



klimademo vis-à-vis

**Partizipative Realisierung des (nicht ganz)
klimaneutralen Demonstrationsgebäudes Vis-à-Vis**

**Forschungs- und Entwicklungsprojekt
2022 – 2025**

Impressum Publikation

Autor*innen

Andrea Werner
Benedikt Hanser
Christine Rollenitz
Debora Knotzer
Elisabetta Carboni
Helene Gruber
Isa Wolke
Jutta Rozinski
Magdalena Klaus
Magdalena Maurer

Maria Fellner
Marieke van Geldermalsen
Markus Zilker
Martin Magometschnigg
Richard Scheich
Sebastian Pernegger
Senka Nikolic
Stefanie Borchardt
Ute Muñoz-Czerny

Grafik und Layout

Helene Gruber
Magdalena Klaus
Magdalena Maurer
Sebastian Pernegger
Vanessa Anibas

Konsortium F&E-Projekt

Konsortialführung: einszueins architektur ZT GmbH



Drittleister*innen



Projektleitung Bauprojekt Vis-à-Vis

Sebastian Pernegger (einszueins architektur)
Thomas Marian, Peter Szilagyi (feld72)

Projektleitung F&E-Projekt Klimademo Vis-à-Vis

Helene Gruber (einszueins architektur)
Magdalena Klaus (einszueins architektur)

Fördergeber

„Stadt der Zukunft“ ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Es wird im Auftrag des BMK von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH (AWS) und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) abgewickelt.

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



Danke an:

Eisen Neumüller GmbH
Elektro Göbl GmbH
Hasslacher GmbH
Installateur Steppi & Co GmbH
Leier Baustoffe GmbH & Co KG
Merkator Draht + Stahl GmbH
Porr Bau GmbH
Saint-Gobain Isover Austria GmbH
Theurl GmbH
Weber Beton Logistik GmbH
Weissenseer Holz-System-Bau GmbH
Holcim Beton Österreich GmbH

Klimafreundlicher Druck

Diese Publikation wurde von gugler* DruckSinn in Melk (Niederösterreich) klimafreundlich produziert.

Die CO₂e-Emissionen der Druckproduktion und der eingesetzten Druckkomponenten (Papier, Druckplatten, Druckfarben usw.) werden berechnet und neutralisiert. Die Kompensation kommt zertifizierten Waldaufforstungs-Projekten zugute. Im Druck kommt ausschließlich Ökostrom zum Einsatz.

INHALT

VORWORT	6
1. EINLEITUNG	8
1.1 Klimademo Vis-à-Vis	8
1.2 Vis-à-Vis	10
1.3 Vis-à-Wien.....	16
1.4 Auf Augenhöhe mit der Umwelt.....	18
{ Forschungsreise Süddeutschland.....	22 }
2. POLICY PAPER	26
3. KLIMANEUTRALE GEBÄUDE.....	28
3.1 CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Speicher im Gebäudelebenszyklus	30
3.2 Ökobilanzierung in der D-A-CH-Region	31
3.3 Umweltproduktdeklarationen (EPD).....	35
3.4 Sprunghafte vs. kontinuierliche Emissionen	37
4. LEBENSZYKLUSPHASE A: HERSTELLUNG UND ERRICHTUNG	38
4.1 Module A1-A3: Rohstoffbereitung, Transport und Herstellung	40
Bilanz verschiedener Baustoffe	42
Bauteil-Varianten	46
Baustoff-Bilanzen	54
{ Brandschutz im mehrgeschoßigen Holzbau	60 }
4.2 Modul A4: Transport.....	66
{ Exkursion zum Weißensee.....	78 }
4.3 Weitere Hebel zur Emissionsreduktion	80

5. LEBENSZYKLUSPHASE B: NUTZUNG	88
5.1 Modul B4: Ersatz	90
5.2 Modul B6: Betrieblicher Energieeinsatz	92
{ Konversionsfaktor Fernwärme	94 }
5.3 Emissionen pro Kopf	100
{ Echoräume und KlimaTische	102 }
6. LEBENSZYKLUSPHASE C: ENTSORGUNG	104
6.1 Module C1-C4: Rückbau, Transport, Abfallbehandlung und Abfallbeseitigung	106
7. BEWERTUNG VON RÜCKBAU UND ZIRKULARITÄT	110
{ Re-Use im Wohnhaus Vis-à-Vis	114 }
8. LEBENSZYKLUSBILANZ	116
9. EMISSIONSREDUKTION UND KONSUMVERHALTEN	124
10. INTERPRETATION UND FAZIT	126
GLOSSAR	130
QUELLEN	136
Endnoten	136
Quellenverzeichnis	138
Abbildungsverzeichnis	140

{ } = Themeneinschub

VORWORT

Die globale Klimakrise ist mittlerweile nicht mehr zu übersehen. Der Bausektor ist für fast 40% der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich¹ und verbraucht 50% der nicht erneuerbaren Ressourcen². Mehr denn je muss deshalb ein Wandel zu nachhaltigem Bauen gelingen. Die Reduktion der negativen Umweltwirkungen von Bauprojekten ist entscheidend, um langfristig eine lebenswerte Umwelt zu erhalten. Trotz schwieriger Rahmenbedingungen darf sich die Branche nicht auf die Politik ausreden: Sie muss sich der Verantwortung selbst stellen. Das partizipativ entwickelte Demonstrationsprojekt Vis-à-Vis setzt als skalierbares Pilotprojekt Maßstäbe für den mehrgeschoßigen Wohnbau in Wien. Das Ziel, ein klimaneutrales Gebäude zu sein, wurde jedoch nicht ganz erreicht.

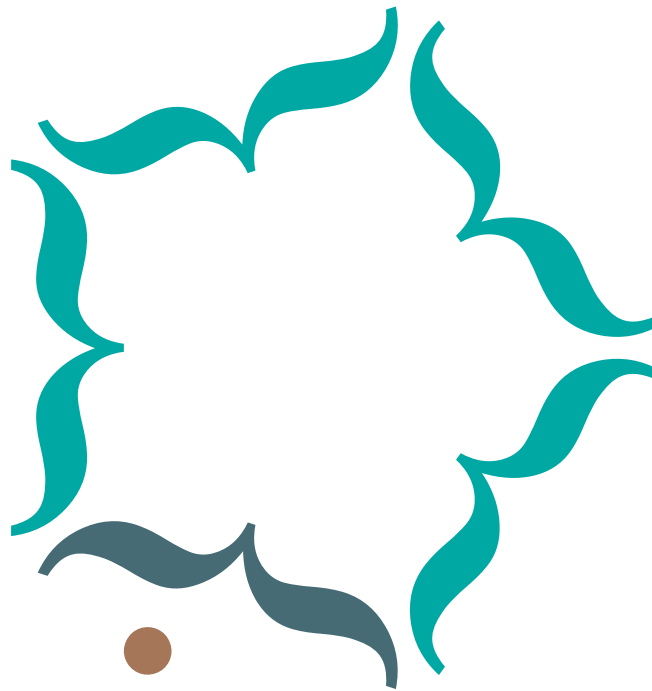
Nachhaltigkeit kann in Bezug auf die Baubranche unterschiedliche Bedeutungen haben: Ein Gebäude ist nachhaltig, wenn es Ressourcen durch eine möglichst lange und intensive Nutzung schont und wenn seine Komponenten möglichst lange in einem **Kreislauf aus Reparatur, Wiederverwendung und Recycling** geführt werden, bevor sie zu Abfall degradiert werden. Nachhaltigkeit heißt auch, dass Gebäude langfristig ihre Funktion erfüllen können, indem sie den **Auswirkungen des Klimawandels standhalten** und resilient gegenüber steigenden Temperaturen und Extremwetterereignissen sind. Nachhaltig ist ein Gebäude außerdem, wenn es aktiv dazu beiträgt, den **CO₂-Ausstoß zu reduzieren**, und dadurch den Klimawandel nicht weiter befeuert. Durch den Einsatz nachwachsender Materialien und energieeffizienter Technologien lässt sich der ökologische Fußabdruck von Gebäuden in jeder Phase ihres Lebenszyklus signifikant reduzieren.

Der **Baustoff Holz erlebt derzeit eine Renaissance** in der Bauwirtschaft: Es ist meist regional verfügbar, ein hoher Vorfertigungsgrad sorgt für optimierte Bauzeiten und trockene, geräuscharme Baustellen. Das Raumklima in Holzgebäuden ist merklich angenehmer als in Häusern aus Stahlbeton. Vor allem aber ist Holz der **einzige Baustoff**, der in großem Umfang

in der **Primärkonstruktion von Gebäuden eingesetzt** werden kann und der gleichzeitig einen **positiven Beitrag zum Umweltschutz leistet**, da er während seines Wachstums der Atmosphäre Kohlenstoff entzieht und speichert. Die steigende Nachfrage nach nachhaltigen Lösungen und die verstärkte Sensibilisierung für Umweltthemen führen dazu, dass Holz als Baumaterial unumgänglich wird.

Derzeit ist die Errichtung konstruktiver Holzbauten noch teurer als konventionelle, emissionsintensive Stahlbeton-Gebäude. Die Umsetzung von Vis-à-Vis als geförderter Wohnbau sorgt mit strengen Rahmenbedingungen dafür, dass das Projekt für die Bewohner*innen dennoch leistbar bleibt. Würde man nicht nur die reinen Baukosten betrachten, sondern im Sinne der Kostenwahrheit auch klimaschädliche Emissionen angemessen bepreisen, wäre die Situation ohnehin eine andere.

Nachhaltiges Bauen ist nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern hat auch große Bedeutung für die Bewohner*innen. Einerseits sind die baubiologischen und gesundheitlichen Vorteile von Holzgebäuden insbesondere für Personen, die sich lange dort aufhalten, belegt.³ Andererseits ist es für viele Menschen mittlerweile auch aus Umweltbewusstsein wichtig, in einem ökologischen



Haus zu wohnen. Die **Mitwirkung eines Teils der Bewohner*innen an der partizipativen Entwicklung** von Vis-à-Vis und am Forschungs- und Entwicklungsprojekt Klimademo Vis-à-Vis hat dieses **Bewusstsein geschärft**.

Das interdisziplinäre Forschungsteam setzt sich aus Akteur*innen des Planungsteams zusammen und wird durch weitere Partner*innen ergänzt:

- einzueins architektur
- feld72 Architekten
- Schwarzatal (Bauträgerin)
- RWT Plus (Bauphysik und Tragwerksplanung)
- IBO (Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie)
- Vis-à-Wien (Baugruppe)
- BPS Engineering (Haustechnikplanung)
- materialnomaden (Expert*innen für Re-Use)

Die Forschungstätigkeiten und das Bauprojekt laufen parallel und im Austausch miteinander. Ziel ist es nicht nur, die negativen Umweltwirkungen des Gebäudes selbst zu reduzieren. Vielmehr geht es darum, **Wissen zu generieren und zu verbreiten** sowie **nachhaltige, innovative und skalierbare Lösungen** zu finden, auf denen Folgeprojekte aufbauen können. Dies ist im mehrgeschoßigen geförderten

Wohnbau besonders wichtig, wo rechtliche Einschränkungen und wirtschaftliche Rahmenbedingungen den Einsatz klimafreundlicher Bauweisen erschweren. Im Quartier Village im Dritten, in dem Vis-à-Vis als eines von 22 Gebäuden errichtet wird, zeigt sich das an einem marginalen Holzbau-Anteil am Gesamtvolumen. Das muss sich in Zukunft ändern.

Klimaneutralität - also ein Gleichgewicht zwischen CO₂-Emissionen und aus der Atmosphäre aufgenommenem und gebundenem Kohlenstoff - wurde **für Vis-à-Vis noch nicht erreicht**. Mit einer umfassenden Herangehensweise und dem Ziel, ein Bewusstsein für nachhaltiges Handeln zu schaffen, leistet das Konsortium dennoch einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung einer lebenswerten Zukunft für uns und kommende Generationen.

Klimademo Vis-à-Vis ist Teil des Forschungs- und Technologieprogramms „**Stadt der Zukunft**“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Das Programm wird im Auftrag des BMK von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH (AWS) und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) abgewickelt.

1 EINLEITUNG

In dieser Publikation sind die Erkenntnisse aus drei zusammenhängenden Projekten vereint:

einem Gebäude, einer Baugruppe und einem Forschungsprojekt.

Das Bauprojekt Vis-à-Vis ist ein geförderter Wohnbau im dritten Wiener Gemeindebezirk. Ein Teil des Gebäudes wird von der Baugruppe Vis-à-Wien partizipativ mitgestaltet und bewohnt. Im Rahmen des Programms „Stadt der Zukunft“ wurden im Forschungs- und Entwicklungsprojekt Klimademo Vis-à-Vis Möglichkeiten, Klimaneutralität im großmaßstäblichen geförderten Wohnbau umzusetzen, tiefergehend untersucht. Ziel war, ein Pilotprojekt mit multiplizierbaren Ergebnissen zu schaffen.

1.1 Klimademo Vis-à-Vis

Österreich hat sich das verbindliche Ziel gesetzt, **bis 2040 klimaneutral** zu sein. Zahlreiche **politische Willensbekundungen** gehen in diese Richtung. **Baurechtliche Vorgaben** sprechen aber vielfach eine andere Sprache und erschweren bei größeren Gebäuden den **Einsatz nachwachsender Baustoffe**. Um die Brennbarkeit von Holz zu kompensieren, sind bei Gebäuden mit mehr als sechs Geschoßen oft haustechnische Anlagen mit hohen Investitions- und Betriebskosten notwendig. Tragende Holzbauteile müssen oft durch zusätzliche nicht-brennbare Schichten geschützt werden. Um eine Baubewilligung für ein Gebäude zu erhalten, das sich außerhalb eindeutig definierter gesetzlicher Vorgaben bewegt, ist eine große Portion Idealismus im Projektteam und persönliche Verantwortungsübernahme der behördlichen Vertreter*innen notwendig. Das Ziel, bis 2040 auch im Bausektor Klimaneutralität zu erreichen, ist so kaum realisierbar.

Das verdeutlicht ein Blick auf den aktuellen Stand der Baubranche in Wien: In Stadtentwicklungsgebieten könnte mit derzeit geltenden baurechtlichen Vorgaben nur ein **verschwindend kleiner Teil der Gebäude** ohne Weiteres **mit nachwachsenden Rohstoffen gebaut werden**, weil die gewidmeten Gebäudehöhen dem entgegenstehen. Es gibt zwar einzelne State-of-the-Art-Holzwohnbauten, **Gebäude in mineralischer Bauweise** mit hohen CO₂-Emissionen machen aber die **große Mehrheit aus**. Vis-à-Vis hat sich das Ziel gesetzt, als innovatives Pilotprojekt zu zeigen, wie auch bei großmaßstäblichen Gebäuden wesentliche Schritte in Richtung klimaneutrales Bauen unternommen werden können.

Im Rahmen des **Forschungs- und Entwicklungsprojekts Klimademo Vis-à-Vis** bearbeitete das Konsortium die umfassende Thematik des klimaneutralen Planens und Bauens in folgenden Arbeitspaketen:

- Klimaneutralitätsrechnung und -management
- Partizipativer Prozess zur Förderung von Klimaneutralität
- Nachwachsende Materialien optimieren und realisieren
- Regenerative Energien optimieren und realisieren
- Dissemination

Das vorrangige **Ziel des Projektes** war die **Verhinderung von CO₂-Emissionen** beim Bau eines Gebäudes im Rahmen des geförderten Wohnbaus. Das Projekt zielte deshalb auf ein vertieftes Verständnis dafür ab, wo die größten Hebel für klimaneutrales Bauen liegen, und welche Aspekte in einer Gesamtbilanz weniger relevant sind. Dazu wurden **unterschiedliche Konstruktionsysteme und Bauteilaufbauten** hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen verglichen. Begleitend zur Projektentwicklung wurden die geplante Variante ebenso untersucht wie konventionelle Konstruktionsvarianten in Stahlbeton und eine Best-Case-Variante, in der rechtliche und wirtschaftliche, nicht aber technische Vorgaben teilweise außer Acht gelassen werden. Auch die letztlich umgesetzte Variante wurde berechnet.

Die Untersuchungen beinhalteten die **Lebenszyklusphasen A (Herstellung und Errichtung), B (Nutzung) und C (Entsorgung)**. Sie führten vor Augen, dass auf Baustoff-Ebene der größte Hebel, um CO₂ zu sparen, in der Konstruktion liegt:



Abb. 1.1
Das Forschungsteam
auf Exkursion in
Süddeutschland im
Herbst 2022

Durch die Verwendung von **Holz als primäre Tragkonstruktion** wird **CO₂ langfristig im Bauwerk gespeichert**, während durch Stahlbeton große Mengen an CO₂ emittiert werden. Wärmedämmung, Fußbodenaufbau oder Innenwände beeinflussen die Bilanz in geringerem Ausmaß.

