fossilen Wärmesystem fast ausschließlich auf Gas-Basis ausgestattet. Öl und Kohle hatten einen verschwindenden Anteil von wenigen Zehntel Prozentpunkten. Nahezu gleichauf rangiert die Nah- und Fernwärme, leicht darunter die Biomasse. Stromsysteme (und damit vorwiegend zentrale Wärmepumpensysteme) zeigen mit definitiven 17,7 und wahrscheinlichen 20 bis 25 Prozent Flächenanteil das im letzten Jahrzehnt erfolgreichste Wärmesystem. Die genannten Bandbreiten-Werte sind auf eine Umlegung der derzeit noch nicht final deklarierten Wärmesysteme zurückzuführen, die aktuell definitiv deklarierten Zuordnungen finden sich in der nachstehenden Tabelle.

Tabelle 23: Wohnungsbauten von 2010 bis 2021 nach errichteter Nettogrundfläche und verwendetem Heizsystem

Wohngebäude Nettogrundfläche (Nettogeschoßfläche) insgesamt (in m²)						
Jahr Heizsystem	2010 bis 2012	2013 bis 2015	2016 bis 2018	2019 bis 2021	2010 bis 2021	in Prozent
Fossil: Öl, Kohle, Gas	2.451.262	3.607.494	3.800.455	2.347.366	12.206.576	13,3%
Nah-/Fernwärme	2.053.029	2.881.103	3.698.832	2.736.132	11.369.097	12,4%
Biomasse	2.847.907	2.798.901	2.368.009	1.923.868	9.938.685	10,8%
Strom	1.671.497	3.085.793	4.799.702	6.638.641	16.195.633	17,7%
Sonstiger Brennstoff	1.664.864	2.257.826	2.373.989	3.129.971	9.426.649	10,3%
Zentral, Brennstoff nicht bekannt	2.521.324	1.763.521	1.577.887	1.240.803	7.103.534	7,8%
Dezentral (Brennstoff nicht bekannt)	1.184.984	1.568.967	2.238.372	1.949.862	6.942.185	7,6%
Nicht beheizt	14.595	19.988	21.643	14.746	70.972	0,1%
Zentral / dezentral nicht bekannt	5.292.057	3.468.869	4.537.390	5.105.915	18.404.231	20,1%
Summe	19.701.518	21.452.462	25.416.278	25.087.304	91.657.562	100,0%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

Bei insgesamt knapp 35 Prozent aller deklarierten Flächen kann gegenwärtig nicht definitiv gesagt werden, mit welchem Brennstoff das Wärmesystem betrieben wird, bei daraus 20 Prozent fehlt die Kenntnis darüber, ob es sich um ein zentrales oder dezentrales System handelt. Unter den definitiv deklarierten Systemen finden sich zentrale Stromsysteme (Wärmepumpen) mit 17,7 Prozent vor fossilen Systemen (praktisch aus-

schließlich Gas) mit 13,3 Prozent. 12,4 Prozent werden mit Nah- oder Fernwärme betrieben, 10,8 Prozent mit Biomasse (überwiegend Holz, rund 1% sonstige Biomasse). Im Bereich der neu errichteten Nichtwohnbauten ergibt sich hinsichtlich der Versorgung mit fossilen Brennstoffen ein noch schlechteres Bild: Deziert deklariert nehmen fossile Wärmesysteme mit 13,6 Prozent den größten Anteil ein. Legt man die nicht zuordenbaren Nutzflächen linear auf ihre Sektoranteile um, dann resultieren daraus bis zu 25 Prozent fossile Systeme.

Tabelle 24: Nicht-Wohnungsbauten von 2010 bis 2021 nach errichteter Nettogrundfläche und verwendetem Heizsystem

Nicht-Wohngebäude Nettogrundfläche (Nettogeschoßfläche) insgesamt (in m²)						
Jahr Heizsystem	2010-2012	2013-2015	2016-2018	2019-2021	Gesamt	InProzent
Fossil: Öl, Kohle, Gas	1.186.220	1.576.016	1.523.939	1.405.861	5.692.036	13,6%
Nah-/Fernwärme	1.182.438	1.466.815	1.128.011	1.067.160	4.844.425	11,6%
Biomasse	705.934	651.039	687.231	577.372	2.621.575	6,3%
Strom	235.085	468.645	823.684	1.195.465	2.722.879	6,5%
Sonstiger Brennstoff	375.054	401.299	684.548	738.438	2.199.339	5,3%
Zentral, Brennstoff nicht bekannt	808.852	627.114	556.645	440.272	2.432.883	5,8%
Dezentral (Brennstoff nicht bekannt)	717.763	496.329	629.013	567.114	2.410.218	5,8%
Nicht beheizt	1.350.962	2.232.242	2.364.214	2.861.700	8.809.118	21,1%
Zentral / dezentral nicht bekannt	3.974.758	2.351.511	1.954.927	1.788.111	10.069.306	24,1%
Summe	10.537.065	10.271.009	10.352.213	10.641.492	41.801.779	100,0%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

Mit Blick auf diese Daten der Neubautätigkeit des letzten Jahrzehnts ist klar, dass der mittelfristige Sanierungsbedarf für Klimaneutralität bis 2040 auch noch relativ junge Gebäude betrifft, die hinsichtlich ihrer Hüllqualitäten im Vergleich zum älteren Bestand als energietechnisch optimierte Gebäude zu bezeichnen sind.

Tabelle 25: Gebäudebestand 2021 in Österreich

Gebäude und Nettogrundfläche in Österreich						
Bundesland	Nettogrundfläche in Quadratmetern			Gebäude		
	Wohngebäude	Andere Gebäude	Zusammen	Wohngebäude	Andere Gebäude	Zusammen
Burgenland	16.134.736	6.833.044	22.967.780	113.488	9.621	123.109
Kärnten	28.296.218	15.741.097	44.037.315	153.854	18.611	172.465
Niederösterreich	89.042.839	43.772.587	132.815.426	541.385	50.048	591.433
Oberösterreich	71.433.662	44.101.253	115.534.915	346.004	37.425	383.429
Salzburg	24.548.867	17.533.444	42.082.311	112.649	16.584	129.233
Steiermark	58.589.098	31.969.941	90.559.039	315.841	34.810	350.651
Tirol	34.576.232	25.427.231	60.003.463	153.200	24.545	177.745
Vorarlberg	17.626.074	10.205.650	27.831.724	88.432	10.037	98.469
Wien	68.369.175	31.630.024	99.999.199	149.126	15.620	164.746
Bestand 31.10.2011	408.616.901	227.214.271	635.831.172	1.973.979	217.301	2.191.280
Zuwachs 2011-2021	85.488.335	38.208.459	123.696.794	217.423	75.365	292.788
Zuwachs in Prozent	21%	17%	19%	11%	35%	13%
Bestand 2021	494.105.236	265.422.730	759.527.966	2.191.402	292.666	2.484.068

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

Von den insgesamt rund 760 Millionen Quadratmetern Nettogrundfläche in Österreichs Gebäuden wurden knapp 20 Prozent (rund 125 Millionen Quadratmeter) in den letzten zehn Jahren neu errichtet. Diese Entwicklung ist insbesondere auf die positive Bevölkerungsentwicklung Österreichs im letzten Jahrzehnt zurückzuführen: Lebten Ende 2011 noch 8,41 Millionen Menschen in Österreich, so sind es Ende 2021 bereits 8,98 Millionen. Einhergehend damit ist naturgemäß der Bedarf an Wohnraum und logischerweise auch Nichtwohngebäuden deutlich gestiegen. Das

Bevölkerungswachstum alleine reicht jedoch nicht als Erklärungsansatz aus: Würden die zusätzlichen 85 Millionen Quadratmeter Wohnnutzfläche allein dem Bevölkerungswachstum zugerechnet, so ergibt dies knapp 150 Quadratmeter pro Person und somit den mehr als dreifachen Wert des durchschnittlichen Pro-Kopf-Bedarfs an Wohnfläche in Österreich. Folgerichtig ist davon auszugehen, dass zum einen veränderte sozioökonomische Rahmenbedingungen und Lebensstile (u.a. Trend zum Singlehaushalt), zum anderen vermehrte Zweitwohnsitze wesentlich die Dynamik mitbestimmen. Für das Ziel Treibhausgasneutralität und Vermeidung negativer Folgen für die Umwelt stellt diese Entwicklung eine zusätzliche Herausforderung dar und benötigt zusätzlich zu gestiegenen Anforderungen an Energiebereitstellung auch große Aufmerksamkeit für Fragen des Flächenverbrauchs, den resultierenden Mobilitätsanforderungen und des Ressourcen- und Energieverbrauchs für die Bereitstellung der Gebäude.

Bauweisen und für die Wärmebereitstellung verwendete Brennstoffe seit 2010

Analysiert man die Bauweisen und die jeweils verwendeten Brennstoffe für die Wärmebereitstellung, dann wird deutlich, dass im letzten Jahrzehnt erneuerbare und / oder hocheffiziente zentrale System (Fernwärme) zunehmend größere Bedeutung erhalten haben und dabei die Wärmepumpe (Anmerkung: „Strom (zentral)“ als relevantes System) mit insgesamt 14 Prozent genauso viel Bedeutung wie zentrale Gasanlagen (13 Prozent) besitzt.

Unter den Bauweisen ist auffällig, dass im Holzbau grundsätzlich weniger fossile Systeme eingesetzt wurden, als bei den anderen Bauweisen. Summiert man die „erneuerbaren Systeme“ mit der Fernwärme und Wärmepumpenheizungen (Strom), dann ergibt sich für praktisch alle Bauweisen ein ähnliches Bild: Der so gebildete Summenanteil macht zwischen knapp 35 (Stahlbeton) und knapp 40 Prozent (Mauerwerk, Holz) aus; in linearer Umlegung der „derzeit nicht bekannten“ Systeme zwischen 45 und über 50 Prozent.

Im Stahlbeton / Stahlbetonskelettbau (überwiegend großvolumige Wohnbauten, Bürobauten und dergleichen) nimmt Gas mit 17 bis 20 Prozent (inkl. Umlegung nicht deklarerter Systeme) eine nicht zu unterschätzende Rolle ein, im quantitativ nicht so relevanten Stahlskelettbau (insbesondere Hallenbau) mit 21 bis 25 Prozent ebenso. Die hohe Anzahl unbeheizter Gebäudeflächen bei Stahl, Holz und sonstige (Hybrid-)Bauten

erklärt sich dadurch, als dass diese Bauweisen sowohl bei landwirtschaftlichen Nutzbauten als auch im Garagenbau eine wesentliche Rolle einnehmen.

Zusammenfassend kann hinsichtlich der im Neubau der letzten zehn Jahre verwendeten Energieträger für das Wärmesystem festgehalten werden, dass fossile Systeme eine zusehends geringere Bedeutung besitzen; im Holzbau mit sieben Prozent bereits eine untergeordnete Rolle einnehmen.

Tabelle 26: Bauweisen und Energieträger des Wärmesystems in seit 2010 neu errichteten Gebäuden

Seit 2010 neu errichtete Gebäude / realisierte Nettogrundflächen nach Bauweisen und Wärmesystem in Prozent							
Bauweise	Mauerwerk	Stahlbeton	Stahl	Holzriegel	Sonstige	unbekannt	Gesamt
Nah-/Fernwärme	12%	17%	5%	5%	11%	2%	12%
Holz/Biomasse (zentral)	11%	5%	4%	12%	11%	2%	9%
Strom (zentral)	16%	6%	6%	23%	12%	0%	14%
Sonstige (zentral)	10%	5%	3%	12%	11%	1%	9%
Kohle (zentral)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Heizöl (zentral)	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
Gas (zentral)	12%	17%	21%	7%	11%	2%	13%
Brennstoff n.b.	7%	7%	3%	8%	6%	22%	7%
dezentral beheizt	6%	10%	5%	5%	6%	1%	7%
nicht beheizt	3%	8%	32%	16%	13%	0%	7%
zentral/dezentral n.b.	22%	25%	20%	11%	18%	70%	21%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

Bauweisen und Wärmebereitstellungssysteme seit 2010

Die in der Statistik dokumentierten technischen Wärmebereitstellungssysteme bestätigen die These gesteigener Bedeutung von Wärmepumpensystemen. Bauweisen-unabhängig finden sich Wärmepumpen in rund 25 Prozent, mit Umlegung der derzeit noch nicht deklarierten Gebäude in über 30 Prozent aller seit 2010 neu errichteten Flächen. In allen Bauweisen kommt dabei der Luft-Wasser-Wärmepumpe die größte Bedeutung zu, Sole und Grundwasserwärmepumpen besitzen geringere Bedeutung.

Tabelle 27: Bauweisen und Wärmebereitstellungssysteme in seit 2010 neu errichteten Gebäuden

Bauweisen und Wärmebereitstellung in seit 2010 neu errichteten Gebäude, Anteile in Prozent (flächenbezogen)							
Bauweisen	Mauerwerk	Stahlbeton	Stahl	Holzriegel	Sonstige	nicht bekannt	Summe
WP, Luft/Wasser	19%	6%	5%	29%	15%	1%	16%
WP Sole/Wasser	6%	3%	1%	7%	5%	0%	5%
WP, Wasser/Wasser	2%	3%	2%	2%	2%	0%	2%
WP, sonstige	2%	2%	1%	3%	2%	2%	2%
Solaranlage	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Fernwärme	14%	20%	7%	6%	13%	3%	14%
Nahwärme	1%	1%	2%	1%	1%	2%	1%
Sonstige	1%	1%	2%	1%	2%	0%	1%
Niedertemperaturkessel	2%	1%	1%	1%	1%	0%	1%
Brennwertkessel	9%	11%	13%	5%	9%	2%	9%
Standardkessel	7%	4%	4%	6%	7%	1%	6%
zentral, dzt. n.b.	5%	6%	5%	4%	4%	18%	5%
dezentral	7%	10%	6%	7%	6%	2%	7%
nicht beheizt	3%	8%	33%	16%	13%	0%	7%
zentr./dezent. Dzt. n.b.	22%	25%	20%	11%	18%	70%	21%
Gesamt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

Im Stahlbetonbau überwiegt gegenwärtig der Anschluss ans Fern-/Nahwärmesystem mit 20 Prozent (bis zu 30 Prozent bei Umlegung der noch nicht deklarierten Systeme), tendenziell „fossile“ Kesselanlagen machen bei allen Bauweisen etwa 16 (bis 20) Prozent aus.

Der Holzbau ist jene Bauweise, die mit über 40 Prozent aller Neubauten den höchsten Wärmepumpenanteil besitzt. Zumindest statistisch praktisch nicht relevant ist die (unterstützende) Funktion von solarthermischen Anlagen für das Heizsystem.

Bauweisen und Wärmeabgabesysteme seit 2010

Die gestiegene Bedeutung von Wärmepumpen und damit zusammenhängend Niedertemperatursystemen im letzten Jahrzehnt zeigt sich auch mit Blick auf die in den neu errichteten Gebäuden verwendeten Wärmeabgabesysteme. Flächenheizungen machen insgesamt 41 bis 50 Prozent (bei Normalverteilung der derzeit noch nicht deklarierten Gebäude) aus, im Mauerwerksbau und Holzbau mit 47 bis rund 55 Prozent mehr, als in Stahlbetonbauten (direkt zuordenbar: 28 Prozent, jedoch mit höherer Bandbreite aufgrund „nicht deklariertes System“; bis zu rund 40 Prozent Anteil).

Direkte Luftheizungssysteme (u.a. Passivhaus) finden sich gegenwärtig ebenso nur bei wenigen neu errichteten Gebäuden wie Gebläsekonvektoren. Mit kleinflächigen Systemen (Heizkörper) beheizte Gebäude machen mit durchschnittlich 12 Prozent (mit Umlegung der „Nichtdeklarierten“: bis über 15 Prozent) einen deutlich geringeren Anteil aus, als Flächenheizsysteme. Diese Entwicklung ist durchaus positiv zu interpretieren, da davon auszugehen ist, dass die neu errichteten Gebäude grundsätzlich deutlich effizienter im Wärmebedarf sind, als die durchschnittlichen Bestandsbauten der Vorperioden und mit einem hohen Anteil an Flächenheizsystemen grundsätzlich auch eine Grundlage für Bauteilaktivierung und Kühlung im Sommer gegeben ist.