Ein weiterer Projektfokus lag auf der **Dissemination der Erkenntnisse** an Fachleute und Lai*innen: Ergebnisse wurden in möglichst gut lesbare Grafiken übersetzt. Zwischenergebnisse wurden laufend über einen Blog veröffentlicht (www.vis-a-wien.at/klimablog). Interessiertes Publikum konnte in den sogenannten „Echoräumen“, einem für das Forschungsprojekt entwickelten öffentlichen Veranstaltungsformat, aktiv über projektrelevante Themen diskutieren.

Die Kompetenzen der beteiligten **Projektpartner*innen** ergänzten einander. Akteur*innen, die schon Teil des Projektteams des Bauprojekts Vis-à-Vis waren, wurden im F&E-Projekt von weiteren Partner*innen unterstützt. **einszueins architektur** und **feld72 Architekten** waren gemeinsam für die architektonische Planung von Vis-à-Vis verantwortlich, wobei einszueins vor allem für die Planung des Baugruppen- und Gewerbetails, feld72 für die geförderten Wohnungen, den Kindergarten und für eine SOS-Kinderdorf-Wohngemeinschaft zuständig war. einszueins koordinierte zudem den partizipativen Prozess mit der Baugruppe.

Schwarzatal hat sich als innovative Bauträgerin einen Namen gemacht und in den letzten Jahren besondere Kompetenzen in der Entwicklung von ökologischen und gemeinschaftlichen Wohnprojekten entwickelt. Durch ihr Engagement war es möglich, mit Vis-à-Vis über den Status Quo des geförderten Wohnbaus hinauszugehen.

RWT PLUS verantwortete die statische und bauphysikalische Planung des Bauprojekts und hat im F&E-Projekt Varianten zu Materialeinsatz und Bauteilaufbauten untersucht.

Das **IBO** bewertete die im Rahmen des F&E-Projekts getroffenen Entscheidungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Klimaneutralität und brachte sich mit umfangreichen und langjährigen Erfahrungen zum Thema ein.

Die Mitglieder der Baugruppe **Vis-à-Wien** brachten dank unterschiedlicher beruflicher Hintergründe einerseits individuelle Kompetenzen in den partizipativen Prozess ein. Andererseits vertraten sie als Gruppe die Perspektive der zukünftigen Nutzer*innen mit großem Engagement und Verantwortungsbewusstsein.

Das Haustechnikplanungsbüro **BPS** ermittelte im Rahmen des F&E-Projektes die Datengrundlagen für die Varianten haustechnischer Anlagen.

Mit den **materialnomaden** untersuchte und konzipierte Vis-à-Wien den Einsatz von Re-Use-Materialien und -Elementen.

1.2

Vis-à-Vis

Das Gebäude Vis-à-Vis ist Teil des Stadtentwicklungsgebietes „**Village im Dritten**“ auf den ehemaligen Aspanggründen im dritten Wiener Gemeindebezirk. Der städtebauliche Masterplan sieht für das **Baufeld 11B** – eines von 22 Baufeldern – einen kompakten Baukörper vor, der zwischen dem bestehenden Eurogate-1-Areal und dem neuen Quartier liegt und eine prägnante Ecke nach Nordosten bildet.

Vis-à-Vis besteht aus einem umlaufenden **Sockel im Erdgeschoß**, auf dem **drei Baukörper in Holzbauweise** stehen. Der westliche Baukörper ist insgesamt sechs, der nördliche sieben bzw. acht und der östliche Baukörper acht Geschosse hoch. Der Baukörper öffnet sich nach Süden über einen grünen Hof, der teilweise als „**versunkener Hof**“ bis ins Untergeschoß reicht und dort natürlich belichtete Räume ermöglicht. Das Gebäude umfasst insgesamt ca. 9.900 m² Wohnnutzfläche, 1.600 m² Gewerbefläche sowie Gemeinschaftsräume, die im ersten Obergeschoß und im obersten Geschoß liegen.

Ein Teil des Gebäudes wird von der **Baugruppe Vis-à-Wien** genutzt und bewohnt, die seit dem Bauträgerwettbewerb 2020/21 an der **kokreativen Entwicklung des Projekts** beteiligt ist. Die Integration einer Baugruppe in eine geförderte Wohnanlage ist eine Besonderheit: Bisherige Wiener Baugruppenprojekte wurden meist als eigenständige Häuser konzipiert. Die Konstellation von Vis-à-Vis eröffnet neue **Potenziale und Synergien für das Zusammenleben** im Haus. Die 44 Wohneinheiten der Baugruppe befinden sich im nördlichen Bauteil, die 68 geförderten Wohnungen im östlichen und westlichen Bauteil. In den Gelenken zwischen den drei Bauteilen

befinden sich die **beiden vertikalen Erschließungen**, die sich alle Bewohner*innen teilen. Gemeinsam mit den Laubengängen schaffen sie eine **vertikale und horizontale Verbindung aller Bereiche** und bilden das Rückgrat des Gebäudes.

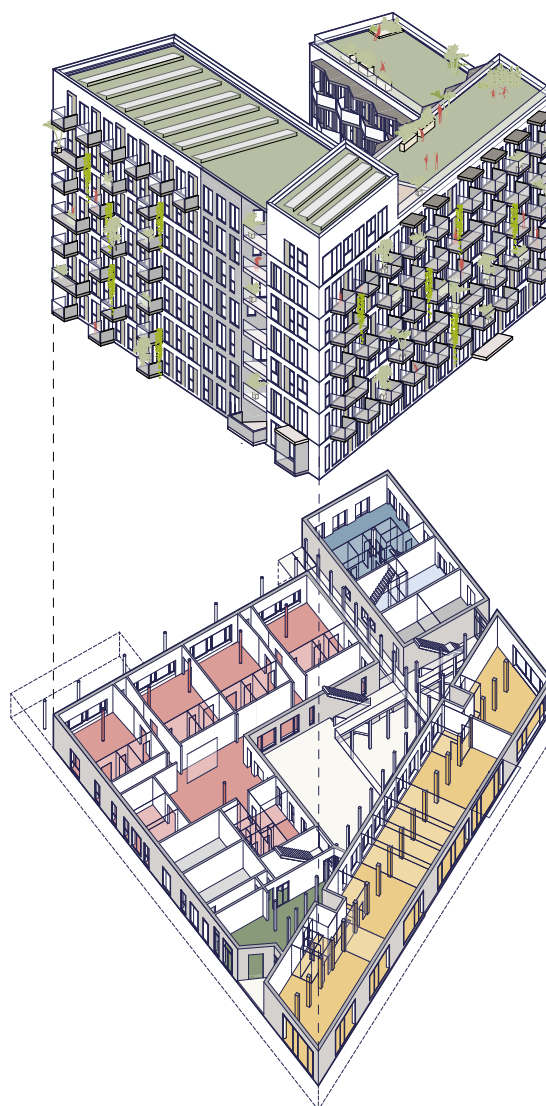


Abb. 1.2
 Axonometrie Vis-à-Vis

Abb. 1.3
Vis-à-Vis
Lageplan





Abb. 1.4
 Vis-à-Wien
 Grundriss Erdgeschoß

Im Erdgeschoß befinden sich der Haupteingang an der Ostseite der Anlage, weitere Eingänge an der West- und Südseite, Nebenräume für Fahrräder, Kinderwagen und Müll sowie **mehrere Gewerbeeinheiten**: Ein viergruppiger Kindergarten nimmt den südöstlichen Teil des Geschoßes ein. Im Norden wird unter anderem die städtische Gebietsbetreuung einziehen. Vis-à-Wien wird selbst einen Multifunktionsraum und eine Grätzküche betreiben. Im südwestlichen Teil befindet sich eine Wohngemeinschaft von SOS-Kinderdorf, die sich bis ins erste Obergeschoß erstreckt. Daneben erschließt eine **Rampe** die großen, **natürlich belichteten Fahrradräume im Untergeschoß**. Um den versunkenen Hof sind weitere Gewerbeeinheiten, eine Food-Coop und eine Werkstatt angeordnet. Das restliche Geschoß nehmen Technik- und Einlagerungsräume sowie eine Garage ein, die mit den Nachbarbaufeldern verbunden

ist. Aufgrund der innerstädtischen Lage und eines rechtlichen Vorteils für Baugruppen, die als Wohnheim behandelt werden, konnte die Anzahl der PKW-Stellplätze stark reduziert werden.

Der **Bau des Gebäudes** startete im **Herbst 2023**, die **Fertigstellung** ist für **Sommer 2025** geplant. Knapp 300 Bewohner*innen werden dann einziehen.

Die geförderten Wohnungen werden über die Schwarzatal bzw. über das kommunale Wohn-Service Wiener Wohnen vergeben. Die Baugruppen-Einheiten werden von den Vis-à-Wien-Mitgliedern genutzt. Ausgehend von der Gründer*innen-Gruppe hat sich die Baugruppe deshalb in drei Runden erweitert, sodass kurz vor Fertigstellung alle Einheiten belegt sind. Eine Solidaritäts-Einheit wird durch Crowd-Funding und Beiträge der restlichen Mitglieder finanziert.



Abb. 1.5
Innenhof Vis-à-Vis
im März 2025

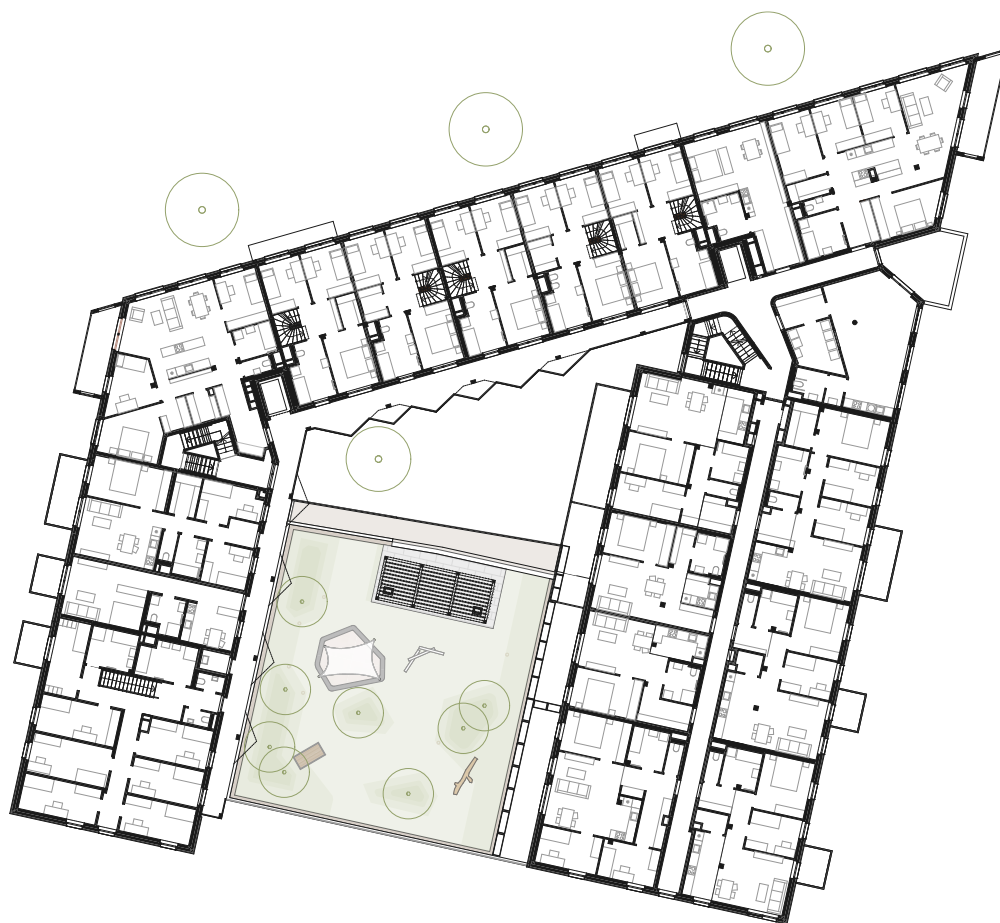


Abb. 1.6
 Vis-à-Vis
 Grundriss 1. Obergeschoß

Konstruktion

Vis-à-Vis ist – abgesehen vom rechtlich und konstruktiv bedingten **Stahlbeton-Sockel** – als **konstruktiver Holzbau** konzipiert. Einen Großteil der tragenden Außenwände bilden **Holzriegelwände mit integrierten Massivholzstützen** und einer **Fassade aus Fichten- und Lärchenholz**.

Die Wände wurden inklusive Fassade, Holz-Alu-Fenstern und Sonnenschutz im

Werk vorgefertigt und als bis zu zwölf Meter lange, geschoßhohe Elemente auf der Baustelle versetzt. Vor Ort wurden nur mehr die Anschlüsse und eine schall- und brand-schutztechnisch wirksame Trockenbau-Vorsatzschale hergestellt.

Ab dem zweiten Obergeschoß bestehen auch die Geschoßdecken aus Holz:

Hier kamen überwiegend **massive Brettsperrholzdecken** zum Einsatz, die je nach statischer Anforderung 18 bis 23 cm stark sind. Wo konstruktiv erforderlich, wurden **Holzbeton-Verbunddecken** ausgeführt.

Das sind Brettsperrholzdecken mit einer bewehrten Aufbeton-Schicht. Beide Holzdecken-Typen wurden mit einer **Sichtholz-Untersicht** ausgeführt.

Balkonplatten wurden teilweise mit thermischen Trennelementen an die Holzbeton-Verbunddecken angeschlossen, teilweise mit Stahlkonstruktionen abgehängt.

Wo es aus rechtlichen, statischen oder wirtschaftlichen Gründen unumgänglich war, wurde Stahlbeton verwendet.

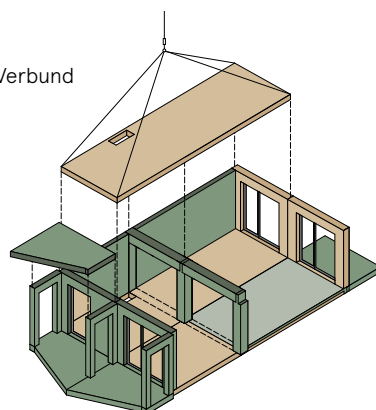
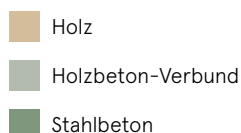


Abb. 1.7
 Vis-à-Vis
 Konstruktionsprinzip

Abb. 1.8 (S. 15 oben)
 Wohnung Vis-à-Vis
 im März 2025

Abb. 1.9 (S. 15 unten)
 Innenhof Vis-à-Vis
 im März 2025





Abb. 1.10
 Die Mitglieder der
 selbstinitiierten
 Baugruppe Vis-à-Wien

1.3 Vis-à-Wien

Die **selbstinitiierte Baugruppe Vis-à-Wien** ist eine vielfältige Gemeinschaft, die ihren Lebensraum räumlich und zwischenmenschlich aktiv gestaltet. Der nördliche Bauteil von Vis-à-Vis soll gewissermaßen ein Dorf in der Stadt bilden, welches die Baugruppen-Mitglieder gemeinsam bewohnen und nutzen. So verwirklichen sie ihre Vision von „**Wohnen auf Augenhöhe mit Mensch, Stadt und Umwelt**“. Das Bemühen um eine gute Gemeinschaft geht über die Grundstücksgrenzen hinaus: Einige Gemeinschaftsflächen wie die Grätzküche im Erdgeschoß und weitere mietbare Räume schaffen einen Mehrwert für die gesamte Nachbarschaft.

Auf Augenhöhe mit der Umwelt zu wohnen bedeutet für die Baugruppe, dass **negative Umweltauswirkungen durch das Gebäude möglichst vermieden** werden sollen. Eine Holzbauweise wurde daher aktiv gefordert und unterstützt.

Die Baugruppen-Mitglieder – 65 Erwachsene und 39 Kinder im März 2025 – sind als **Verein** organisiert. Aufgaben und Zuständigkeiten werden mit **soziokratischen Methoden** in Arbeitskreisen bearbeitet. Entscheidungen werden im Konsent-Prinzip getroffen: Beschlüsse sind dann möglich, wenn niemand der Beteiligten schwere und begründete Einwände äußert. Leichte Einwände können geäußert werden, verhindern aber keinen Beschluss. Das steht im Gegensatz zum Konsens-Prinzip, bei dem alle einem Beschluss aktiv zustimmen müssen.

Die **Partizipation** reichte bei Vis-à-Vis von der Festlegung, in welchem Teil des Gebäudes die Baugruppen-Einheiten liegen sollten, über die Entscheidung, welche gemeinschaftlich genutzten Räume umgesetzt werden, bis zur gemeinsamen Planung der Wohnungsgrundrisse. Anstelle einer individuellen Planung der einzelnen



Abb. 1.11
Der Gemeinschafts-
raum „Lanterne“
von Vis-à-Wien
im März 2025

Wohnungen wurden die Grundrisse durch eine **partizipative Standardisierung** entwickelt: einzueins architektur und Vis-à-Wien erarbeiteten gemeinsam multiplizierbare Grundrisstypen und damit Lösungen „**von allen für alle**“. Nicht nur der Planungsprozess wurde dadurch effizienter, auch für die Umsetzung in Holzbauweise war die weitgehende Vereinheitlichung der Schacht- und Wandpositionen und der Fenstergrößen von Vorteil.