Tabelle 28: Bauweisen und Wärmeabgabesysteme in seit 2010 neu errichteten Gebäuden

Bauweisen und Wärmeabgabesysteme in seit 2010 neu errichteten Gebäude, Anteile in Prozent (flächenbezogen)							
Bauweisen	Mauerwerk	Stahlbeton	Stahl	Holzriegel	Sonstige	nicht bekannt	Summe
Heizkörper	13%	11%	8%	11%	12%	2%	12%
Flächenheizung	47%	28%	15%	47%	40%	3%	41%
Luftheizung	0%	1%	2%	1%	1%	0%	1%
Gebälsekonvektor	0%	2%	6%	0%	0%	0%	1%
zentral, n.b.	9%	17%	11%	8%	9%	24%	11%
dezentral beheizt	6%	10%	5%	5%	6%	1%	7%
nicht beheizt	3%	8%	33%	16%	13%	0%	7%
zentral/dezentral n.b.	22%	25%	20%	11%	18%	70%	21%
Gesamt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis Auszug aus der GWR-Datenbank der Statistik Austria, 2022., abgerufen via statcube.

8 Rückschlüsse und Empfehlungen für das Innovationssystem

8.1 Vertiefende Marktbeobachtung derzeit nur auf Basis von Unternehmensauswertungen möglich

Der hier vorliegende erste Marktbericht zu innovativen Bauformen und ihrer Bedeutung in der Realwirtschaft setzte sich zum Ziel, erstmals mit Hilfe der Auswertung vorhandener Datenbanksysteme der (amtlichen) Statistik Aussagen zur Marktpräsenz von jenen Bauweisen zu treffen, denen im Allgemeinen große Problemlösungskompetenz bei der Bewältigung von notwendigen Transformationsprozessen für Klimaneutralität 2040 zugetraut wird. Im Kern wurden dabei auf den Holzbau, die Bauteilaktivierung (in der Regel in Stahlbetongebäuden) und monolithische (Ziegel-)Bauweisen abgezielt. Methodisch war dabei geplant auf Basis der Auswertung der statistischen Datenbanken (i.W. aus dem Gebäude- und Wohnungsregister; in Verknüpfung mit der Produktionsstatistik) durch ergänzende Unternehmensbefragungen ein erstes Bild zum Einsatz energieeffizienter, nachhaltiger Bauweisen zu erhalten. Dieses Ziel konnte im Rahmen der gegenständlichen Untersuchungen nur in genereller Hinsicht umgesetzt werden. Wesentlich ist dabei einerseits, dass der Bearbeitungszeitraum mitten in die Lockdown-Phasen der COVID-Pandemie gefallen ist und schon deshalb die Datenerfassung bei den Unternehmen nur sehr eingeschränkt möglich war. Stattdessen abgehaltene Abstimmungen mit den relevanten Fachverbänden konnten nur ein sehr allgemeines Bild zur Marktsituation erfassen.

Ein Hauptgrund für die Probleme bei der Datenerfassung und -auswertung liegt aber im Aufbau der amtlichen Statistik: Gegenwärtig ist keine Verschneidung von auch nur generalisierten Informationen zur Energieeffizienz von Gebäuden (etwa auf Basis der Energieausweisdatenbanken; aber auch auf Basis der im GWR grundsätzlich geplanten Implementierung von Energiekennzahlen) mit konkreten Bauweisen und Wärmesystemen (Energieträger, Wärmebereitstellung, Wärmeabgabe) möglich. Eine Besserstellung dieser Situation kann nur erreicht werden, wenn dies durch die Statistik Austria ermöglicht wird bzw. wenn die ohnehin angedachte Implementierung von Energiekennzahlen (aus den Energieausweisen) in das GWR eingearbeitet wird.

EMPFEHLUNG 1: Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, dass für einen längeren Bearbeitungszeitraum (Vorschlag: Zwei Jahre) eine Direkterhebung bei den Unternehmen (Produktion, Planung, Bauträger) hinsichtlich der aufgeworfenen Fachfragen (siehe Anhang: Exemplarisches Erhebungsdesign) umgesetzt wird (Ziel: Konkrete Abbildung von zumindest 30 Prozent des Marktvolumens und Hochrechnung auf Gesamtmarkt).

EMPFEHLUNG 2: Unabhängig von der angesprochenen Direkterhebung bei Unternehmen wird empfohlen, die Statistik Austria in eine weitere Bearbeitung direkt miteinzubeziehen. Dies vor dem Hintergrund der ggf. einfacheren Datenbeschaffung, insbesondere aber auch hinsichtlich einer anzudenkenden Konkretisierung / Ergänzung der statistischen Erhebungsmethodik (Zensus, generelle GWR-Erhebung, Verschneidung Energieausweisdatenbanken mit Merkmalsausprägungen aus dem GWR).

8.2 Umfassende Scale-Up Untersuchungen für den Hochbau fokussieren auf regionale Ressourcenverfügbarkeit

Allen drei dokumentierten Bauweisen ist unabhängig von ihrer gegenwärtigen Marktpräsenz Lösungskompetenz zur Bewältigung des notwendigen Transformationsprozesses zur Klimaneutralität im Gebäudesektor zuzuschreiben.

Vergleichend analysiert, dargestellt und dokumentiert wurde im Rahmen dieser ersten Marktuntersuchung die Fähigkeit der Bauweisen, energieeffiziente Gebäude mit Deckung des Energiebedarfs durch erneuerbare Energieträger (am besten: aus lokalen Quellen) für den österreichischen Markt bereit zu stellen.

Betrachtet man die Marktanteile (des Neubaus) der letzten zehn Jahre, dann kommt bezogen auf die realisierten Flächen dem Mauerwerksbau (61 Prozent) vor dem Stahlbetonbau (24 Prozent) und Holzbau (10 Prozent) größte Bedeutung zu. Während der Holzbau bezogen auf die realisierten Nettogeschossflächen sowohl mit Blick auf die Gesamtgebäude, als auch auf das Marktsegment Wohnbau und Nichtwohnungsbau jeweils bei 10 Prozent Marktanteil landet, löst bei den Nichtwohnbauten der Stahlbetonbau mit 41 Prozent Marktanteil den Mauerwerksbau (37 Prozent) als Marktleader ab. Nur auf den Wohnbau bezogen ist der Mauerwerksbau mit 71 Prozent vor Stahlbeton (16 Prozent) und Holz (10 Prozent) unumstritten an Platz 1 der Marktanteile.

Auch wenn der Gebäudebestand vor 2011 schon aufgrund fehlender Datenverfügbarkeit nicht Gegenstand dieser Studie war, kann davon ausgegangen werden, dass das Marktbild der Neubauten aus dem letzten Jahrzehnt in weiten Bereichen auch dem Gebäudebestand entspricht: Österreich ist historisch betrachtet ein „Mauerwerksbauland“, Stahlbeton ist im 20. Jahrhundert hinzugekommen und der Holzbau ist mit regional stark unterschiedlich ausgeprägter Präsenz etwas abgeschlagen auf Platz 3 des Rankings zu finden. Es ist weiters davon auszugehen, dass es sich hierbei letztlich um ein Abbild regional verfügbarer Wirtschaftsstrukturen handelt: Holzbau findet sich auch traditionell in waldreichen Regionen, der Ziegel- und Mauerwerksbau hat seine stärksten Konzentrationen in seinen traditionellen Produktionsregionen und Beton ist abseits der Stahlbewehrung in seinen Hauptbestandteilen (Zement, Gesteinskörnungen/Sand, Wasser – Mischungsverhältnis etwa 1:4:0,5) auch als weitverbreiteter regionaler Baustoff zu bezeichnen. Transportbeton sollte etwa 60 Minuten nach der Mischung im Werk auf der Baustelle verarbeitet werden, wodurch sich maximale Transportdistanzen von rund 75 Kilometern ergeben. Der stark erkennbare Trend zur Erhöhung des Vorfertigungsgrades von Gebäuden (Fertigteilhausindustrie, Holzbau, Betonfertigteile) ermöglicht immer größer werdende Transportdistanzen zwischen Produktionsstätten und Baustelle, ist in seiner Gesamtbeurteilung jedoch hinsichtlich der daraus resultierenden negativen Wirkungen für den Mobilitätssektor nicht nur im Sinne der Transformation zu einer treibhausgasneutralen Gesellschaft zu hinterfragen. Die Stärkung und in vielen Teilen Österreichs Wiedererschließung regionaler Wirtschaftskreisläufe gilt unbestritten als eine der zentralen Notwendigkeiten für die notwendige Transformation. Hier überschneiden und ergänzen sich besonders relevante Zielsetzungen der Treibhausgasneutralität, Kreislaufwirtschaft und (wirtschaftlichen) Regionalentwicklung.

Die Kenntnis regionaler Ressourcenverfügbarkeit im umfassenden Sinne (Rohstoffe, Produktionsstätten; aber auch Knowhow, Abwicklung, Logistik) mit Blick auf die in den nächsten Jahrzehnten erwartbaren (regionalen) Nachfragesegmente stellt eine wesentliche Grundlage für die strategische Ausrichtung einer nachhaltigen Bauwirtschaft dar. Umfassende Scale Up – Prozesse auf nationaler und regionaler Ebene sind in diesem Zusammenhang nur sehr eingeschränkt verfügbar, werden gegenwärtig fast ausschließlich durch die Marktteilnehmer:innen aus ihrer Innensicht entwickelt. Ergebnisse daraus sind deshalb einerseits nur in Auszügen für die Öffentlichkeit verfügbar und andererseits wenig repräsentativ für eine gesamthafte Beurteilung.

EMPFEHLUNG 3: Zur Stärkung und Sicherung einer nachhaltigen nationalen Bauwirtschaft sind gesamthafte Scale Up – Untersuchungen für den Hochbau (und

Tiefbau) unabdingbar. Diese müssen, um die Ziele der notwendigen Transformation zur treibhausgasneutralen Gesellschaft bestmöglich zu unterstützen, insbesondere auf regionale Wertschöpfungsketten, regionale Ressourcen- und Produktionskapazitäten abzielen. Empfohlen wird deshalb die Abwicklung einer umfassenden, technologieneutralen und damit alle Bauweisen berücksichtigende Scale Up – Untersuchung, welche in nationale und regionale Wirtschaftsstrategien (Rohstoffbereitstellung, Produktion, Beschäftigung, Ausbildung) implementiert werden kann. Dabei sind sowohl erwartbare Neubaukapazitäten als auch die notwendige Bestandsentwicklung zu behandeln.

8.3 Lebenszyklusbewertung als Basis für umfassende Technikfolgenabschätzung und Treibhausgasneutralität in der Wertschöpfungskette

Ergänzend zur notwendigen Scale Up Untersuchung stellt die Kenntnis faktischer Produkt- und Technologie-Umweltbilanzen eine wesentliche Voraussetzung für die notwendige Transformation dar. Einen wesentlichen Rahmen dafür stellen EU-rechtliche Vorgaben der Baustoff-Zulassung ebenso wie nationale Initiativen und Bestrebungen nach transparenten Produktumweltbilanzen gemäß einschlägig bekannten normativen Vorgaben dar. Mit Blick auf die dazu in Österreich verfügbaren Grundlagen ist Nachholbedarf erkennbar (siehe dazu insbesondere: Produkt-Datenbank der BAU EPD GmbH, nationale EPD-Plattform Österreich - www.bau-epd.at, rund 20 Produkte / Produktgruppen), im direkten Handlungsbereich des Bundes ist das Österreichische Umweltzeichen zu nennen (www.umweltzeichen.at, rund 25 direkt dem Baustoff-Sektor zuzuordnende Zeichenträger:innen). Die in Österreich (und im deutschsprachigen Raum) umfassend verankerte Produktdatenbank www.baubook.at listet rund 3.300 Bauprodukte, wenngleich die dort implementierten Produktdaten noch sehr eingeschränkt aus umfassenden EPD (Umweltproduktdeklarationen im gesamten Lebenszyklus gemäß normativen Vorgaben) resultieren. Von den Wirtschaftsteilnehmer:innen werden in diesem Zusammenhang häufig der hohe Mittelbedarf, fehlende rechtliche Grundlagen und förderpolitische Anreize sowie noch nicht in aller Deutlichkeit erkennbare Nachfrage bei der (öffentlichen) Beschaffung als Begründung für die fehlende umfassende Ausbreitung transparenter Umweltbilanzen im Lebenszyklus genannt.

Empfehlung 4: Die Lebenszyklusbewertung von Produkten stellt eine wesentliche Grundlage für gleichsam umweltschonende und treibhausgasneutrale Bauprodukte und Bautechnologien dar. In Österreich ist diesbezüglich hoher Nachholbedarf gegeben. Auf Basis einer nationalen Grundlagenerhebung (insbesondere: tatsächliche Anzahl an Produkten mit umfassenden EPDs für den gesamten Lebenszyklus, diesbezügliche Datenbanken, formalrechtliche und förderpolitische Verankerung, Barrieren und Hemmnisse) sind Maßnahmen und Initiativen zur Verbesserung der Wissensbasis zu schaffen.

Empfehlung 5: Treibhausgasneutralität im gesamten Lebenszyklus benötigt im Bereich der Massivbaustoffe noch wesentliche Transformationsschritte im Bereich der Energieaufbringung in der Produktionsphase, im Bereich des Holzbaus insbesondere die Klärung der mittel- bis langfristigen Rohstoffverfügbarkeit mit Blick auf den aufgrund des Klimawandels erwartbaren Artenwechsels in heimischen/regionalen Forsten (Quellen-/Senkenproblematik). Wenngleich in diesem Zusammenhang bereits mehrere FTI-Initiativen gestartet wurden, sind im Sinne einer beschleunigten Transformation die dafür notwendigen Forschungs- und Entwicklungsressourcen insbesondere in den nächsten Jahren sicherzustellen. Die Bauwirtschaft und der Gebäudesektor allgemein stellen für die nationale Treibhausgasbilanz einen wesentlichen Handlungssektor dar, eine dezidierte nationale Bauforschungsinitiative für Treibhausgasneutralität ist gegenwärtig nicht vorhanden bzw. nur als ergänzender Handlungsschwerpunkt in themenverwandten Forschungsinitiativen (etwa Energiesystem, Quartier und Stadt, Kreislaufwirtschaft). Aus diesem Grund wird angeregt, ein nach der äußerst erfolgreichen Programmlinie „Haus der Zukunft“ einen neuen nationalen Bauforschungsschwerpunkt zu entwickeln.

8.4 Circular Economy Construction & Bestandsentwicklung

Auch wenn sich Bestand hinsichtlich der Marktbeobachtung nicht dezidierter Gegenstand dieser Untersuchung war, sind Rückschlüsse auf die für die Transformation notwendige Bestandsentwicklung insbesondere mit dem Fokus Kreislaufwirtschaft möglich. Unabhängig davon ist die Dynamik der Bestandsentwicklung des letzten Jahrzehnts beeindruckend: Bezogen auf die Anzahl der Gebäude hat es gegenüber der Bestandssituation 2011 in nur zehn Jahren einen Zuwachs von rund 10 Prozent gegeben, bezogen auf die dabei realisierten Nettogrundflächen sogar von rund 20 Prozent: In knapp 300.000 neu errichteten Gebäuden (Bestand 2011: rund 2,2 Millionen Gebäude) wurden fast 125 Millionen Quadratmeter Nutzfläche realisiert (Bestand 2011: rund 635

Millionen Quadratmeter). Schon der dadurch entstandene Ressourceneinsatz (Bauland, Materialien, Rohstoffe) ist exorbitant und belastet zentrale Zielsetzungen einer auf Nachhaltigkeit bedachten Transformation. Auch wenn aufgrund deutlich gesteigener bautechnischer Anforderungen die dabei errichteten Gebäude mit Sicherheit im Energiebedarf deutlich effizienter sind als die Bestandsgebäude, darf nicht vergessen werden, dass rund 15 Prozent dieser neu errichteten Flächen mit direkt fossilen Wärmesystemen ausgestattet wurden und weitere rund 15 Prozent mit zumindest teilfossilen Nah-/Fernwärmesystemen versorgt werden. Mit Blickrichtung 2040 ist davon auszugehen, dass zumindest die direkt fossil betriebenen Flächen bis Mitte der 2030er Jahre einen Tausch des Wärmesystems benötigen.