Vis-à-Wien mietet den gesamten Nordtrakt über einen **Generalmietvertrag**. Die Wohn- und Gewerbeeinheiten werden dann vom Verein an die einzelnen Mitglieder und Kooperationspartner*innen weitervermietet.

Bei einem Belegungswechsel entscheidet der Verein über die Neuaufnahme von Mitgliedern und kann so sicherstellen, dass die **Vision erhalten bleibt**.

1.4

Auf Augenhöhe mit der Umwelt

Die Baubranche ist einer der **wesentlichen Treiber der Klimaerwärmung**.

Konventionelle Bauprozesse haben eine Vielzahl negativer Auswirkungen auf das Ökosystem der Erde – sei es durch **Bodenversiegelung, hohen Ressourcenverbrauch** oder einen Anteil an den globalen **CO₂-Emissionen**, der den des Flugverkehrs um mehr als das Zehnfache übersteigt. Um herauszufinden, wie ein „Bauen auf Augenhöhe mit der Umwelt“ funktionieren kann, das sich nicht auf „Nachhaltigkeit“ als leere Floskel oder auf die isolierte Betrachtung von Teilaspekten beschränkt, ist ein Blick auf das große Ganze hilfreich. Modelle wie das Konzept der planetaren Grenzen helfen dabei, globale Zusammenhänge zu verstehen und zu erkennen, wo die **Hebel für ökologische Verbesserungen ansetzen** sind.

Polykrise

Wir befinden uns in einer Polykrise – Artensterben, Klimawandel, soziale und politische Krisen, Ernährungsunsicherheit und Inflation.

In den letzten Jahren und Jahrzehnten haben wir als Teil des Ökosystems Erde verschiedene Krisensituationen erlebt. Diese fanden und finden parallel zueinander statt und sind in einem komplexen System miteinander verbunden.⁴

Die große Beschleunigung

Mit dem Begriff „The Great Acceleration“ (dt.: Die große Beschleunigung) wird versucht, die **schnelle und weit verbreitete Zunahme menschlicher Aktivitäten** seit der Mitte des 20. Jahrhunderts und deren Auswirkungen auf die natürlichen Systeme der Erde zu beschreiben.

Sozioökonomische Trends

Erdsystem-Trends

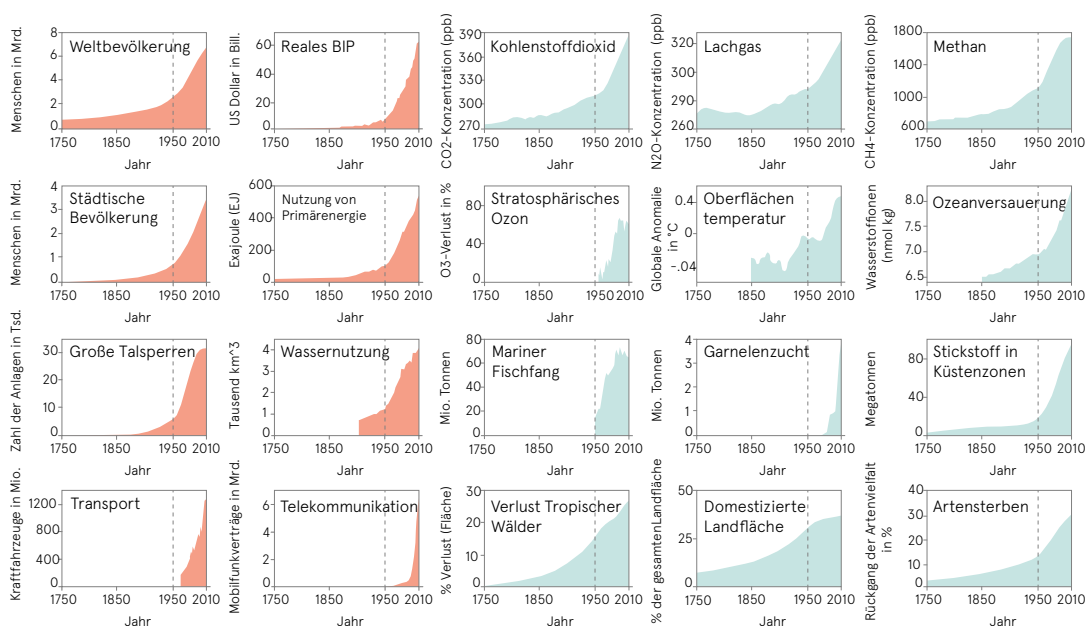


Abb. 1.12
 Globale sozio-
 ökonomische Trends
 und Erdsystem-Trends
 seit Mitte des
 20. Jahrhunderts

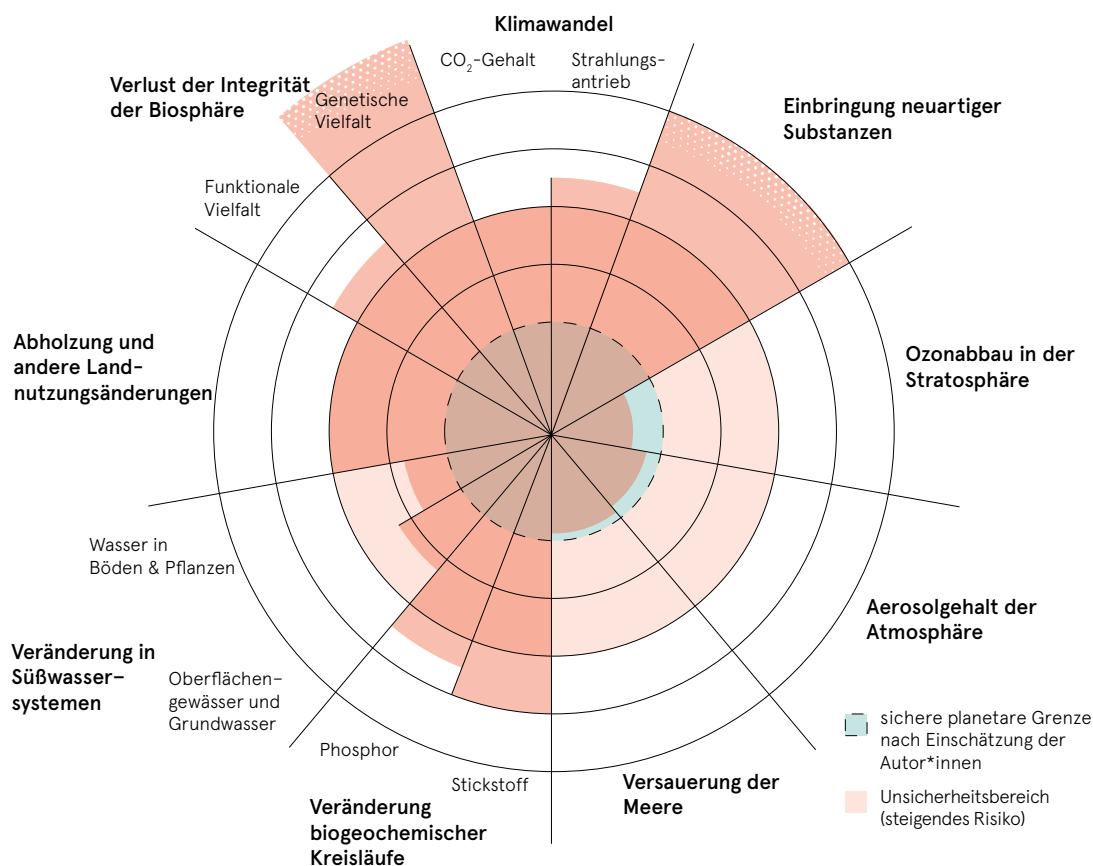


Abb. 1.13
Aktualisierte Version
der neun planetaren
Grenzen von 2023

Die **Beschleunigung sozioökonomischer und erdsystemischer Trends** – z.B. der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um ca. 1,2°C gegenüber der vorindustriellen Zeit, die 100- bis 1000-fach erhöhte Rate des Artensterbens und die zunehmende Versauerung der Meere – verdeutlicht die Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Ökosysteme der Erde.⁵

Die Komplexität der sich überlagernden Krisen macht es herausfordernd, einen klaren Überblick über die Situation und mögliche Lösungen zu gewinnen.

Die neun planetaren Grenzen

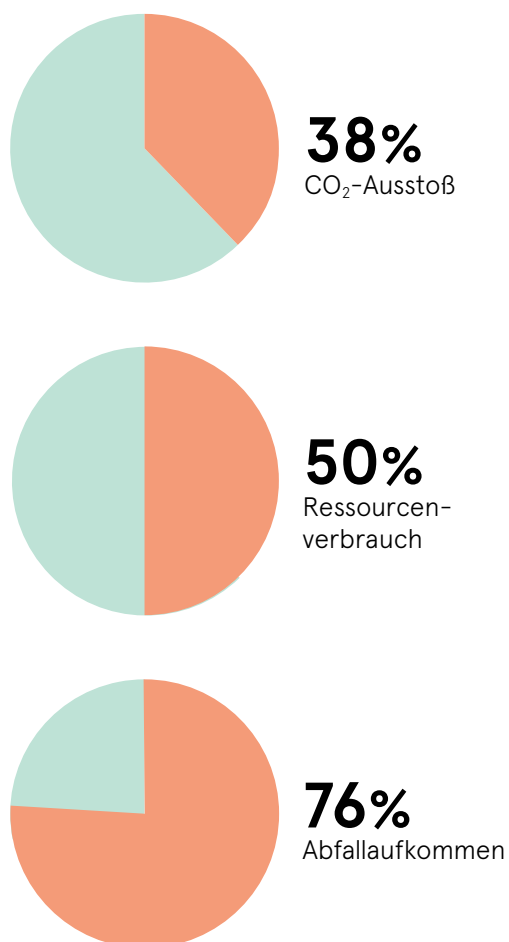
Um die Ebenen der Krisen besser zu verstehen, entwickelte ein Team von Wissenschaftler*innen um Katherine Richardson am Stockholm Resilience Centre das Modell der planetaren Grenzen, das die **Gesamtheit der menschlichen Einflüsse auf die Erde und ihr Ökosystem abbildet**. Erstmals 2009 veröffentlicht, wurde das Modell seither mehrfach überarbeitet und erweitert und umfasst seit 2023 neun Grenzen, die als Tortenstücke eines Kreisdiagramms dargestellt werden.⁶ Für jedes der neun Felder zeigt das Modell, ob sich die Menschheit noch innerhalb der Grenzen, also innerhalb des **sicheren Handlungsspielraums** bewegt, oder ob diese Linie bereits überschritten ist.

Diese Einteilung und Quantifizierung bietet eine Orientierungshilfe, in welchen Bereichen das Ökosystem Erde durch menschliches Handeln stark verändert wurde und **wo dringender Handlungsbedarf** besteht.

Die aktuelle Version umfasst folgende **neun Systeme und Prozesse**:

- Klimawandel °
- Einbringung neuartiger Substanzen °
- Ozonabbau in der Stratosphäre
- Aerosolgehalt der Atmosphäre
- Versauerung der Meere
- Veränderung biogeochemischer Flüsse °
- Veränderung in Süßwassersystemen °
- Abholzung und andere Landnutzungsänderungen °
- Intaktheit der Biosphäre °

Für **sechs der neun planetaren Grenzen** – mit ° gekennzeichnet – ist der sichere Handlungsspielraum bereits **überschritten**. Das bedeutet zwar nicht, dass es sofort zu katastrophalen Veränderungen kommt. Sobald aber eine Grenze überschritten ist, gerät der betroffene Prozess oder das System in einen **Bereich steigenden Risikos**. Das Risiko einer Schädigung der lebenserhaltenden Systeme auf der Erde steigt an. Langfristig ist die **Stabilität und Widerstandsfähigkeit des lebenserhaltenden Erdsystems gefährdet**.



Die Rolle der Baubranche

Die Baubranche hat einen großen Einfluss auf die Systeme und Prozesse der Erde. Durch hohe Treibhausgasemissionen trägt sie insbesondere dazu bei, die

CO₂-Konzentration in der Atmosphäre zu erhöhen. Der sichere Handlungsspielraum ist für die planetare Grenze „Klimawandel“ bereits überschritten. Bauen sorgt darüber hinaus für einen hohen Materialverbrauch und verantwortet einen großen Teil des Abfallaufkommens.

38% der globalen **CO₂-Emissionen**, die insgesamt durch menschliches Handeln verursacht werden, entstehen durch die Errichtung und Nutzung von Gebäuden.⁷ Im Vergleich dazu verursacht der Verkehr „nur“ 23% der weltweiten CO₂-Emissionen pro Jahr.

Auch auf den globalen **Materialverbrauch** hat die Baubranche großen Einfluss, denn sie verbraucht ungefähr **50%** aller weltweit abgebauten Materialressourcen.⁸ Das macht sie global zum materialintensivsten Sektor.

Nicht nur der Ressourcenverbrauch für die Herstellung von Baumaterialien ist hoch, auch das Abfallaufkommen ist enorm: In Österreich fallen rund **76%** des gesamten jährlichen **Abfalles** durch Bautätigkeiten an.⁹ Rund 60% davon sind Aushubmaterial.

Handlungsfelder der Baubranche

Diese Zahlen verdeutlichen eindrucksvoll die große **Verantwortung der Baubranche** für das Erreichen der internationalen Klimaziele. Drei Handlungsfelder sind dabei zentral: **Klimaschutz**, **Klimawandelanpassung** und **Kreislaufwirtschaft**.

Klimaschutz bedeutet im Gebäudebereich vor allem, klimaschädliche Treibhausgasemissionen zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Bei Neubau und Sanierung von Gebäuden können unterschiedliche Strategien zur Eingrenzung der Emissionen verfolgt werden. Im **Betrieb eines Gebäudes** ist bereits ein hohes Problembewusstsein etabliert. Auch bei der **Herstellung und Errichtung**, der **Instandhaltung** und im Umgang mit dem Gebäude am **Ende des Lebenszyklus** ist aber eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen erforderlich.

Im F&E-Projekt Klimademo Vis-à-Vis liegt der Fokus auf dem Aspekt Klimaschutz.

Klimawandelanpassung von Gebäuden und öffentlichen Räumen stellt sicher, dass unser Lebensraum auch **in Zukunft bewohnbar und erlebbar bleibt**. Häufigere Hitzewellen und Trockenperioden, zunehmende Naturgefahren und die Veränderungen der Tier- und Pflanzenvielfalt prägen unsere Umwelt bereits heute und werden es in Zukunft noch stärker tun.

Die **Kreislaufwirtschaft** als Produktions- und Verbrauchsmodell verringert die Nachfrage an neuen Ressourcen. Sie zielt darauf ab, dass vorhandene Produkte und Materialien so lange wie möglich **genutzt, geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert und recycelt** werden – also in einem möglichst geschlossenen Kreislauf bleiben. Überlegungen zur Kreislaufwirtschaft reichen vom großen Maßstab, z.B. der Entscheidung, ob ein bestehendes Gebäude weitergenutzt oder durch einen Neubau ersetzt wird, über die Verwendung gebrauchter konstruktiver Bauteile wie Wände, Stützen oder Decken, bis hin zu kleineren Dimensionen – etwa die Wiederverwendung eines Bodenbelags. Wichtige Aspekte sind dabei z.B. die Trennbarkeit von Bauteilen und Materialien und die Anpassungsfähigkeit eines Gebäudes an unterschiedliche Nutzungsanforderungen.

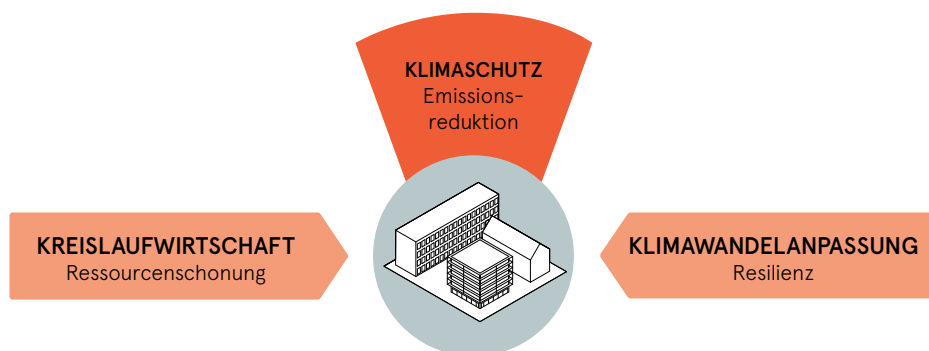


Abb. 1.14
Drei Ks: Klimaschutz, Klimawandelanpassung und Kreislaufwirtschaft

Mit drei Ks zur Transformation

Diese drei Ks sind mittlerweile auch als **Strategien auf politischer Ebene** etabliert: Klimaschutz, Klimawandelanpassung und Kreislaufwirtschaft werden in der **Smart Klima City Strategie Wien** als zentrale Handlungsfelder für den ökologischen Wandel der Baubranche und die Erreichung

der Klimaneutralität bis 2040 beschrieben.¹⁰ Sie bilden auch die Basis des **Wiener Klimagesetzes**, das im Frühjahr 2025 beschlossen werden soll. In aktuellen **Bauträger-Wettbewerben**, z.B. für das Areal Nordwestbahnhof, werden explizit Lösungen für die „drei Ks“ gefordert.