Legt man die Materialität der neu errichteten Flächen zur Orientierung auf die Bestandssituation um, dann kann davon ausgegangen werden, dass der Gebäudebestand im überwiegenden Ausmaß aus Mauerwerksbauten und Stahlbetonbauten besteht, der Holzbau einen mit rund zehn Prozent Anteil untergeordnete Rolle spielt. Kreislauforientierte Bestandsentwicklung muss ihren Fokus schon aus diesem Grund stark auf die Wiederverwendung der in Massivbauten verwendeten (wandbildenden) Materialien mit ihren vielfältigen Compounds und Herausforderungen (Wärmedämmverbundsysteme, technische Gebäudeausstattung) legen und ihre Strategien deshalb deutlich auf die damit verbundenen Gebäudesegmente legen.

„Zerlegbarkeit“ und damit Wiederverwendbarkeit, Verwertbarkeit und letztlich auch Entsorgung im auch in Zukunft bedeutsamen Neubau ist im Unterschied dazu bestmöglich auf die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Bausysteme auszurichten, ohne dass dabei auf die energietechnische Konzeption vergessen werden darf.

Gesamthaft geht es dabei darum, den Ressourcenkreislauf im Sinne der Transformationsziele hin zu einer treibhausgasneutralen und damit den Neueinsatz von Rohstoffen schonenden Bauwirtschaft zu entwickeln. Hinsichtlich der auch aufgrund der durchgeführten Untersuchung erkennbaren Notwendigkeiten geht es dabei sowohl um die Überbrückung von Wissenslücken (z.B. Aufbau Wissensbasis, Fort- und Weiterbildung), insbesondere hinsichtlich der im Gebäudebestand enthaltenen Sekundärrohstoffe um technologische und bereits bei der Produktentwicklung angekommene Entwicklungsleistungen (z.B. Recycling Massivbaustoffe und Wiederverwendung als Baumaterial) und letztlich auch um die Weiterentwicklung normativ-legistischer Rahmenbedingungen (z.B. Vorgaben zum Einsatz wiederverwendbarer Bauteile und -produkte / recycelter Sekundärrohstoffe in der

Sanierung und im Neubau, Erweiterung vorhandener Dokumentationssysteme und Gebäudeausweise um das Thema Kreislauffähigkeit (insbesondere: Weiterentwicklung Energieausweis), alles auch im Zusammenspiel mit der fortschreitenden Digitalisierung von Planungs- und Beschaffungsprozessen (u.a. BIM, Vergabewesen). Bei all diesen Überlegungen ist stets zu prüfen, inwieweit die Nutzungsdauer von Bestandsgebäude mit wirtschaftlich zu rechtfertigenden Aufwendungen wesentlich verlängert werden können und ab wann sowohl in wirtschaftlicher als auch sachlicher Hinsicht Ersatzneubauten im Sinne der Transformation die bessere Lösung darstellen.

Empfehlung 6: Die in den letzten Jahren verstärkt erkennbaren Projektinitiativen für den verwertungsorientierten Rückbau und die Wiederverwendung von Bauteilen, Bauprodukten und -technologien aus Bestandsgebäuden (u.a. BauKarussell, Materialnomaden) sind gegenwärtig als ambitionierte Pilotvorhaben in Marktnähe zu qualifizieren, welchen derzeit noch die breite Marktbasis fehlt. Im Rahmen vorhandener und/oder neu zu schaffender FTI-Initiativen soll diese Entwicklung sowohl in Form von Demonstrationsvorhaben als auch in struktureller Hinsicht (Marktplatz, Marktbarrieren, Werkzeuge, Wissensvermittlung) unterstützt werden. Empfohlen wird die dezidierte Ausarbeitung entsprechender FTI-Schwerpunkte im Bereich erwartbarer Rückbauprojekte und ihrer Gebäudeselemente (Mauerwerksbau, Massivbau; ggf. Sonderfokus Einfamilienhäuser).

Empfehlung 7: Zur Überwindung gegenwärtiger Schwächen des Massivbaus sind insbesondere die Einsatzmöglichkeiten von Mauerwerksbaustoffen und Stahlbeton als Sekundärrohstoffe und Zuschlagsstoffe für die Ziegelproduktion und Zement-/Betonherstellung von größtem Interesse. Diesbezüglich bereits vorhandene (internationale) FTI-Projekte und deren Erkenntnisse sind auch für den nationalen Markt fortzusetzen und ggf. zu fördern. Dabei ist im Unterschied zur Wiederverwendung (siehe Empfehlung 6) von Materialien, Bauteilen und -technologien verstärkt auf das Recycling / Downcycling verwendeter Materialien und die Wiedereinbringung dieser im Wirtschaftskreislauf zu achten.

8.5 Drei Technologie-Leader: Hybride Bauformen als mögliche Lösungsstrategie weiterentwickeln

Bei der inhaltlichen Ausrichtung der gegenständlichen Untersuchung stand der Beitrag der drei im Kern analysierten Bauweisen Holzbau, monolithische Mauerwerksbauten sowie Massivbau mit Bauteilaktivierung zur Lösung von Transformationsschritten für

Klimaneutralität bis 2040 im Mittelpunkt der Überlegungen. Vereinfacht ausgedrückt besitzt der Holzbau seine große Stärke in den niedrigsten Treibhausgasemissionen in Form „grauer Energie“ bei gleichzeitig möglicher hoher Vorfertigung, Gebäude mit Bauteilaktivierung aufgrund ihrer mit wenig gebäudespezifischem Technologieeinsatz verbundenen Wärme- und Kältebereitstellung mit erwartbar hohem Anteil lokaler erneuerbarer Energie und (semi-)monolithische Ziegelbauten im Bereich relativ unkomplizierter, langlebiger Wandaufbauten mit gegenüber konventioneller Wärmedämmung erwartbar geringem Aufwand beim Rückbau. In den hier sehr kurz dargestellten Kernqualitäten sind alle drei Bauformen auch im internationalen Vergleich als Technologie-Leader zu bezeichnen, die wesentliche Beiträge für Nachhaltigkeit und Klimaschutz für sich beanspruchen können.

Aus der Verschneidung der Qualitäten der einzelnen Bauweisen entstehen hybride Mischbauweisen, welche gegenwärtig noch wenig Beachtung finden. Die gezielte Technologie-Mischung von Bauteilaktivierung auf Basis langlebiger Stahlbeton-Skelettsysteme mit Holz- und Mauerwerksbau als Wandbildner und für den Innenausbau könnte schon mittelfristig als „Vierte Bauweise“ wesentlich zur Überwindung von Transformationshemmnissen beitragen und dabei gleichzeitig im Neubau als auch im Bestand zukunftsfähige Lösungen anbieten. Hybride Mischsysteme können im Bereich der Kerneigenschaften der jeweiligen Ausgangssysteme gezielt die bereits dort vorhandenen Qualitäten weiterentwickeln, brauchen aber an ihren Schnittstellen und systemischen Übergängen besondere Aufmerksamkeit.

Empfehlung 8: Unter dem Leitsatz „Das Beste aus allen Welten“ ist hybriden Bausystemen verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen. Die gezielte Entwicklung hybrider Bausysteme aus nachwachsenden Rohstoffen, Holz, Ziegel und (Stahl-)Beton mit Bauteilaktivierung kann im Neubau und der Bestandssanierung zur Überwindung von Transformationshemmnissen wesentlich beitragen. Vorteile sind unter Wahrung zentraler Qualitäten für Klimaschutz (Energieeffizienz, Erneuerbare Energie) in einer langfristig regionalen Rohstoffverfügbarkeit, Ressourceneffizienz und Erhöhung der Vorfertigung zu erwarten. Dafür ist allerdings die enge Zusammenarbeit zwischen gegenwärtig stark konkurrierenden Marktteilnehmer:innen notwendig, welche dafür bei der Produkt- und Technologieentwicklung ebenso kooperativ vorgehen müssen wie bei der arbeitsteiligen Organisation des Entwicklungs- und Bauprozesses, Im Bereich der FTI-Programme wären in vielfältiger Hinsicht Schwerpunkte zu setzen, die von der Produkt- und Technologieentwicklung bis hin zu kooperativ zu leistenden Demonstrationsbauten gehen können.

9 Anhang

9.1 Fragebogen Betriebserhebung, Wirtschaftsleistung

Produktionswerte der Betriebe in Österreich

Frage 1-H: Produktionswerte - Wie viele Kubikmeter / Quadratmeter Bauteilfläche in CLT-Bauweise und/oder vorgefertigter Holzbauweise mit U-Werten in der Außenwand von mindestens 0,15 (bis 0,2) wurden in Österreich in den Jahren 2019/2020 produziert?

Frage 1-B: Produktionswerte - Wie viele Quadratmeter Bauteilfläche mit Bauteilaktivierung wurden in Österreich in den Jahren 2019/ 2020 produziert?

Frage 1-Z: Produktionswerte – Wie viele Ziegel für monolithische Bauweisen welche mit integrierter Dämmung oder Hochleistungsdämmputz einen U-Wert der Außenwand von mindestens 0,15 (bis 0,20) erreichen (Anmerkung: entweder vollkommen ohne Dämmung oder mit integrierter Dämmung) wurden in den Jahren 2019 und 2020 produziert? Bitte um Differenzierung zwischen Ziegeln mit / ohne integrierte Dämmung.

Anmerkung: Entweder konkrete Zahlen oder Schätzwerte (falls keine konkreten Zahlen verfügbar sind); ggf. regionale Differenzierung nach Bundesländern (falls verfügbar).

Aussagen zu errichteten Gebäuden in Österreich

Frage 2-H: Wie viele Gebäude in Vollholzbauweise (CLT) wurden in Österreich in den Jahren 2019 und 2020 errichtet? Wie viele Gebäude in vorgefertigter Bauweise? Wie viele davon waren Einfamilienhäuser / Zweifamilienhäuser / Reihenhäuser / Mehrfamilienhäuser / Bürobauten / Bildungsbauten / Sonstige Bauwerke?

Frage 2-B: Wie viele Gebäude mit Bauteilaktivierung (Betonkern) wurden in Österreich in den Jahren 2019 und 2020 errichtet? Wie viele davon waren Einfamilienhäuser / Zweifamilienhäuser / Reihenhäuser / Mehrfamilienhäuser / Bürobauten / Bildungsbauten / Sonstige Bauwerke?

Frage 2-Z: Wie viele Gebäude in monolithischer Ziegelbauweise wurden in Österreich in den Jahren 2019 und 2020 errichtet? Wie viele davon waren Einfamilienhäuser / Zweifamilienhäuser / Reihenhäuser / Mehrfamilienhäuser / Bürobauten / Bildungsbauten / Sonstige Bauwerke?

Anmerkung: Entweder konkrete Zahlen oder Schätzwerte (falls keine konkreten Zahlen verfügbar sind); ggf. regionale Differenzierung nach Bundesländern (falls verfügbar).

Beschäftigte in Innovationsbranchen in Österreich

Frage 3-H: Beschäftigte - Wie viele Beschäftigte gab es im Jahr 2019 / 2020 in Österreich / ihrem Betrieb in der CLT-Produktion / in der vorgefertigten Holzbauweise? Wie viele dabei in der Produktion, wie viele bei direkt mit der Bauweise verbundenen ausführenden Bauunternehmen?

Frage 3-B: Beschäftigte - Wie viele Beschäftigte gab es im Jahr 2019 / 2020 in Österreich / ihrem Betrieb im Bereich der Bauteilaktivierung? Wie viele dabei in der Produktion, wie viele bei direkt mit der Bauweise verbundenen ausführenden Bauunternehmen?

Frage 3-Z: Beschäftigte - Wie viele Beschäftigte gab es im Jahr 2019 / 2020 in Österreich / ihrem Betrieb in der Produktion/in der Bauausführung von Ziegeln für monolithische Bauweisen? Wie viele dabei in der Produktion, wie viele bei direkt mit der Bauweise verbundenen ausführenden Bauunternehmen??

Anmerkung: Entweder konkrete Zahlen oder Schätzwerte (falls keine konkreten Zahlen verfügbar sind); ggf. regionale Differenzierung nach Bundesländern (falls verfügbar).

Wertschöpfung in Innovationsbranchen in Österreich

Frage 4-H: Wertschöpfung - Wie hoch war der Umsatz / die Wertschöpfung im Jahr 2019 / 2020 in Österreich / ihrem Betrieb in der CLT-Produktion / in der vorgefertigten Holzbauweise? Falls möglich: Differenzierung zwischen Produktion und ausführenden Unternehmen.

Frage 3-B: Wertschöpfung - Wie hoch war der Umsatz / die Wertschöpfung im Jahr 2019 / 2020 in Österreich / ihrem Betrieb im Bereich der Bauteilaktivierung? Falls möglich: Differenzierung zwischen Produktion und ausführenden Unternehmen.

Frage 3-Z: Beschäftigte - Wertschöpfung - Wie hoch war der Umsatz / die Wertschöpfung im Jahr 2019 / 2020 in Österreich / ihrem Betrieb in der Produktion/in der Bauausführung von Ziegeln für monolithische Bauweisen? Falls möglich: Differenzierung zwischen Produktion und ausführenden Unternehmen.

Anmerkung: Entweder konkrete Zahlen oder Schätzwerte (falls keine konkreten Zahlen verfügbar sind); ggf. regionale Differenzierung nach Bundesländern (falls verfügbar).

Innovationsorientierung / Innovationsprojekte

Frage 5: Nennen Sie die wichtigsten Innovations- und Entwicklungsprojekte für Klimaschutz und Kreislaufwirtschaft ihrer Branche / ihres Unternehmens. Bitte benennen Sie dabei möglichst konkret Ziele und Ergebnisse. Unterscheiden Sie bitte zwischen abgeschlossenen Projekten (der letzten fünf Jahre), laufenden Projekten und geplanten Projekten.

Selbsteinschätzung der wesentlichsten Vorteile und Erfolgskriterien für die Bauweise

Frage 6: Was sind die wichtigsten Pluspunkte ihres Produkts / ihrer Bauweise, wenn es um die Produktion / Errichtung von weitestgehend treibhausgasneutralen Gebäuden (in Produktion, im Betrieb) geht? – Antworten auch in Stichworten möglich

Selbsteinschätzung der wesentlichsten Schwachpunkte und Hemmfaktoren für die Bauweise

Frage 7: Was sind mögliche Schwachpunkte ihres Produkts / ihrer Bauweise, wenn es um die Produktion / Errichtung von weitestgehend treibhausgasneutralen Gebäuden (in Produktion, im Betrieb) geht? Was sind dabei wesentliche Hemmnisse, wenn es um die Beibehaltung bestehender und die Erschließung neuer Marktpotenziale geht? – Antworten auch in Stichworten möglich

Entwicklungsnotwendigkeit / Innovationsbedarf

Frage 8: Was sind – mit Blick auf Treibhausneutralität bis 2040 – die entscheidenden Entwicklungsnotwendigkeiten? Wo besteht besonderer Innovationsbedarf in Form von FTI-Initiativen?

Abschließend: Stimmung und Entwicklungserwartung

Frage 9: Aus der heutigen Sicht: Welche Entwicklungserwartung haben sie für ihr Produkt / ihre Bauweise in den nächsten Jahren, bis 2030 und darüber hinaus? Sehen Sie die Entwicklungsmöglichkeiten eher negativ / neutral / positiv?