Forschungsreise Süddeutschland

4.-6. Oktober 2022

Eine der ersten gemeinsamen Aktivitäten für das gesamte Konsortium war eine Exkursion zu **Best-Practice-Beispielen** und, damit verbunden, **Vor-Ort-Gespräche mit Expert*innen**. Ziele waren Wissensgewinn über ähnliche Projekte, der Austausch mit Beteiligten darüber, welche Elemente gut funktionieren und wo es noch Entwicklungspotenzial gibt, aber auch das physische Erleben der Gebäude, informeller Dialog und Teambuilding. Der Fokus der Exkursionsziele lag auf mehrgeschossigen und partizipativ entwickelten Holzbauten, auf Quartieren, bei denen nachwachsende Rohstoffe ein- und Klimaneutralität umgesetzt wurde sowie auf Firmen mit Expertise in den genannten Bereichen.

In **München** wurde die ökologische Mustersiedlung im Prinz-Eugen-Park besichtigt, wo aufgrund einer Förderung für nachwachsende Rohstoffe bis 2020 Holzbauten in großem Umfang umgesetzt wurden. Mit transsolar fand ein Austausch zu Klima-Engineering statt. In **Pforzheim** besichtigte das Konsortium das 14-geschößige Holz-Hybrid-Hochhaus CARL, in **Esslingen am Neckar** das Klimaquartier „Neue Weststadt“ und in **Stuttgart** das leimfreie, partizipativ entwickelte Massivholzhaus MaxAcht.

Ausgangspunkt der Besichtigungen in der ökologischen Mustersiedlung im Münchner **Prinz-Eugen-Park** war das **Quartierscafé**, in dem auch das Zentrum der Genossenschaft GeQo eG untergebracht ist.

Engagierte Bewohner*innen kümmern sich hier als „Genossenschaft für Quartiersorganisation“ um die Vernetzungsarbeit im Quartier, zum Beispiel die Verwaltung von Gemeinschaftsräumen, Gästezimmern und Mobilitätsstationen und sind Anlaufstelle für viele Themen. Ein wunderbarer Ort, um mit Menschen aus der Nachbarschaft ins Gespräch zu kommen.

Eine wichtige Rolle in der Entwicklung des gesamten Quartiers spielte eine **städtische Förderung für nachwachsende Rohstoffe**.

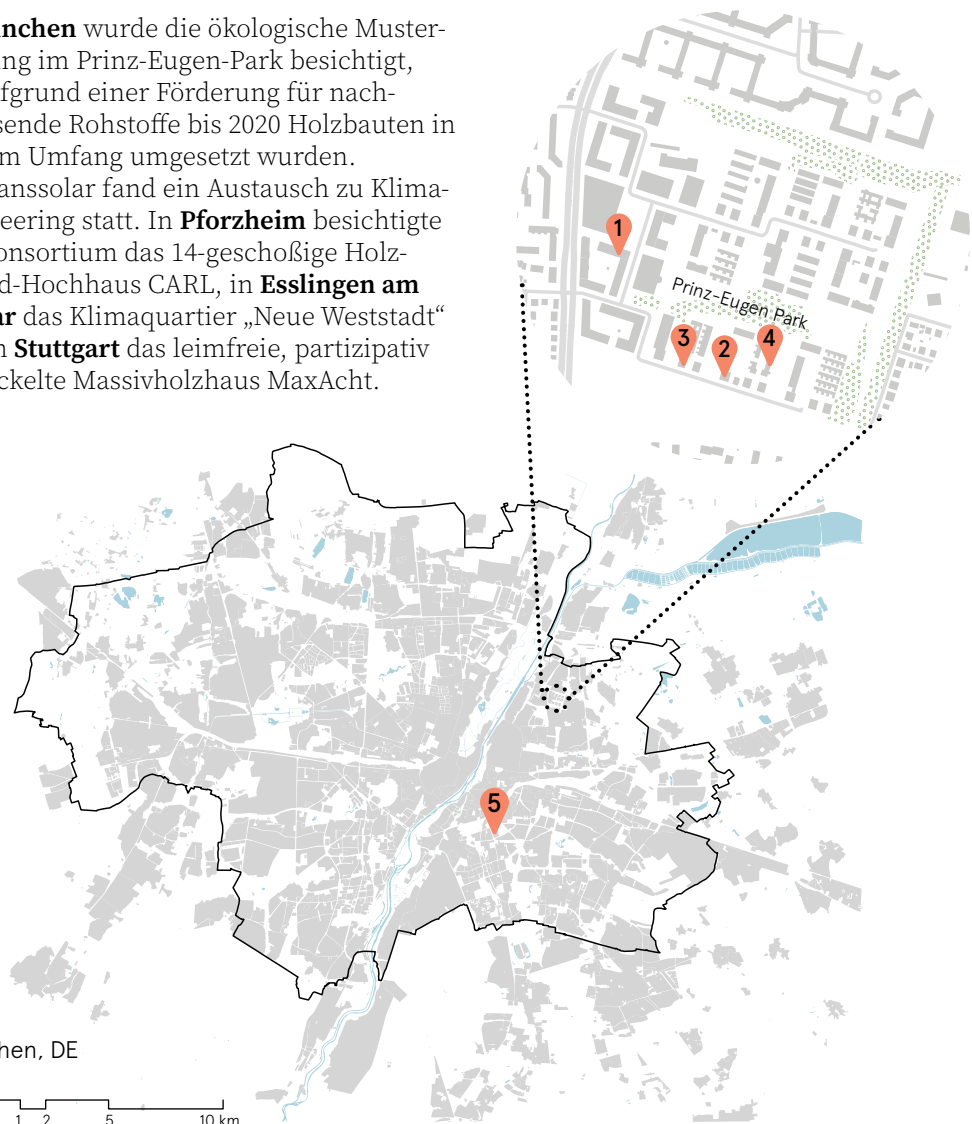


Abb. 1.15
Besuchte Projekte in
der größten Holzbau-
Siedlung Deutschlands
im Prinz-Eugen-Park
in München

Diese Förderung beruht auf einer sehr einfachen Formel: **Jedes verbaute Kilogramm „Nawaros“** – d.h. nachwachsender Rohstoffe wie z.B. Holz – wurde je nach Gebäudegröße **mit bis zu 2 € gefördert**. Bei rund 570 Wohnungen in der Muster-siedlung wurde eine Gesamtsumme von **13,6 Mio. Euro** für die Verwendung von Holz ausgeschüttet und **13.000 Tonnen CO₂ langfristig in den Gebäuden gespeichert**.

Corina Puiu von H2R Architekten stellte das gemeinsam mit Plan-Z Architekten entwickelte Projekt **WA 15 West** vor. In einem siebengeschößigen Punkthaus, einem verbundenen fünfgeschoßigen Riegel und dreigeschoßigen Reihenhäusern wurden für eine Baugemeinschaft 45 Wohnungen errichtet. Ein Kinderkino und der „Prinzenkeller“ als Partyraum stehen der gesamten Nachbarschaft offen. Abgesehen vom Treppenhaus wurden sämtliche tragende und aussteifende Bauteile in Massivholz ausgeführt. Wände mussten als Kompensation für den Einsatz brennbarer Baustoffe mit einer zweilagigen Gipsfaserverkleidung brandschutztechnisch aufgewertet werden. Decken, Stützen und Träger konnten ohne Verkleidung ausgeführt werden.

Vier vier- bis sechsgeschoßige Punkthäuser auf einem gemeinsamen Sockel bilden das Projekt **WA 14 West** von Rapp Architekten. Ab dem 1.OG wurde eine Holz-Hybrid-Bauweise mit Holzbeton-Verbunddecken, aussteifenden Massivholz-Innenwänden, innenliegenden Massivholz-Stützen und einer nichttragenden Holzrahmen-Außenwand mit Holzfassade umgesetzt.

Ulf Rössler von dressler mayerhofer rössler führte weiter durch die Prinz-Eugen-Mustersiedlung, unter anderem zu der zwei- bis viergeschoßigen Wohnanlage **Der kleine Prinz** (WA 16 Ost). 24 Atriumhäuser und zwei mehrgeschoßige Punkthäuser wurden ab dem Erdgeschoß mit Holzrahmen-Außenwänden und unverkleideten Brettsperrholzdecken errichtet.

Bei einem Besuch bei **Transsolar** stellte Markus Krauß die Arbeitsweise des Klima-Engineering-Büros vor. Er gab Einblick in Simulationswerkzeuge, die bereits in der Planungsphase eines Projektes eingesetzt werden und die einen klimaneutralen und an den Klimawandel angepassten Betrieb von Gebäuden unterstützen können.



1
**Quartiers-
café GeQo**

Abb. 1.16
Quartierscafé GeQo
im Prinz- Eugen-Park



2
**WA 15 West
H2R
Architekten**

Abb. 1.17
WA 15 West



3
**WA 14 West
Rapp
Architekten**

Abb. 1.18
WA 14 West



4
**Der kleine Prinz
Dressler
Mayerhofer
Rössler**

Abb. 1.19
Der kleine Prinz



5
**Transsolar
Klima-
Engineering**

Abb. 1.20
Besuch bei Transsolar

6

Holz-Hybrid CARL Pforzheim

Abb. 1.21
Holz-Hybrid-
Hochhaus CARL
in Pforzheim



Das **14-geschoßige Holz-Hybrid-Hochhaus CARL** in Pforzheim von Peter W. Schmidt Architekten wurde in der Rohbauphase besichtigt. Der Erschließungskern ist aus Stahlbeton, als Geschoßdecken wurden Holzbeton-Verbunddecken eingesetzt. Die Holzrahmen-Außenwände mit integrierten Massivholzstützen wurden vorgefertigt auf die Baustelle geliefert und dort montiert. Ursprünglich waren auch zwei niedrigere Wohngebäude auf dem Grundstück in Holzbauweise vorgesehen. Aus Kostengründen wurden diese schlussendlich auf eine Stahlbetonkonstruktion umgestellt.

7

Klima- quartier Neue Weststadt Esslingen

Abb. 1.22
Klimaquartier Neue
Weststadt in Esslingen



Das **Klimaquartier Neue Weststadt** in Esslingen bei Stuttgart ist laut Eigendefinition ein „nahezu klimaneutrales Quartier“ mit einer Fläche von ca. 12 Hektar. 2013 wurde der städtebauliche Wettbewerb für das Gebiet ausgeschrieben und bis 2022 in mehreren Bauphasen umgesetzt. Klimaneutralität bezieht sich hier aber nur auf den Betrieb, nicht auf die Errichtung der Gebäude. Mit Hilfe einer solaren Wasserstoff-Technologie will man dort den jährlichen CO₂-Ausstoß für Wohnen und Mobilität auf unter eine Tonne pro Person reduzieren. Die Gebäude selbst sind allerdings in konventioneller Bauweise ausgeführt.

8

MaxAcht Stuttgart

Abb. 1.23
Massivholzbau
MaxAcht in Stuttgart



Der freifinanzierte, viergeschoßige **Massivholzbau MaxAcht** in Stuttgart wurde von der architekturagentur partizipativ mit einer Baugruppe geplant und ist seit 2019 bewohnt. Der Kern ist aus Stahlbeton, die restlichen tragenden Wände und Decken aus leimfreiem, unverkleidetem Massivholz. Die Oberflächen aus Holz erzeugen für Bewohner*innen und Besucher*innen ein spürbar angenehmes Wohnklima. Für das Projekt wurde in einer Ökobilanz die CO₂-Neutralität in der Errichtung nachgewiesen.

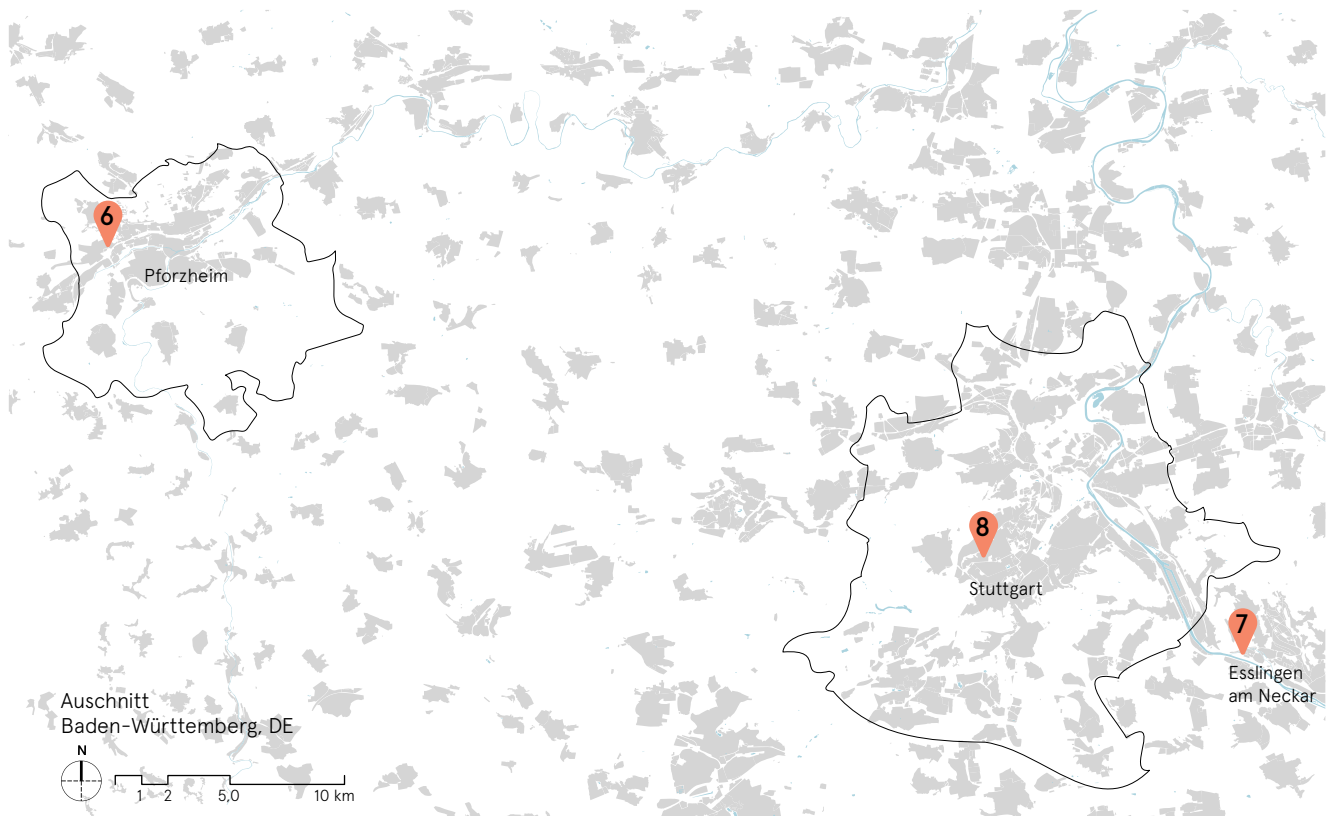


Abb. 1.24
Besuchte Projekte in
Pforzheim, Esslingen
am Neckar und
Stuttgart

2

POLICY PAPER

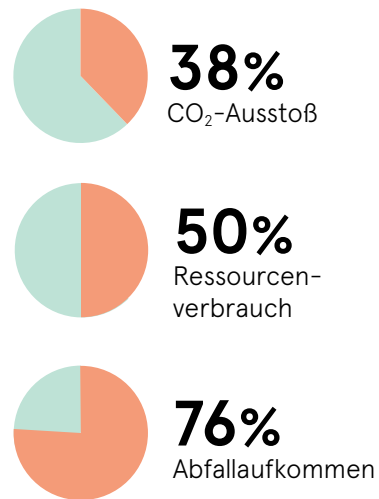
Im Kampf gegen den Klimawandel und beim Erreichen des vom Europäischen Rat definierten Ziels, bis 2050 klimaneutral zu sein, spielt die Baubranche eine besonders wichtige Rolle. Vier Themenfelder geben Handlungsempfehlungen für die Umsetzung von skalierbaren Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen.

Die Verantwortung der Baubranche

Im Kampf gegen den Klimawandel und beim Erreichen des Ziels, bis 2050 klimaneutral zu sein, spielt die Baubranche eine besonders wichtige Rolle:

Die Errichtung und der Betrieb von Gebäuden verursachen global **38% der CO₂-Emissionen**¹¹.

In Österreich ist der Bausektor darüber hinaus für **50% des Ressourcenverbrauchs**¹² verantwortlich, und **76% des landesweiten Abfallaufkommens**¹³ sind auf die Branche zurückzuführen.