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtige Aspekte bei Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz	15
Tabelle 2: Wichtige Aspekte bei Wirtschaft und Kreislauffähigkeit	16
Tabelle 3: Wichtige Aspekte bei sozialer Wertigkeit	17
Tabelle 4: Holzbau und Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz	28
Tabelle 5: Holzbau und Wirtschaft / Circular Economy	29
Tabelle 6: Holzbau und Soziale Wertigkeit	30
Tabelle 7: Bauteilaktivierung und Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz.....	44
Tabelle 8: Bauteilaktivierung und Wirtschaft und Kreislauffähigkeit.....	45
Tabelle 9: Bauteilaktivierung und Soziale Wertigkeit.....	46
Tabelle 10: SWOT-Analyse Thermische Bauteilaktivierung.....	46
Tabelle 11: Ziegelbau und Energieeffizienz, Klimaschutz, Naturschutz	58
Tabelle 12: Ziegelbau und Wirtschaft und Kreislauffähigkeit.....	59
Tabelle 13: Ziegelbau und Soziale Wertigkeit.....	60
Tabelle 14: SWOT-Analyse Monolithischer Ziegelbau.....	60
Tabelle 15: Anteil Bauweisen nach Bundesländern an zwischen 2010 und 2019 neu errichteten Gebäuden in Prozent.	68
Tabelle 16: Anteil Bauweisen nach Bundesländern an zwischen 2010 und 2019 neu errichteten Nettogrundflächen in Prozent	69
Tabelle 17: Anteile nach Bundesländern an Wohnbausegmenten 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche.	74
Tabelle 18: Anteile der Bauweisen im Wohnbau nach Bundesländern 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche.	76
Tabelle 19: Flächen und Gebäude von landwirtschaftlichen Nutzbauten und freistehenden Garagen bei Ein-/Zweifamilienhäusern 2010 bis 2021.	78
Tabelle 20: Anteile der Bauweisen im Nichtwohnungsbau nach Bundesländern 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche.....	83
Tabelle 21: Nichtwohnungsbauten von 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche und Bauweise, nach österreichweit realisierten Marktanteilen.	85
Tabelle 22: Nichtwohnungsbauten von 2010 bis 2019 nach errichteter Nettogrundfläche und Bauweise, nach österreichweit realisierten Marktanteilen.	86
Tabelle 23: Wohnungsbauten von 2010 bis 2021 nach errichteter Nettogrundfläche und verwendetem Heizsystem	91
Tabelle 24: Nicht-Wohnungsbauten von 2010 bis 2021 nach errichteter Nettogrundfläche und verwendetem Heizsystem.....	92
Tabelle 25: Gebäudebestand 2021 in Österreich	93

Tabelle 26: Bauweisen und Energieträger des Wärmesystems in seit 2010 neu errichteten Gebäuden.....	95
Tabelle 27: Bauweisen und Wärmebereitstellungssysteme in seit 2010 neu errichteten Gebäuden.....	96
Tabelle 28: Bauweisen und Wärmeabgabesysteme in seit 2010 neu errichteten Gebäuden.....	98

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Projektablaufplan mit Stakeholdereinbindung	19
Abbildung 2: Holz-Passivhaus am Mühlweg, 1210 Wien.....	31
Abbildung 3: Betriebsgebäude Denkwerkstätte, Dorf 135a, 6952 Hittisau	32
Abbildung 4: Eigenheim in Schwaz	33
Abbildung 5: MG22, Mühlgrundgasse 24/26, 1220 Wien	47
Abbildung 6: Lebendiger Schulcampus in Massivbauweise mit Bauteilaktivierung.....	48
Abbildung 7: BOKU Türkenwirtgebäude, 1190 Wien	49
Abbildung 8: Die drei Schwestern - Monolithischer Ziegelbau im mehrgeschossigen Wohnungsbau	61
Abbildung 9: Zukunftshaus 2020, Oberwart, Burgenland	62
Abbildung 10: E4 Ziegelhaus, Zwettl, Niederösterreich	63
Abbildung 11: Marktanteile aller seit 2010 neu errichteten Gebäude nach Bauweisen .	67
Abbildung 12: Marktanteile von mittel- und großvolumigen Gebäuden nach Bauweisen	70
Abbildung 13: Marktanteile an neu errichteten Wohngebäuden nach unterschiedlichen Bauweisen seit 2010 in Prozent.....	71
Abbildung 14: Marktanteile an neu errichteten Wohngebäuden in Gebäuden ab 11 Wohneinheiten nach unterschiedlichen Bauweisen seit 2010 in Prozent.	72
Abbildung 15: Jahreswerte der seit 2010 errichteten Wohnbauten seit 2010 nach Bauweisen.	73
Abbildung 16: Anteile der Bauweisen im Nichtwohnungsbau ohne freistehende Garagen bei Ein- und Zweifamilienhäusern und ohne landwirtschaftliche Nutzbauten seit 2010. 79	
Abbildung 17: Jahreswerte der Bauweisen im Nichtwohnungsbau ohne freistehende Garagen bei Ein- und Zweifamilienhäusern und ohne landwirtschaftliche Nutzbauten seit 2010.	81

Abkürzungen

Art.	Artikel
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BGF	Bruttogeschossfläche
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BMLRT	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Tourismus
CO ₂	Kohlendioxid
Fm	Festmeter
GHG	Green House Gas
GWP	Global Warming Potential
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister
HWB	Heizwärmebedarf
KWh	Kilowattstunden
n.b.	nicht bekannt
PEB	Primärenergiebedarf
W/m ² k	Watt pro Quadratmeter und Kelvin
TBA	Thermische Bauteilaktivierung
THG	Treibhausgasemissionen
VÖZ	Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
z.B.	zum Beispiel

Literaturverzeichnis

Baaske, W.E.; Kranzl, S. (2016) Österreichische Massivbaustoffherstellung - Impulsgeber für Regionen, Herausgegeben vom Forschungsverein Steine-Keramik des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie, Wien 2016.

Baubook (2021): Energiekennzahlen. Online verfügbar unter www.baubook.at, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Bauer, Barbara (2019): Circular Economy JETZT. Wie Bauteile wiederverwendet werden können. IBO-Institut für Bauen und Ökologie. Online verfügbar unter <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibomagazin-online/ibo-magazin-artikel/data/circular-economy-jetzt/>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

BaustoffWissen (2013): Welche Vorteile haben Mauerwerkziegel mit integriertem Dämmstoff? Online verfügbar unter https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/fassade_und_massivbau/mauerwerkziegel-integriertem-daemmstoff/, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Baustoffindustrie 2020: Konjunkturerhebung 2019.
https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20200304_OT0075/konjunkturerhebung-2019-baustoffindustrie-mit-leichtem-plus-von-22-auf-eur-37-mrd-bild

Bergauer, Bettina; Kowalski, Katharina; Maier, Philipp; Bargmann, Elisabeth; Strimitzer, Lorenz; Höher, Martin (2019): Die österreichische Waldinventur. Wien.

BMLFUW (2017): Abfall- und Altlastenrecht. Deponierung von künstlicher Mineralfaser. Wien: BMLFUW.

BMLRT (2020): Daten und Zahlen - Holzeinschlag 2017-2019. Wien. Online verfügbar unter https://www.bmlrt.gv.at/service/duz/Forst/holzeinschlag_2017_2019.html.

Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V. (2020): RE-USE UND RECYCLING VON ZIEGELN. Berlin: Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V.

Chemielexikon (2021): Backstein - Ziegel. Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.chemie.de/lexikon/Backstein.html>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2021.

Energie Experten (2020): Ziegelsteine: Herstellung, Format, Maße, Verbände und Preise. Online verfügbar unter <https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/baustoffe/ziegelsteine>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2021.

FAO: Status of public policies encouraging wood use in construction – an overview. Draft Background Paper prepared for the 61st Session of the FAO Advisory Committee on Sustainable Forest-based Industries, April 2020, E-Pub, zuletzt abgerufen am 15.11.2022. <http://www.fao.org/forestry/49801-0cae892398185071321d397e2c1e0d520.pdf>

Fechner, Johannes; Becke, Walter (2020): Fact Sheet Thermische Bauteilaktivierung. Wien: Klima- und Energiefonds.

Friembichler, Felix; Handler, Simon; Krec, Klaus; Kuster, Harald (2016): Thermische Bauteilaktivierung - Energiespeicher Beton. Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser. Wien: BMVIT - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

Fürst, Michael; Schultz, Paul-Adrian; Kichler, Nikolas (2021): VIVIHOUSE. Online verfügbar unter <https://www.vivihouse.cc>.

Geologische Bundesanstalt (2021a): Lockergesteine in Österreich. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Online verfügbar unter <https://www.geologie.ac.at/forschung-entwicklung/kartierung-landesaufnahme/rohstoffe/lockergesteine>, zuletzt geprüft am 13.04.2021.