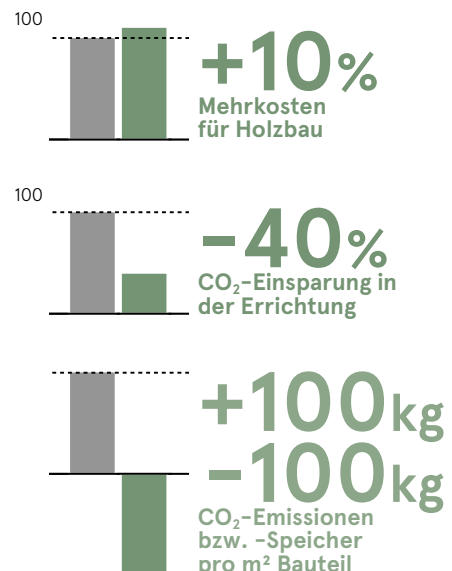


Der Weg zur Ökologisierung des Bauens

Im Rahmen des Bauvorhabens Vis-à-Vis und in einem begleitenden F&E-Projekt wurden Möglichkeiten zur Ökologisierung des Bauens untersucht, geplant und bewertet.

Bauen im urbanen Kontext ist mit nachwachsenden Rohstoffen noch teurer als eine konventionelle Konstruktion. **Umweltkosten** von konventionellen Bauweisen **werden externalisiert**.

Für einzelne Bauteile lässt sich das auf eine einfache Faustregel herunterbrechen: Ein Quadratmeter Holz-Außenwand oder Holz-Geschoßdecke **speichert ca. 100kg CO₂**. Ihre konventionellen Äquivalente aus Stahlbeton **emittieren die gleiche Menge in die Atmosphäre**.



Handlungsempfehlungen



A statt B

Die relevanten CO₂-Emissionen entstehen in der **Herstellung und Errichtung** eines Gebäudes. Sie dominieren die Emissionskurve von Gebäuden über einen Zeitraum von mehr als 35 Jahre ab der Errichtung – oder länger – und sind deshalb **ausschlaggebend für die Erreichung der Klimaziele**¹⁴. Emissionen aus dem Betrieb entstehen kontinuierlich und steigen stetig an. **Graue THG-Emissionen entstehen dagegen sprunghaft** während der Herstellung und Errichtung.

Aufgrund der hohen Energieeffizienz in der aktuellen Baupraxis und der **Dekarbonisierung der Energieversorgung** hat die Betriebsphase eines Gebäudes einen geringeren Einfluss auf die Bilanz als die Errichtungsphase. Dennoch stehen die Emissionen aus der Betriebsphase oft im Mittelpunkt der Diskussion. Die **Berücksichtigung der Herstellungsemissionen** von Baustoffen im aktuellen Diskurs ist deshalb dringend notwendig.



Der Transport ist vernachlässigbar

Die **Emissionen aus dem Transport** sind im Vergleich zu den Emissionen, die während der Herstellung und Errichtung eines Gebäudes anfallen, **nicht ausschlaggebend**.

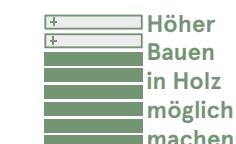
Allerdings wird der Einfluss der Transportemissionen umso bedeutender, je mehr Gewicht ein Baustoff hat. Der schwere Baustoff Stahlbeton wird zwar in der Regel in Mischanlagen im näheren Umkreis der Baustellen produziert, jedoch sind die Transportwege des Bewehrungsstahls in der Regel sehr lange.



Kostenwarheit

Weil **Umweltkosten** von konventionellen Bauweisen immer noch **externalisiert werden**, ist die Herstellung von Kostenwarheit durch **Bepreisung klimaschädlicher Emissionen** ein Weg, um ökologisches Bauen zu fördern. Das deutsche Umweltbundesamt gibt die „realen“ Umweltfolgekosten einer Tonne CO₂ mit 880€ (2024) an. Der Vergleich mit einem konventionellen Gebäude hat für Vis-à-Vis einen Preis von 750€ pro eingesparter Tonne CO₂ ergeben.

Auf **Förderungs-Ebene** kann ökologisches Bauen unterstützt werden, indem die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen gefördert wird – wie z.B. in der ökologischen Mustersiedlung in München, bei der pro verbaute Kilogramm „Nawaro“ bis zu zwei Euro gewährt wurden.



Rechtliche Ebene

Die OIB-Richtlinie 2 lässt in Österreich Holzbauten bis sechs Geschoße zu, für höhere Gebäude sind kostspielige Kompensationen erforderlich. In Wien ist ein Großteil des Neubauvolumens mit mehr Geschoßen gewidmet, ein Umdenken auf **rechtlicher oder Widmungs-Ebene** ist notwendig.

Die zunehmende **Gebäudehöhe** in städtischen Entwicklungsgebieten, die in der Regel oft über acht Geschoße erreichen werden, erfordert ein Umdenken in der politischen und planerischen Landschaft. Es ist dringend notwendig, neue **Richtlinien** zu etablieren, die das **Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen unterstützen**.

Eine stärkere Sensibilisierung der Verwaltung ist ebenfalls unerlässlich, um die Planungsprozesse effektiver zu gestalten.

3

KLIMANEUTRALE GEBÄUDE

Ein Gebäude hat während seines Lebenszyklus vielfältige Auswirkungen auf die Umwelt: Bei der Herstellung und im Betrieb werden Energie und Ressourcen verbraucht. Dabei entstehen Abfälle und Emissionen. Auf der anderen Seite speichern nachwachsende Baustoffe während ihres Wachstums CO₂, das so für eine gewisse Zeit der Atmosphäre entzogen wird. Ökobilanzen, auch „Nachhaltigkeitsorientierte Lebenszyklusanalyse“ oder „Sustainable Life Cycle Assessment“ (sLCA) genannt, bilden diese Umweltwirkungen ab und zeigen, ob klimaschädliche Emissionen überwiegen, oder ob sich negative und positive Auswirkungen ausgleichen – ob ein Gebäude also klimaneutral ist.

Ökobilanzierung

Vorgaben für die Bewertung der Umweltqualität von Gebäuden sind in der **ÖNORM EN 15804** „Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte“ und in der **ÖNORM EN 15978** „Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Umweltleistung von Gebäuden - Anforderungen und Anleitungen“ festgelegt.

Welche Aspekte in einer Ökobilanz berücksichtigt werden, hängt vom **Anwendungsfall und der Zielsetzung** ab: Dient eine Bilanz dazu, im Planungsprozess eine Entscheidung zwischen Baustoffen oder Bauteil-Aufbauten zu treffen, muss sie andere Aussagen liefern, als wenn sie z.B. Grundlage für eine Gebäudezertifizierung ist. Die Definition sogenannter **Bilanzgrenzen** ist daher ein integraler Bestandteil einer zielgerichteten und nachvollziehbaren Bilanz.

Auf **inhaltlicher Ebene** können verschiedene Umweltindikatoren dargestellt werden, z.B. Treibhauspotenzial, Primärenergiebedarf oder Versauerungspotenzial.

Auf **räumlicher Ebene** können Gebäude in unterschiedlicher Tiefe betrachtet werden. Einfache Bilanzen beschränken sich auf die oberirdische thermische Gebäudehülle und Geschoßdecken, aufwändigere Bilanzen bilden Gebäude in ihrer Komplexität

möglichst vollständig ab und umfassen z.B. auch unterirdische Bauteile, Innenwände, Erschließungszonen, Abdichtungen, Haustechnik und Außenanlagen.

In **zeitlicher Hinsicht** wird der Lebenszyklus eines Gebäudes in drei Phasen unterteilt:

- A: Herstellung und Errichtung
- B: Nutzung
- C: Entsorgung

Davon abgehoben ist das Informationsmodul D, das Vorteile und Belastungen außerhalb des Lebenszyklus des Gebäudes angibt.

Manche Ökobilanzen bilden den gesamten Lebenszyklus ab. In anderen Fällen ist nur eine bestimmte Phase von Interesse.

Lebenszyklusphasen

Die genannten Lebenszyklusphasen sind in einzelne Module untergliedert:

Die **Herstellungs- und Errichtungsphase A** setzt sich aus den Modulen A1-A3 zusammen, in denen die Prozesse von der Rohstoffgewinnung bis zur Produkt-

herstellung betrachtet werden. Auswirkungen des Transports von Bauprodukten und Baustoffen vom Werk zur Baustelle werden in Modul A4 quantifiziert. Die Errichtung des Gebäudes einschließlich Erdarbeiten und Transporte innerhalb der Baustelle werden in Modul A5 hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen bewertet.

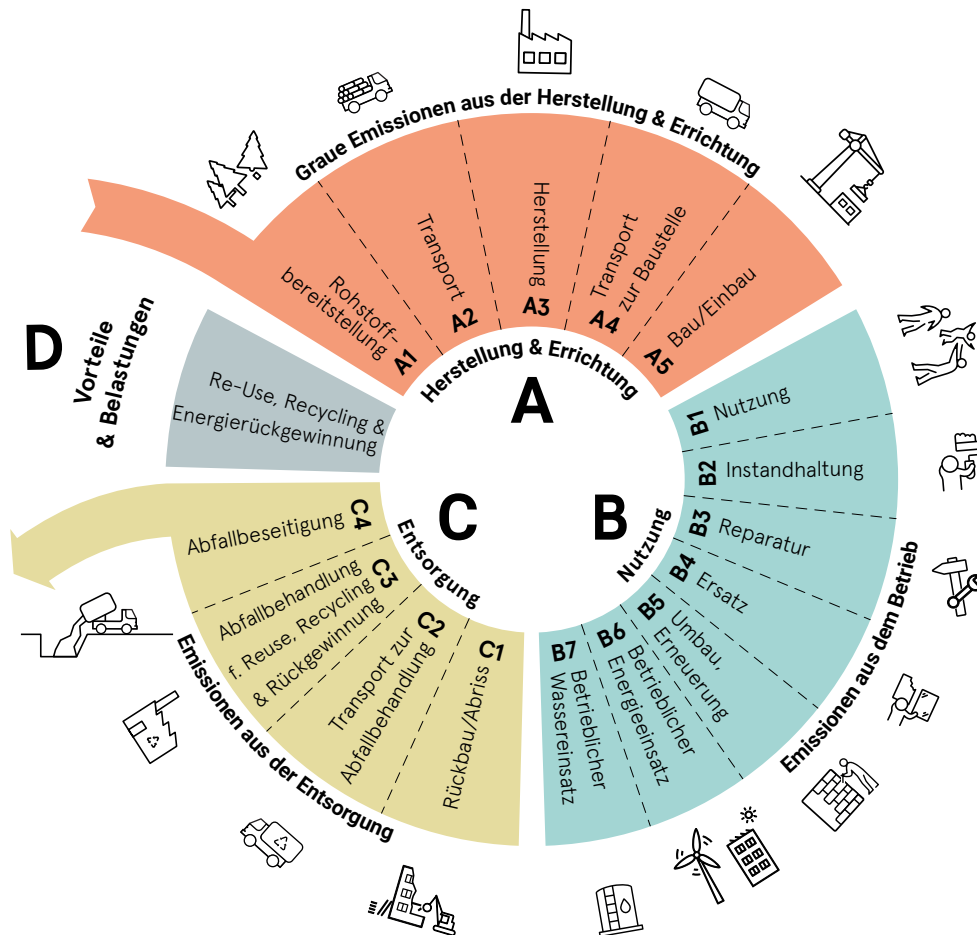


Abb. 3.1
Phase und Module für
die Beschreibung und
Bewertung eines
Gebäudes nach
EN 15978

Die **Nutzungsphase B** umfasst den Zeitraum von der Fertigstellung des Gebäudes bis zum Rückbau bzw. Abbruch und besteht aus sieben Modulen. Dazu gehören z.B. Instandhaltungsmaßnahmen (B2), der Ersatz von Bauteilen am Ende ihrer Nutzungsdauer (B4) oder der Energieeinsatz, der für den Betrieb des Gebäudes erforderlich ist (B6).

Die **Entsorgungsphase C** beginnt, wenn für das Gebäude keine weitere Nutzung vorgesehen ist. Sie umfasst den Rückbau oder Abbruch (C1) und den Transport des rückgebauten Materials (C2). Teile des rückgebauten Materials werden im Modul C3 für eine Wiederverwendung aufbereitet, deponiertes Material wird dem Modul C4 Deponierung zugeordnet.

Das **Zusatzmodul D** kann in die Bewertung einbezogen werden, um Vorteile und Belastungen zu quantifizieren, die außerhalb der Systemgrenzen liegen.

Wenn z.B. Ressourcen in einem anderen Gebäude wiederverwendet werden können, wird dies in Modul D als Gutschrift erfasst.

Ökobilanz Vis-à-Vis

Der inhaltliche Schwerpunkt von Klimademo Vis-à-Vis liegt auf dem **Treibhauspotenzial des Gebäudes**. Angesichts des enormen Anteils, den der Bausektor an den weltweiten CO₂-Emissionen hat, ist dieser Indikator von besonderer Relevanz. Räumlich wird das gesamte Gebäude inklusive Untergeschoß, Innenwände, Bauteile außerhalb der thermischen Hülle und Haustechnik bilanziert. Zeitlich werden die Herstellungsmodule A1-A3 und exemplarisch A4 (Transport zur Baustelle) abgebildet, in der Nutzungsphase die Module B4 (Ersatz) und B6 (betrieblicher Energieeinsatz). In der Entsorgungsphase werden die Module C1-C4 berechnet. Daneben wird mit dem Zirkularitätsfaktor die Kreislauffähigkeit bewertet.

3.1

CO₂-Emissionen und CO₂-Speicher im Gebäudelebenszyklus

Das Treibhauspotenzial wird in Ökobilanzen mit der **Kennzahl „CO₂-Äquivalent“ oder „CO₂e“** angegeben und als Masse erfasst (kgCO₂e). Es umfasst alle chemischen Verbindungen, die zur globalen Erwärmung beitragen. Das Treibhauspotenzial von Kohlenstoffdioxid dient als Referenzwert, andere Gase wie Methan und verschiedene Stickstoffverbindungen werden relativ dazu berücksichtigt. Verbreitet ist auch die englische Bezeichnung für Treibhauspotenzial, **Global Warming Potential oder GWP**.

In den einzelnen Lebenszyklusphasen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Treibhausgasemissionen eines Gebäudes zu reduzieren:

Regenerative Materialien wie Holz und Stroh lagern während ihres Wachstums biogenen Kohlenstoff ein und **entziehen der Atmosphäre dadurch CO₂**. Durch die Verwendung dieser Baustoffe bleibt der Kohlenstoff langfristig gebunden. Dies wird in einer Ökobilanz als CO₂-Speicher berücksichtigt. Die Speicherkapazität überwiegt z.B. bei Brettsperrholz die produktionsbedingten Emissionen bei weitem. Andere, nicht-regenerative Produkte – z.B. Zement und Stahl – verursachen hingegen teils hohe Emissionen und haben keine Speicherkapazität. Die **Wahl der Baustoffe** ist deshalb der **entscheidende Faktor einer Ökobilanz in Lebenszyklusphase A**. Rechtliche, technische und oft auch ökonomische Aspekte sowie fehlendes Bewusstsein in der Planung beeinflussen diese Wahl.

In der Nutzungsphase können Emissionen vermieden werden, indem die für den Betrieb benötigte **Energie aus erneuerbaren Quellen** bezogen wird. Zur **Bewertung des Treibhauspotenzials** von Energieträgern wird auf **Konversionsfaktoren** zurückgegriffen, die in Österreich in der OIB-Richtlinie 6 geregelt sind und die angeben, wie viel CO₂e beim Verbrauch von Energie aus einer bestimmten Quelle emittiert wird. Strom aus dem durchschnittlichen österreichischen Strommix wird z.B. in der aktuellen Richtlinie (2023) mit dem Konversionsfaktor $f_{\text{CO}_2\text{e}}=156 \text{ g/kWh}$ bewertet. Das bedeutet, dass für eine kWh Strom 156 g CO₂e anfallen.

Stromproduktion mit einer PV-Anlage verursacht im Gegensatz dazu abgesehen von der Herstellung der Anlage selbst kein CO₂, hat also den Faktor $f_{\text{CO}_2\text{e}}=0 \text{ g/kWh}$.

Die Möglichkeit, wie in Phase A der Atmosphäre langfristig CO₂ zu entziehen, gibt es mit gängigen Energieträgern aber nicht. Eine klimaneutrale Bilanz ist durch eine ausschließliche Versorgung mit Energieträgern, die im Betrieb keine Emissionen verursachen, möglich. Eine klimapositive Bilanz kann rechnerisch durch eine Überproduktion erreicht werden. Neben einer bereits hohen Energieeffizienz von Gebäuden ist die **Ökologisierung vieler Energieträger** weit fortgeschritten. Die **CO₂-Emissionen aus der Betriebsphase nehmen ab**. Das bildet sich auch in der laufenden Absenkung der Konversionsfaktoren ab. Dadurch sinkt gleichzeitig die Möglichkeit, durch umweltfreundliche Energieträger hohe CO₂-Emissionen aus anderen Lebenszyklusphasen auszugleichen.

Ein weiterer Aspekt in der Nutzungsphase ist der **Austausch von Bauteilen**. Zur Vergleichbarkeit werden in Ökobilanzen einheitliche Nutzungsdauern für Bauteile wie Fenster oder Fußböden zugrunde gelegt. Ist ein Zyklus vollendet und müssen z.B. die Fenster oder Fußböden eines Gebäudes ausgetauscht werden, sind auch herstellungsbedingte Umweltwirkungen erneut zu berücksichtigen.

In der Lebenszyklusphase C wird die Entsorgung eines Gebäudes bilanziert. **Biogener Kohlenstoff**, der in Phase A als Speicher bilanziert wurde, **muss bei energetischer Verwertung wieder ausgebucht werden**. Dies führt bei Gebäuden, in denen viele nachwachsende Baustoffe verwendet wurden, zu einem **hohen Anstieg der CO₂e-Emissionen** – deutlich höher als bei konventionellen Gebäuden ohne biogenen Speicher aus Phase A. In der Gesamtbilanz über alle Lebenszyklusphasen schneiden nachwachsende Baustoffe dennoch besser ab als ihre konventionellen Pendanten. Gutschriften für die energetische Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen können in Modul C3 bilanziert werden. Re-Use- oder Recyclingeffekte von Bauprodukten am

Ende ihres Lebenszyklus sind hingegen nicht anrechenbar. Vorbereitende Arbeiten für das Recycling, die energieintensiv sein können, werden jedoch berücksichtigt. In einer normgerechten Ökobilanz kann die Deponierung deshalb paradoxerweise besser abschneiden als die Wiederverwendung von Baustoffen. Tatsächliche **Gutschriften für recycelte Baustoffe** werden erst dem **nachfolgenden Bauwerk** in dessen Lebenszyklusphase A **angerechnet**.

Die Aussagekraft der Daten aus Phase C ist aufgrund dieser methodischen Schwächen und der Abhängigkeit von sehr weit in die Zukunft reichenden Prognosen fragwürdig.

Kreislauffähigkeit und positive Entsorgungseigenschaften, die sich aus vorgefertigten, demontierbaren und sortenrein trennbaren Bauteilen ergeben, können im zusätzlichen Modul D, das nicht Teil einer Standard-Ökobilanz ist, für ein „Spender“-Gebäude informativ berücksichtigt werden.

3.2 Ökobilanzierung und Bewertungskriterien in der D-A-CH-Region

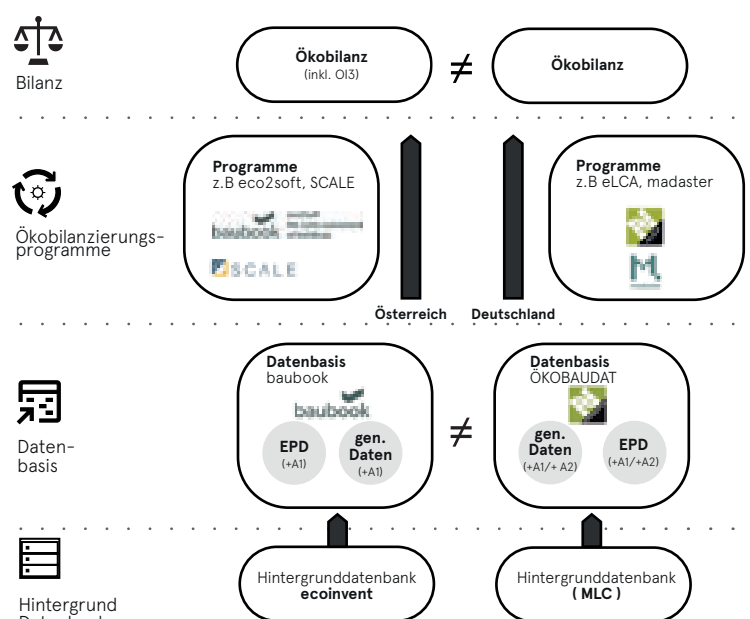
Die Berechnung von Ökobilanzen ist **normativ geregelt**. Je nach verwendetem Modell können die Ergebnisse von Bilanzen aber deutlich variieren, wenn z.B. unterschiedliche Umweltindikatoren, Lebenszyklusphasen und -module betrachtet sowie unterschiedliche Datengrundlagen verwendet werden. Eine transparente Handhabung der Methodik ist für die Vergleichbarkeit unerlässlich.

Im Unterschied zu Normen werden bei **Zertifizierungssystemen** wie klimaaktiv oder BNB auch Bewertungen und Zielwerte festgelegt und mit standardisierten Bedingungen verknüpft. Die Anforderungsniveaus, der Bilanzierungsumfang sowie die Gewichtung der Indikatoren im Gesamtsystem können bei den Gebäudebewertungssystemen sehr unterschiedlich ausfallen.

Manche Modelle setzen auf eine möglichst **einfache Vergleichbarkeit** durch die **Aggregation verschiedener Indikatoren** zu einem einzelnen Faktor. Andere Systeme setzen auf eine **stärkere Differenzierung**, die für die Optimierung von Gebäuden zielführend ist: Dominante Teilmodule wie die Betriebsenergie (B6) oder die Baustoffherstellung (A1- A3) werden oft gesondert betrachtet und bewertet, da sie andere Indikatoren und Teilmodule überlagern können.

Einige Umweltindikatoren lassen sich generell in einer komplexen Gebäudeökobilanz nicht sinnvoll abbilden. Im Bereich der Öko- oder Humantoxizität kann es zielführender sein, mit Verbotslisten oder spezifischen Grenzwerten für relevante Schadstoffe zu arbeiten, da entsprechende Ökobilanz-Kennzahlen auf Gebäudeebene weniger aussagekräftig sind als eine gezielte Baustoffwahl für betroffene Produktgruppen.

Abb. 3.2
Ökobilanzen,
länderspezifische
Datengrundlagen und
Hintergrund-Daten-
banken



Ein **Vergleich von Grenz- und Zielwerten über Ländergrenzen hinweg** ist derzeit **kaum möglich**, da unterschiedliche Hintergrunddatenbanken und Bilanzierungsregeln der Zertifizierungssysteme die Vergleichbarkeit erschweren.

Im folgenden Kapitel werden exemplarisch die gängigsten Ökobilanzierungsmodelle aus Österreich, Deutschland und der Schweiz vorgestellt.

Österreich

Eco2Soft: Sustainable Life Cycle Assessment für Gebäude

Datenbasis: IBO-Richtwerte

Hintergrunddatenbank: ecoinvent

Der Online-Rechner eco2soft ermöglicht eine umfassende Bilanzierung von Gebäuden gemäß EN 15978. Der ökologische Impact kann über den gesamten Lebenszyklus von der Herstellung der Baustoffe und Haustechnikkomponenten (A1-A3) über den Transport zur Baustelle (A4), die Prozesse zur Errichtung des Bauwerks (A5), der Gebäudebetrieb in der Nutzungsphase inklusive erforderlichem Austausch von Baustoffen (B4), die Betriebsenergie (B6), der Wasserverbrauch (B7) bis zum Rückbau und der Entsorgung bzw. der Behandlung für Recycling oder Wiederverwendung (C1-C4) berechnet werden. Der Betrachtungszeitraum, die räumlichen Systemgrenzen und die funktionalen Äquivalente (Bezugsfläche) können individuell festgelegt werden. Für die Ermittlung der Austauschzyklen wird der IBO-Nutzungsdauerkatalog angewendet. Die Vorschlagswerte können in begründeten Fällen (z.B. abhängig von der Einbausituation) adaptiert werden. Die Phase C wird mit Default-Szenarien gerechnet. Auch hier ist eine Adaptierung grundsätzlich möglich. Ökobilanzen nach den Vorgaben der EU-Taxonomie-Verordnung können erstellt werden.

Oekoindex OI und OI3

Datenbasis: IBO-Richtwerte

Hintergrunddatenbank: ecoinvent

Der Oekoindex OI3 ist eine aggregierte Bewertungsmethode, die einzelne, für den Bausektor wesentliche Umweltindikatoren und deren Auswirkungen gewichtet und in

ein Punktesystem übersetzt. Er wurde vom IBO in Abstimmung mit österreichischen Wohnbauförderungsstellen als einfaches Bewertungsinstrument entwickelt.

Der OI3-Index beschränkt sich auf die Klassifizierung von drei Indikatoren:

- Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie (PENRT)
- Treibhauspotenzial (GWP)
- Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)

Diese werden zu je einem Drittel gewichtet und zu einem Gesamtfaktor aggregiert. Je kleiner der Faktor, desto besser ist die ökologische Bewertung des Bauteils oder des Gebäudes. Der Oekoindex kann um beliebige weitere Wirkungsindikatoren (z.B. Eutrophierung, Ozonbildungspotenzial etc.) erweitert werden (OIx).

Betrachtungsgegenstand können Bauteile, Gebäudeteile oder das gesamte Gebäude sein.

Der OI3-Index bildet die Module A1-A3 und B4 der Gebäudeökobilanz ab und ist in der Regel in Bewertungssysteme eingebettet, die Aufwände und Umweltwirkungen der Betriebsenergie B6 separat bilanzieren und die Phase C (End-of-Life) über eigene Indikatoren (z.B. klimaaktiv) abbilden.



Deutschland

BNB - Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen

Datenbasis: ÖKOBAUDAT

Hintergrunddatenbank: MLC

Das BNB-System wurde 2009 vom Bundesbauministerium in Auftrag gegeben, um ein Nachhaltigkeitsbewertungssystem für den Bundesgebäudesektor zu schaffen. Die initiale Entwicklung erfolgte in enger Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), was die



inhaltliche Nähe der beiden Systeme erklärt. Das BNB-System ist für Bundesbauten verpflichtend und kann als Nachweisinstrument für Bundesförderungen herangezogen werden. Über separate Zertifizierungsstellen ist es auch für private und öffentliche Bauherren kostenfrei nutzbar.

Die Gebäudeökobilanz nimmt mit 12% Gesamtgewichtung (Stand Okt. 2024) einen relativ hohen Stellenwert ein, das Treibhauspotenzial fließt mit über 30% Teilgewichtung ein. Verpflichtend zu bilanzieren sind die Module A1-A3, B4, B6, C3-C4.

Der Bilanzierungsumfang bezieht sich auf Rohbau, Ausbau, haustechnische Anlagen und in Teilaspekten auch auf Außenanlagen. Die technische Gebäudeausstattung kann vereinfacht über Zuschläge zum Gesamtergebnis des Baukörpers ermittelt werden. Anders als in österreichischen Bewertungssystemen wird der Nutzer*innenstrom beim Endenergiebedarf nicht mitberücksichtigt. Die Datenbasis liefert ÖKOBAUDAT, eine vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen bereitgestellte und laufend adaptierte Datenbank.

Sie enthält sowohl EPDs (siehe Seite 35) als auch generische Daten zu Bauprodukten und Datensätze zu Energieträgern, Transport, Errichtungs- und Entsorgungsprozessen.

DGNB - Deutsches Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen

Datenbasis: ÖKOBAUDAT

Hintergrunddatenbank: MLC

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen hat das BNB für kommerzielle Anwendungen zum „Deutschen Gütesiegel Nachhaltiges Bauen“ weiterentwickelt. DGNB kann für Neubau, Sanierung und Gebäude in Betrieb angewendet werden. Es stehen Systemvarianten für verschiedene Nutzungsprofile zur Verfügung. Der Einfluss ökobilanzrelevanter Indikatoren auf das Gesamtergebnis liegt bei rund 10%. Mindestanforderung ist die Durchführung und Offenlegung einer Lebenszyklus- CO_2 - und Energiebilanz für das realisierte Gebäude. Zusatzpunkte gibt es, wenn bereits in frühen Planungsphasen Variantenberechnungen durchgeführt und evaluiert werden. Der Erhalt von Bausubstanz liefert ebenso Bonuspunkte wie Suffizienzmaßnahmen (erhöhte Nutzungsdichte) oder Klimaschutzfahrpläne. Für Errichtung und Betrieb soll bis 2045 eine neutrale CO_2 -Bilanz erreicht werden. Generell sind die Referenzwerte derzeit noch wenig ambitioniert. Die Einstufung aller weiteren Umweltwirkungen wie Ozonbildungspotenzial oder Eutrophierung spielt gegenüber der CO_2 - und Primärenergiebilanz eine untergeordnete Rolle.

QNG - Qualitätssiegel Nachhaltiges Bauen

Datenbasis: Ökobilanzierung-Rechenwerte

2023, ÖKOBAUDAT

Hintergrunddatenbank: MLC

Seit Juli 2021 sind Bundesförderungen in Deutschland an die Umsetzung bestimmter Nachhaltigkeitsqualitäten gebunden. Der Nachweis erfolgt über die Dachmarke Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG). Dabei handelt es sich nicht um ein eigenständiges Zertifizierungssystem: QNG greift auf etablierte Anbieter (u.a. DGNB, BNB) zurück. Da die verschiedenen Systeme in ihren Anforderungen und im Kriterienumfang nicht deckungsgleich sind, gelten für Gebäude, die mit dem QNG-Qualitätssiegel ausgezeichnet werden sollen, allgemeine und spezielle Anforderungen, die unabhängig vom Nutzungsprofil erfüllt sein müssen. Darin sind Bilanzierungsregeln für die Gebäudeökobilanz sowie Zielwerte definiert.

Bewertet werden die Treibhausgasemissionen und der Primärenergiebedarf im Lebenszyklus. Für Wohngebäude und für die Auszeichnungsstufen QNG Plus und Premium sind Zielwerte festgelegt, die sich im Wesentlichen an Referenz- und Zielwerten der DGNB orientieren. Für Nichtwohngebäude sind derzeit keine Zielwerte definiert.

Schweiz

Minergie und SNBS:

LCA-Indikatoren auf Basis SIA

Datenbasis: Ökobilanzdaten im Baubereich
Hintergrunddatenbank: ecoinvent

Mit dem SIA-Merkblatt 2032 „Graue Energie“ verfügt die Schweiz seit 2009 (letzte Aktualisierung 2020) über einen normativen Leitfaden zur Ökobilanzierung der grauen Energie und der kumulierten Treibhausgasemissionen von Gebäuden. Die Bilanzierung umfasst die Baustoffherstellung (A1-A3), Ersatzinvestitionen (B4) und die Entsorgungsphase (C). Die Indikatoren beschränken sich auf nicht erneuerbare Primärenergie und kumulierte graue Treibhausgasemissionen. Weitere Umweltindikatoren werden nicht verwendet. Die Ermittlung der Betriebsenergie von Gebäuden (B6), der daraus resultierenden äquivalenten Treibhausgasemissionen bzw. des Primärenergieaufwands sind in der SIA 2031 geregelt. In die Systemgrenze des Gebäudes sind sowohl die Haustechnik als auch Aufwände für den Bodenaushub miteinzubeziehen.

Die Methodik findet Anwendung im Gebäudestandard Minergie, der auch für Förderungen relevant ist, und im Gebäudezertifizierungssystem SNBS (Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz). Die Siedlungszertifizierungen Minergie-Areal oder SNBS-Areal beziehen sich ebenfalls darauf.



Ökofaktoren

Datenbasis: Ökobilanzdaten im Baubereich, UVEK-Ökobilanzdaten
Hintergrunddatenbank: ecoinvent

Im wissenschaftlichen Kontext werden Umweltauswirkungen u.a. mit der Methode der ökologischen Knappheit (sog. Ökofaktoren) berechnet. Diese können global oder national durch gesetzlich festgelegte Umweltziele definiert sein. Die Methodik wurde erstmals 2021 vom Schweizer Bundesamt für Umwelt veröffentlicht.

Je höher der Ökofaktor für ein Bauprodukt oder einen Baustoff ist, desto höher ist die Umweltbelastung. Berücksichtigt werden Ressourcenverbrauch, Abfallaufkommen und Emissionen in Luft, Böden und Gewässer sowie Gesundheitsbelastungen wie Verkehrslärm. Bei den Ressourcen werden Wasser- und Energieverbrauch, die Nutzung mineralischer Primärressourcen, aber auch Landnutzung und Verlust an Biodiversität berücksichtigt. Emissionen beziehen sich u.a. auf Umweltwirkungen wie den Klimawandel, den Abbau der Ozonschicht, Luftschadstoffe, krebserregende Substanzen, Schwermetalle, die in die Luft abgegeben werden, sowie Plastik und Pestizide in Böden und Gewässern.

Die Vielzahl der untersuchten Umweltwirkungen erfordert eine Gewichtung der einzelnen Indikatoren. Sie werden daher in Umweltbelastungspunkte (UBP) umgerechnet, die eine Gesamtbewertung in einer Einzahl erlauben.

Um die Methode der ökologischen Knappheit anwenden zu können, muss die nationale Politik quantitative Umweltziele definieren. Fehlen diese für einzelne Indikatoren, ist eine Einstufung der Umweltwirkungen noch nicht möglich, da sie nicht in Absolutzahlen, sondern im Vergleich zum tolerierten regionalen Belastungsbudget gemessen werden. Auch die Gewichtungsfaktoren sind regional an die Umweltziele eines Landes anzupassen.