Geologische Bundesanstalt (2021b): Tone in Österreich. Online verfügbar unter <https://www.geologie.ac.at/forschung-entwicklung/kartierung-landesaufnahme/rohstoffe/tone>, zuletzt geprüft am 13.04.2021.

Göttfried, Lisa; Meißner, Ernst; Tartler, Julia (2019): Rahmenbedingungen für die Anwendung der Bauteilaktivierung mit Fokus auf mehrgeschossigen Wohnbau. Wien: BMNT - Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus.

Hagn, Kathrin (2019): Zukunft Recyclingbeton: Wenn aus Bauschutt neue Gebäude entstehen. Salzburger Nachrichten. Online verfügbar unter <https://immo.sn.at/immo-ratgeber/bauen-wohnen/zukunft-recyclingbeton-wenn-aus-bauschutt-neue-gebaeude-entstehen-79196839>, zuletzt geprüft am 13.04.2021.

Håkan Stripple / Christer Ljungkrantz / Tomas Gustafsson / Ronny Andersson: CO2 uptake in cement containing products. Background and calculation models for IPCC implementation. Commissioned by Cementa AB and IVL research foundation. Report number B 2309, ISBN: 978-91-88787-89-7. IVL Swedish Environmental Research Institute Stockholm 2018.

Holzbau Schweiz. (n.d.). Retrieved March 25, 2021, from <https://www.holzbau-schweiz.ch/de/bauen-mit-holz/baustoff-holz/oekologie> Hörschinger, Peter (2018): Q&A zur Entsorgung von Mineralwolle in Österreich. Österreich.

Huber, Astrid; Pintér, Farkas; Stingl, Karl; Wacha, Robert (2018): SANDlandschaften. Kartause Mauerbach ; Sandkaster Österreich für die Baudenkmalpflege. Bad Vöslau: BDA.

IBO-Institut für Bauen und Ökologie (2020): Bauen mit heimischem Holz zahlt sich aus. Online verfügbar unter <https://www.ibo.at/meldungen/detail/data/bauen-mit-heimischem-holz-zahlt-sich-aus>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

IVL – Swedish Environmental Institute (2020): CO2 uptake in cement-containing products - Background and calculation models for IPCC implementation; Kurzbeschreibung. ISBN: 978-91-88787-89-7. Report unter <https://www.ivl.se/english/ivl/publications/publications/co2-uptake-in-cement-containing-products---background-and-calculation-models-for-ipcc-implementation.html> (aufgesucht am 12.10.2021)

Kitek Kuzman, M., Lähtinen, K., & Sandberg, D. (n.d.). Forest Sector Innovations for a Greener Future. Retrieved March 25, 2021, from <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS>

Kolb, Bernhard (2021a): Bauholz - Ökobilanz. Holzbaustoffe. Forum Nachhaltiges Bauen. Online verfügbar unter <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Bauholz>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Kolb, Bernhard (2021b): Beton - Ökobilanz. Forum Nachhaltiges Bauen. Online verfügbar unter <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Beton>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Kolb, Bernhard (2021c): Stahl - Ökobilanz. Forum Nachhaltiges Bauen. Online verfügbar unter <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Stahl>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Kost, Christoph; Schlegl, Thomas; Fraunhofer ISE (2018): Stromgestehungskosten erneuerbare Energien.

Lebensraum Ziegel GbR (2021): Mauerziegel – Herstellung von Ziegeln. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.lebensraum-ziegel.de/ziegellexikon/mauerziegel/herstellung-von-ziegeln.html>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Müller, A., Edtmayer, H. (2016): Klimatisierungsbedarf unter steigenden Außentemperaturen, Proceedings e-nova 2016, pp. 104-105.

Pfoh, Sandro; Schneider, Patricia; Grimm, Franziska (2015): Projektplattform Energie Leitfaden. Ökologische Kenndaten Baustoffe und Bauteile. München: Zentrum für nachhaltiges Bauen (TU München).

proHolz Austria (2020): Fichte, Tanne, Buche & Co. Online verfügbar unter <https://www.holzistgenial.at/blog/fichte-tanne-buche-co/>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

proHolz Austria (Hg.) (2021): Kreislaufwerkstoff: Warum Holz in der Ökobilanz überzeugt. Online verfügbar unter <https://www.holzistgenial.at/blog/kreislaufwerkstoff-warum-holz-in-der-oekobilanz-ueberzeugt/>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Salem, Edwin (2020): Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen eine technisch wirtschaftliche Analyse. Wien: Universität für Bodenkultur.

Schuster-Hofinger, Veronika (2019): Energieeffizient und wohngesund bauen. In: *architectum - Internationales Magazin für Ziegelarchitektur*, S. 14–17, zuletzt geprüft am 22.04.2021.

statista (2021): Reserven an Eisenerz weltweit nach den wichtigsten Ländern im Jahr 2020. Online verfügbar unter

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153890/umfrage/reserven-an-eisenerz-nach-laendern/>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Statistik Austria (2018): Daten und Zahlen - Aussenhandel mit Holz 2018. Online verfügbar unter https://www.bmlrt.gv.at/service/duz/Forst/aussenhandel_holz_2018.html, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Statistik Austria 2022: Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich 2020.
Herausgegeben von Statistik Austria, Wien 2022.

umweltbundesamt (2020): Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen. Deutsches Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#beitrag-langlebiger-treibhausgase-zum-treibhauseffekt>, zuletzt geprüft am 12.04.2021.

United Nations Environment Programme (2019): Sand and Sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resources. Genf: UNEP.

Vogdt, Frank U.; Fischer, Diana; Schaudienst, Falk; Schober, Michael (2020): Leitfaden Recyclingpotential von Mineralwolle.

Weiss, Walther (2019): Energieeffizient Bauen. Vorteil Massivholz. Süddeutsche Zeitung. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/wissen/massivholz-hausbau-klimabilanz-1.4335014>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Weiss P., Braun M., Fritz D., Gschwantner T., Hesser F., Jandl R., Kindermann G., Koller T., Ledermann T., Ludvig A., Pölz W., Schadauer K., Schmid B.F., Schmid C., Schwarzbauer P., Weiss G. 2020: Endbericht zum Projekt CareforParis. Klima- und Energiefonds Wien, Oktober 2020

WELSER KIESWERKE TREUL & Co. Ges.m.b.H. (2021): Preisliste 2021 Sand - Kies - Splitt - Schotter.

Wienerberger (2020): Ziele der Wienerberger Sustainability Roadmap 2020: Wienerberger AG.

Wienerberger (2021): Pressemitteilung zum Jahreserfolg 2020, [https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20210224_OTS0008/wienerberger-krisenfeste-performance-2020-und-starke-plattform-fuer-weiteres-wachstum-anhang#:~:text=Bei%20Rohrsystemen%20\(Steinzeugrohre%20der%20Marke,bereinigtes%20EBITDA%20von%20566%20Mio.](https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20210224_OTS0008/wienerberger-krisenfeste-performance-2020-und-starke-plattform-fuer-weiteres-wachstum-anhang#:~:text=Bei%20Rohrsystemen%20(Steinzeugrohre%20der%20Marke,bereinigtes%20EBITDA%20von%20566%20Mio.)

Wienerberger (2021a): Wienerberger Österreich. Wir stellen uns vor. Online verfügbar unter <https://www.wienerberger.at/unternehmen/wienerberger-oesterreich.html>, zuletzt geprüft am 22.04.2021.

Wienerberger (2021b): Zubehör. Online verfügbar unter <https://www.wienerberger.at/bauen-mit-ziegeln/wandloesungen/zubehoer-.html>, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Wurbs, Johanna; Beer, Inga; Bolland, Til; Debiak, Malgorzata; Dettling, Folke (2017): Hexabromcyclododecan (HBCD). Antworten auf häufig gestellte Fragen. Dessau-Roßlau.

Ziegelwerk Eder GmbH & Co KG (2014): Ziegelwerk EDER eröffnet 1. Schauraumin Oberösterreich, zuletzt geprüft am 22.04.2021.

Zuschnitt 33, Übersicht zu baurechtlich vorgegeben Bauhöhen im Holzbau AT, DE, CH, GB. Proholz 2009. <https://www.proholz.at/zuschnitt/33/im-laendervergleich>



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

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)