Die Methodik ist für komplexe wissenschaftliche Analysen geeignet, hat aber noch keinen Eingang in Fördersysteme oder Gebäudezertifizierungen gefunden.

Europäische Union

EU-Taxonomie-Verordnung

Die EU-Taxonomie-Verordnung soll die Umsetzung des European Green Deals mit klar definierten Reduktionspfaden zu Energieverbrauch und CO₂-Emissionen unterstützen, indem Investitionen in nachhaltige Projekte gelenkt werden.

Dazu wurden für nahezu alle Wirtschaftssektoren Anforderungen definiert und in sechs Umweltzielen konkretisiert:

- Klimawandel
- Klimawandelanpassung
- Übergang zur Kreislaufwirtschaft
- Vermeidung von Umweltverschmutzung
- nachhaltige Nutzung von Wasser- und Meeresressourcen
- Schutz und Wiederherstellung von Biodiversität und Ökosystemen

Erfolgt die Deklaration des Gebäudes unter den Hauptzielen Klimaschutz oder Klimawandelanpassung, ist für Neubauten ab

5.000 m² Nutzfläche eine GWP-Bilanzierung über den gesamten Lebenszyklus verpflichtend. Werden nationale Berechnungstools verwendet, müssen sie Mindeststandards an Bilanzierungsumfang und Datenqualität einhalten. Der Betrachtungszeitraum beträgt 50 Jahre. In vielen Punkten beziehen sich die Bilanzierungsregeln auf Level(s)-Indikator 1.2 - Erderwärmungspotenzial. Level(s) ist ein europäisches Rahmenwerk für nachhaltige Gebäude. Die EU-Taxonomie liefert einen ersten Schritt zu einer vergleichenden Berechnung. Zielwerte für die Begrenzung der CO₂-Emissionen sind derzeit noch nicht definiert – letztlich eine große Lücke in der Deklaration nachhaltiger Gebäude, die in weiteren Überarbeitungen dringend geschlossen werden sollte. Wesentlicher Hemmschuh für die Definition von Zielwerten ist das Fehlen einer europaweit einheitlichen und vergleichbaren Datengrundlage für die Gebäudeökobilanzierung.

3.3

Umweltproduktdeklarationen (EPD)

Gebäudeökobilanzen sind auf neutrale und objektive Daten zu umweltrelevanten Eigenschaften von Bauprodukten angewiesen. Als Basis können **vier Arten von Datensätzen** herangezogen werden: generische Daten, repräsentative Werte, branchen- oder produktspezifische Daten.

Generische Daten werden aus einer Vielzahl an Durchschnittswerten generiert.

Repräsentative Werte bilden länder- oder regionsspezifische Durchschnittswerte ab.

Produktspezifische Daten – sogenannte Umweltproduktdeklarationen oder EPDs (environmental product declaration) – liefern **drittverifizierte, vergleichbare und transparente Umweltinformationen für spezifische Bauprodukte**. EPDs können auch von Industrieverbänden für Produkte der gleichen Kategorie in Auftrag gegeben werden (Branchen-EPDs).

Je nachdem, ob für Baustoffe generische Daten, repräsentative Werte oder eine EPD verwendet werden, ergeben sich **abweichende und unterschiedlich detaillierte Ergebnisse**. Folgende Grafik zeigt zwei Datensätze des CO₂-Äquivalents von Brettsperrholz – links der repräsentative Wert für Deutschland (ÖKOBAUDAT), rechts ein

EPD-Ergebnis. Die CO₂-Emissionen aus dem Produktionsprozess liegen beim spezifischen Produkt rund 25% unter den repräsentativen Daten.

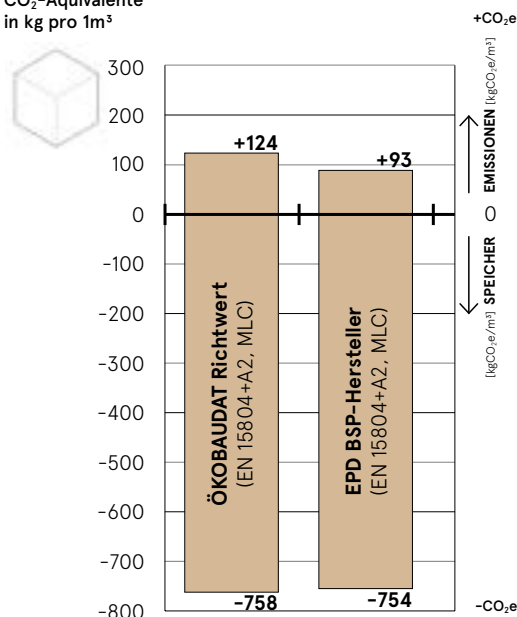
Vergleich Datensätze

Brettsperrholz

Lebenszyklusphase A1 – A3

Herstellung & Errichtung

CO₂-Äquivalente
in kg pro 1m³



EPDs werden von qualifizierten Unternehmen im Auftrag von Hersteller*innen der zu deklarierenden Produkte erstellt. In Österreich übernimmt die Bau EPD GmbH die Entwicklung von spezifischen Deklarationsregeln und die Veröffentlichung der EPDs. Vor der Veröffentlichung werden unabhängige externe Verifizierungsstellen mit der **Plausibilitäts- und Konformitätsprüfung einer EPD** beauftragt. Auf internationaler Ebene sorgen Dachverbände (z.B. eco-platform.org) für die Qualitätssicherung und Harmonisierung.¹⁵

Grundlagen

Als Grundlage für die Berechnung werden **Hintergrunddatenbanken** verwendet. Diese enthalten Informationen zu den Vorketten von Bauprodukten, z.B. den Primärenergiebedarf aus der Rohstoffherstellung. Derzeit sind zwei Datenbanken am weitesten verbreitet:

MLC (Managed LCA Content, ehemals GaBi) wird u.a. für die deutsche ÖKOBAUDAT¹⁶ verwendet. Nach Angaben der österreichischen Bau EPD GmbH sind die Hintergrunddatensätze nicht vollständig einsehbar. **ecoinvent** wird als Basisdatenbank für Richtwerte des österreichischen baubook¹⁷ sowie für die Schweizer Ökobilanzdaten im Baubereich¹⁸ verwendet. Die Datensätze sind weitgehend transparent.

Vergleichbarkeit

Im Bausektor ist die ÖNORM EN 15804 die entscheidende Grundlage, um die Vergleichbarkeit einzelner EPDs zu gewährleisten. Nach dieser Norm müssen die Umweltindikatoren der Lebenszyklusmodule A1-A3 (Herstellung), C1-C4 (Entsorgung) und das Modul D (Vorteile und Belastungen) jedenfalls dargestellt werden.

Umweltdatenbanken wie ÖKOBAUDAT oder baubook werden aber mit unterschiedlichen Grundlagen gespeist und entsprechen teilweise unterschiedlichen Ausgaben der EN 15804. Angaben zu umweltrelevanten Eigenschaften von Baustoffen sind **nur dann direkt miteinander vergleichbar**, wenn die Berechnungen der **gleichen Ausgabe der Norm** entsprechen und die **gleiche Datenbasis** verwendet wurde.

Ziele von EPDs

EPDs unterstützen Planer*innen und Ausführende bei **wissenschaftlich fundierten Entscheidungen**. Auch in der Forschung besteht ein Bedarf an belastbaren Daten zur Umweltwirkung von Bauprodukten. Für Produkthersteller*innen stellen Umweltproduktdeklarationen eine Instrument zur **Optimierung ihrer Prozesse und Entwicklung neuer Produkte** dar. Die Verwendung für Zertifizierungen und Marketing erhöht den Anreiz für eine kontinuierliche Verbesserung der Umweltqualität.

Zudem können EPDs in politische Instrumente, wie z.B. Förderungen, einfließen und so zukünftig eine **stärkere Leitfunktion für planerische Entscheidungen** im Hinblick auf die Umweltwirkung von Bauprodukten übernehmen.

Aktuelle Entwicklung

In einigen EU-Ländern ist die Verwendung von EPDs im Bausektor bereits etabliert. In Frankreich sind Umweltverträglichkeitsprüfungen ohne EPDs nicht zulässig. In Belgien wurde 2016 eine staatliche EPD-Plattform eingerichtet.¹⁹ Seit Jänner 2025 ist auf EU-Ebene die überarbeitete **Bauprodukteverordnung (EU) 2024/3110** gültig. Diese Verordnung fordert als zentrales europäisches Regelwerk für das Bauwesen unter anderem die Deklaration des Umweltverhaltens von Bauprodukten. Die Programmbetreiber*innen von EPDs fordern angesichts dadurch steigender Anforderungen an die Erstellung von Produktdeklarationen eine **harmonisierte und überprüfbare, europaweit gültige Datengrundlage**. Insbesondere in Bezug auf Datenbanken zu Vorketten und Produktkategorieregeln sind Vereinheitlichungen erforderlich.

Mit dem Ziel, die Nachhaltigkeit von Bauwerken bewertbar zu machen, wird die Bauprodukteverordnung in die österreichische **OIB-Richtlinie 7 „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“** integriert.²⁰

3.4

Sprunghafte vs. kontinuierliche CO₂-Emissionen

Röck et al. haben in einer globalen Meta-studie²¹ über 650 Gebäudeökobilanzen analysiert und die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) aus Herstellung und Errichtung (= graue Emissionen) mit den betriebsbedingten THG-Emissionen verglichen. Hauptparameter waren Gebäudetypologie (Wohngebäude/Bürogebäude) und Energieeffizienz (Bestand/Standard nach gesetzl. Mindestanforderungen/hoher Betriebsenergiestandard – Passivhaus bzw. Niedrigenergiegebäude).

Die Studie zeigt, dass **THG-Emissionen im Gesamtlebenszyklus von Gebäuden** aufgrund der steigenden Energieeffizienz **generell zurückgehen**. Gleichzeitig **steigen konstruktionsspezifische graue Emissionen relativ zu den Betriebsemissionen und absolut**. Während lange Zeit die Betriebs-emissionen den Großteil der Emissionen eines Gebäudes ausmachten, liegt der Anteil der grauen THG-Emissionen im Gebäude-lebenszyklus für Neubauten mittlerweile bei bis zu 50%, bei besonders energieeffizienten Gebäuden sogar bei bis zu 90 %.

In zeitlicher Hinsicht besteht ein wesentlicher Unterschied in der Dynamik der THG-Emissionen: **Emissionen aus dem Betrieb entstehen kontinuierlich** und

steigen stetig an. **Graue THG-Emissionen entstehen dagegen sprunghaft** während der Herstellung und Errichtung.

Sie **dominieren die Emissionskurve von Gebäuden** über einen Zeitraum von mehr als 35 Jahren ab der Errichtung. Erst danach kommt es durchschnittlich zum Break-Even mit den Betriebsemissionen.

Bei fortschreitender Dekarbonisierung der Energieversorgung wird dies noch später - wenn überhaupt - der Fall sein.

Um den menschengemachten globalen Temperaturanstieg bis 2040 auf 1,5° zu begrenzen, internationale Klimaziele zu erreichen und möglicherweise irreversible Klima-Kipppunkte zu vermeiden, sind daher **die grauen Emissionen aus der Errichtung wesentlich relevanter als die Betriebsemissionen**. Auch ein sehr nachhaltiges Betriebssystem kann eine emissionsintensive Bauweise de facto nicht ausgleichen.

Ein effektives Mittel zur Reduzierung der grauen THG-Emissionen ist die **Festlegung nationaler Zielwerte und regulatorischer Vorgaben für jede Phase des Lebenszyklus** von (neuen) Gebäuden. Dies ist in einigen EU-Ländern bereits der Fall oder wird derzeit entwickelt (z.B. Dänemark, Frankreich, Finnland, Schweden).²²

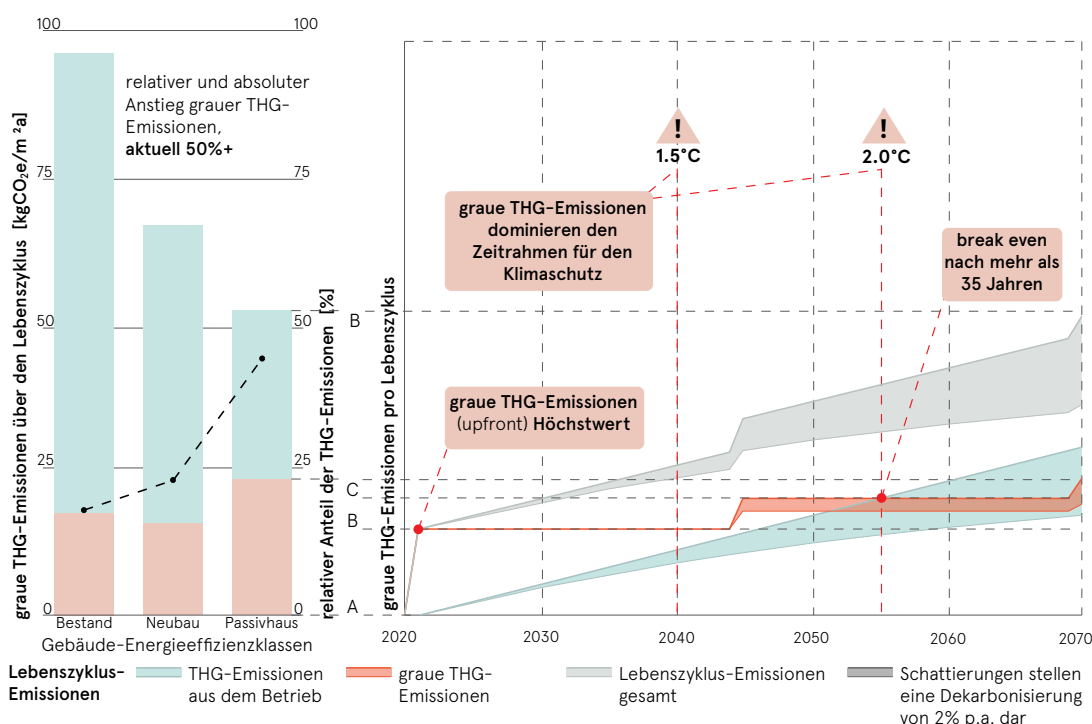


Abb. 3.3
Zeitliche Entwicklung grauer THG-Emissionen im Vergleich zu THG-Emissionen aus dem Betrieb

4

LEBENSZYKLUSPHASE A: HERSTELLUNG & ERRICHTUNG

Die Ökobilanzierung eines Gebäudes in der Lebenszyklusphase A bewertet die Umwelt- auswirkungen und Ressourcenverbräuche der Rohstoffgewinnung und Baustoffher- stellung inkl. der Transporte, die zur Baustoffherstellung erforderlich sind (Module A1-A3). Transporte der Baustoffe vom Fertigungsort zur Baustelle werden in Modul A4 bilanziert, alle Aufwände, die in Zusammenhang mit der Gebäudeerrichtung und dem Einbau der Bauprodukte ins Gebäude stehen, in Modul A5.

Module der Lebenszyklusphase A

A1 - Rohstoffgewinnung: Im Modul A1 werden alle Prozesse bilanziert, die für den Abbau und die Gewinnung der für Bauprodukte benötigten Rohstoffe erforderlich sind.

A2 - Transport: Dieses Modul umfasst den Transport von Rohstoffen und Vorprodukten zu den Produktionsstätten der Baustoffe. Die Ökobilanz bewertet den Ressourcen- verbrauch und die Umweltwirkungen in Abhängigkeit von der Transportart (z.B. LKW, Bahn, Schiff) und -distanz.

A3 - Produktion: Hier werden die Umwelt- wirkungen der Herstellung von Bau- produkten und -komponenten bewertet. Dazu gehören Emissionen während des Herstellungsprozesses, Energieverbrauch und Produktionsabfälle. Die Effizienz der Fertigungsmethoden und der Einsatz erneuerbarer und fossiler Energieträger spielen eine wesentliche Rolle.

In A1 bis A3 werden somit alle vorgelagerten Prozesse bis zum auslieferfertigen Baupro- dukt berücksichtigt („Cradle to Gate“). Die Module A4 und A5 beziehen sich auf die **Errichtungsphase des Gebäudes:**

A4 - Transporte der Bauprodukte zur Baustelle: In diesem Modul werden alle Anlieferungstransporte von Bauprodukten vom jeweiligen Fertigungsort zur Baustelle (inklusive aller Rücküberführungen und ggf. Leerfahrten von LKWs) bilanziert. Transporte von Baugeräten zur Baustelle können ebenfalls erfasst werden. Die Daten können erst während der Bau- ausführung erhoben werden. Eine Vorab- Bilanzierung in der Planungsphase gibt nur einen groben Überblick über die Transport- emissionen. Für eine aussagekräftige Bilanz des Moduls A4 müssen die Lieferketten der Baukomponenten genau erfasst werden.

A5 - Errichtung des Gebäudes: Zu berück- sichtigen sind alle Vorarbeiten wie der Abbruch von Bestandsgebäuden, Baufeld- freimachung, ggf. erforderliche Rodungen und Baufeldebahnung, Bodenaushub- und Erdarbeiten sowie alle Tätigkeiten zum Einbau der Bauprodukte inklusive der damit verbundenen Energie- und Wasser- verbräuche. Modul A5 wird aufgrund sehr aufwändiger Detailerhebungen in der Regel nicht erfasst.

Lebenszyklusphase A bei Klimademo Vis-à-Vis

Für Klimademo Vis-à-Vis liegt der Schwer- punkt auf der **Bilanzierung der grauen Emissionen** des Gebäudes, also der Herstellungsphase. Die **Module A1-A3 wurden vollständig bilanziert**. Auf den nächsten Seiten findet sich eine Untersu- chung des Treibhauspotenzials der wich- tigsten Baustoffe.

Um die ökologische Qualität verschiedener Bauteil- und Konstruktionsvarianten vergleichen zu können, wurden **fünf unter- schiedliche Materialvarianten** bilanziert. Diese reichen vom in der ersten Phase des F&E-Projekts geplanten Gebäude über eine konventionelle Stahlbeton-Massivbauweise, eine „ökologischere“ Stahlbeton-Skelett- bauweise und eine sogenannte Best-Case- Variante, die rechtliche Vorgaben teilweise außer Acht lässt, bis zur Bilanz des tatsäch- lich realisierten Gebäudes.

Zu jeder Materialvariante wurden z.B. für Außenwände und Geschoßdecken eigene, **funktional gleichwertige Aufbauten** entwickelt und hinsichtlich ihres Treibhaus- potentials verglichen.

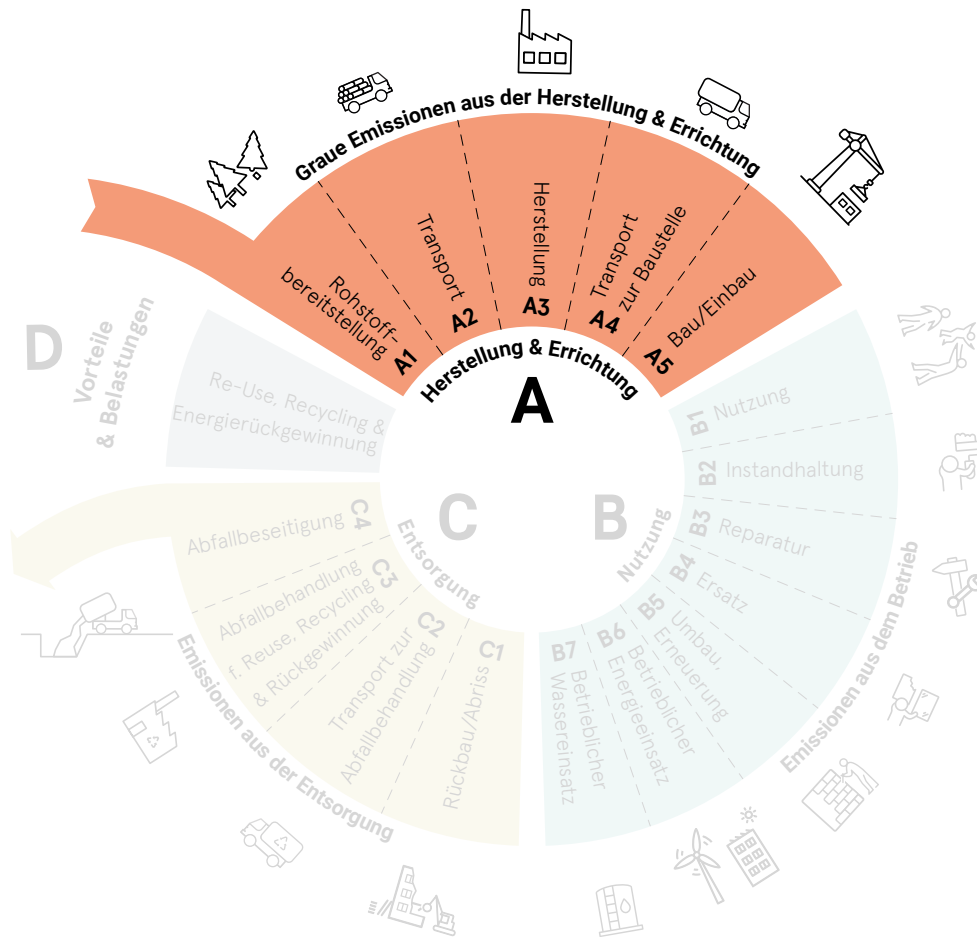


Abb. 4.1
Module der Lebenszyklusphase A nach
EN 15978

Im Planungsprozess ist dieser Vergleich ein **einfach handhabbares Mittel**, um die **ökologische und ökonomische Wirkung einzelner Schichten beurteilen zu können**. Der Variantenvergleich auf Gebäudeebene gibt Auskunft darüber, welche Baustoffe insgesamt die größten ökologischen Umweltauswirkungen haben. Das weitaus **größte Treibhauspotenzial liegt in der tragenden Konstruktion des Gebäudes** – also in der Entscheidung, ob ein Gebäude aus einem **nachwachsenden Rohstoff wie Holz** oder aus einem **mineralischen Baustoff wie Stahlbeton** errichtet wird. Die Emissionen bzw. der Speicher, die aus Wärmedämmungen oder Fußbodenaufbauten entstehen, machen einen relativ kleinen Anteil aus. Weiterführende Überlegungen stellen dar, welche **Bereiche und Funktionen eines Wohngebäudes besonders emissionsintensiv sind**, und welche Konsequenz der (theoretische) Entfall dieser Bereiche ökologisch hat. Für das **Transportmodul A4** werden für die massenintensivsten Bauteile Daten gesammelt und **exemplarisch untersucht**, allerdings keine Gesamtbilanz ausgewertet. Modul A5 wird nicht bilanziert.

Methode und Datengrundlage

Verwendete Daten

- Module A1-A3: IBO-Richtwerte 2020, Basis: ecoinvent
- Modul A4: IBO-Richtwerte 2020 sowie EPDs und Angaben von ausführenden Unternehmen

Betrachtete Umweltwirkungen

- Treibhauspotenzial (GWP fossil, GWP biogen, GWP total)

Funktionales Äquivalent

- Einzelne Baustoffe: 1 m³
- Bauteile: 1 m²
- Baustoff-Gesamtbilanz: Gebäude

Betrachtungszeitraum

- Unabhängig von ihrer Dauer alle Prozesse, die für die Baustoffherstellung notwendig sind.

Räumliche Bilanzierungsgrenze

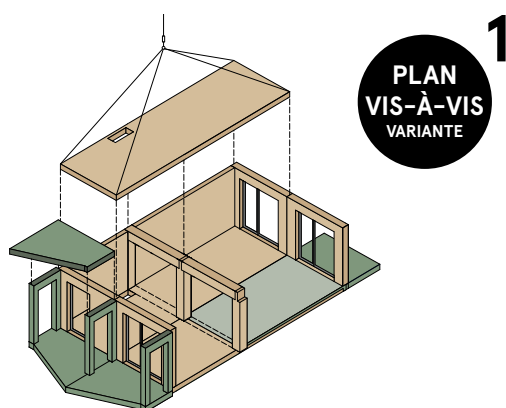
- Alle Bauteile der thermischen Gebäudehülle und umfassende Bauteile der nicht-konditionierten Bereiche, Innendecken und -wände und Bauteile aller offenen Erschließungs- und Freiraumbereiche (Laubengänge, Balkone, Loggien)
- exkl. Außenanlagen im Erdgeschoß
- Emissionen aus Herstellung und Errichtung der haustechnischen Anlagen wurden getrennt ermittelt und fließen in die Gesamtbilanz ein.

4.1

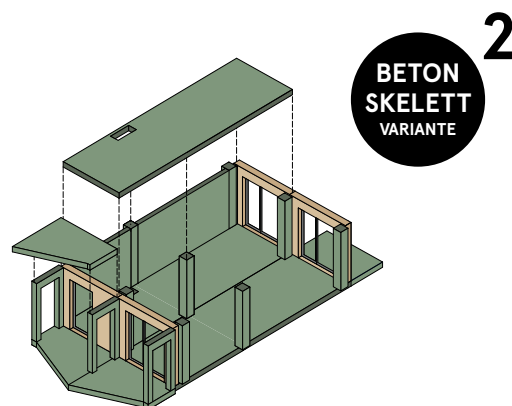
Module A1-A3:

Rohstoffbereitung, Transport und Herstellung

Die Untersuchung der Module A1-A3 erfolgt über einen **Vergleich von fünf Materialvarianten** auf Bauteil- und Gebäudeebene:

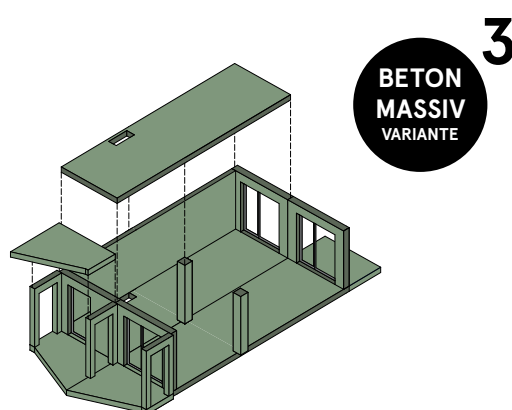


Variante 1 entspricht dem **Planstand des Bauprojekts Vis-à-Vis** nach Abschluss der Entwurfs- und Einreichplanung und vor der Vergabe der Bauleistungen an einen Generalunternehmer. Zu diesem Zeitpunkt wurde im Rahmen von Klimademo Vis-à-Vis die **erste Gesamt-Ökobilanz** erstellt. Das gesamte Tragwerk von Unter- und Erdgeschoß sowie die Stiegenhäuser und Laubengänge über alle Geschoße sind aus Stahlbeton. Ab dem 1.OG bestehen Wände und Decken aus massivem Brettspertholz. Im Bereich der Stahlbeton-Balkone werden Holzbeton-Verbunddecken ausgeführt. Stützen und Unterzüge der tragenden Innenachse sind aus Brettschichtholz. Gedämmt wird mit Mineralwolle. Der Großteil der Fassade wird mit einer hinterlüfteten Holzschalung ausgeführt. Tragende Innenwände sind in Brettspertholz konzipiert, nichttragende Innenwände als Gipskarton-Leichtbauwände mit Mineralwolle.



Variante 2 beruht auf einem oft geplanten, **scheinbar ökologisch ambitionierten System**, das auch bei großen Gebäuden weitgehend den **baurechtlichen Vorgaben entspricht**.

Das Tragwerk besteht im gesamten Gebäude aus Stahlbeton. Decken, tragende Innenwände, alle Stützen und die Erschließung sind aus Stahlbeton. Oberhalb des Sockels wird eine nichttragende Holzriegel-Außenwand mit Mineralwolle-Dämmung und einer hinterlüfteten Holzfassade vor der Konstruktion montiert. Balkone sind aus Stahlbeton, nichttragende Innenwände wie in der ersten Variante Gipskarton-Leichtbauwände.



Variante 3 ist ein **konventioneller Massivbau**.

Alle tragenden Bauteile – Decken, tragende Außen- und Innenwände, erforderliche Stützen, Balkone und die Erschließung – sind aus Stahlbeton. Als Fassade wird ein Wärmedämmverbundsystem ausgeführt. Nichttragende Innenwände entsprechen den ersten beiden Varianten.

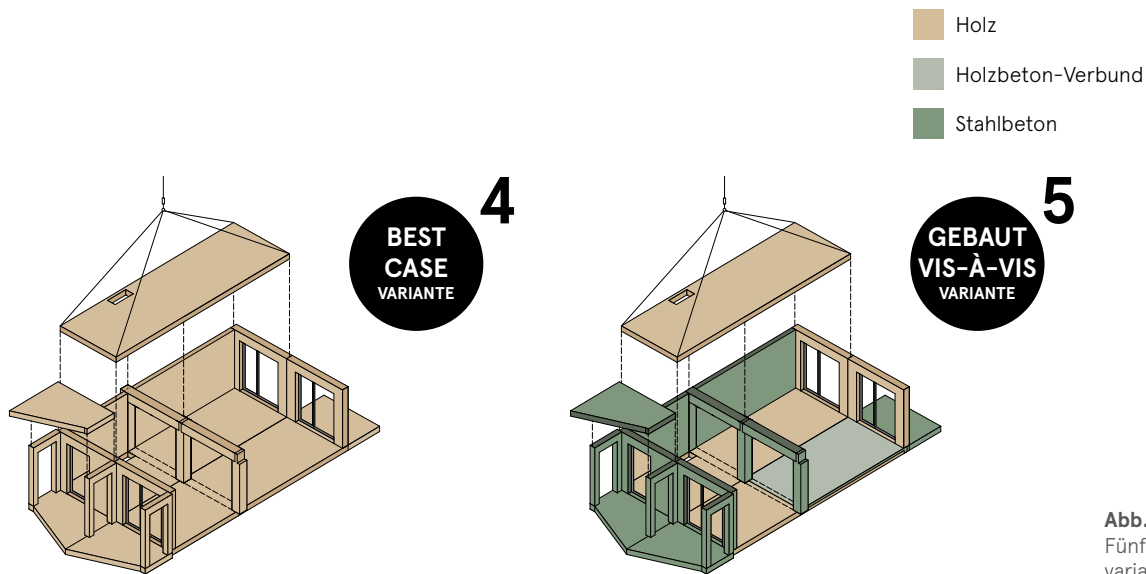


Abb. 4.2
Fünf Material-
varianten

Variante 4 wurde mit dem Ziel entwickelt, **so ökologisch wie möglich** zu sein und das gesamte Potenzial klimaneutralen Bauens auszuloten. Dafür werden **aktuell geltende rechtliche Bestimmungen**, insbesondere brandschutztechnische Vorgaben, teilweise **außer Acht gelassen**. Die Dimensionen tragender Bauteile ebenso wie u-Werte der Aufbauten sind aber realistisch. Außenwände und Decken bestehen ab dem Erdgeschoß aus Brettsperrholz. Auch Stiegenhäuser, Laubengänge und Balkone sind aus Holz. In Stahlbeton konzipiert sind nur erdberührte Bauteile und aussteifende Außen- und Innenwände, bei denen das statisch unumgänglich ist. Die restlichen tragenden Innenwände sind ebenfalls aus Brettsperrholz. Stützen und Unterzüge der tragenden Innenachse sind aus Brett-schichtholz. Die Außenwände werden mit einer Stroh-Einblasdämmung ausgeführt und mit einer Holzfassade versehen. Innen ersetzen Lehmbauplatten und Holzfaserdämmung Gipskarton und Mineralwolle.

Variante 5 entspricht dem **tatsächlich gebauten Projekts Vis-à-Vis** und spiegelt die Änderungen wider, die im Vergleich zur ersten Variante notwendig waren - einerseits aus wirtschaftlichen Gründen, andererseits rechtlich durch behördliche Vorgaben. Das Tragwerk von Unter- und Erdgeschoß, Erschließung sowie 1.OG ist aus Stahlbeton. Ab dem 2.OG sind die Decken aus Brettsperrholz. Die Außenwand wurde anstelle einer massiven Brettsperrholz- als Holzriegelkonstruktion ausgeführt. Aufgrund daraus resultierender statischer Anforderungen wurden zum Laubengang gerichtete Außenwände und tragende Innenwände in Stahlbeton ausgeführt. Stützen und Unterzüge bestehen aus ökonomischen Überlegungen aus Stahlbeton. Bei einem Großteil der Balkone konnte dank eines geänderten Konstruktionssystems auf anschließende Holz-Beton-Verbunddecken verzichtet werden, stattdessen wurden dort Brettsperrholzdecken ausgeführt. Die Holzriegelwände sind mit Mineralwolle gedämmt und mit hinterlüfteter Holzfassade ausgeführt. Beim Sockel und im Bereich der Laubengänge wurde ein Wärmedämmverbundsystem ausgeführt. Nichttragende Innenwände sind Gipskarton-Leichtbauwände mit Mineralwolle.

BILANZ
VERSCHIEDENER
BAUSTOFFE

CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Kilogramm
pro 1 m³



CO₂-ÄQUIVALENTE

Bei der **Herstellung von Baustoffen** kommt es zur **Emission** von CO₂ und anderen Gasen, die Auswirkungen auf den Treibhaus-effekt haben. Gleichzeitig können treibhaus-relevante Stoffe eingelagert werden. Manche Baustoffe sind deshalb Kohlenstoff-Senken oder **-Speicher**.

Unter dem Begriff „**CO₂-Äquivalente**“ (CO₂e) werden diese Gase zusammengefasst und als Masse erfasst (kgCO₂e).

VERGLEICHSGRÖSSE

Um verschiedene Baustoffe miteinander vergleichen zu können, beziehen sich die Daten auf den folgenden Seiten jeweils auf **einen Kubikmeter** eines Baustoffs.

SPEICHERNDER BAUSTOFF

Beispiel-Baustoff 1 verursacht in der Produktion Emissionen, lagert aber mehr CO₂-Äquivalente ein und bilanziert daher insgesamt als **Speicher**.

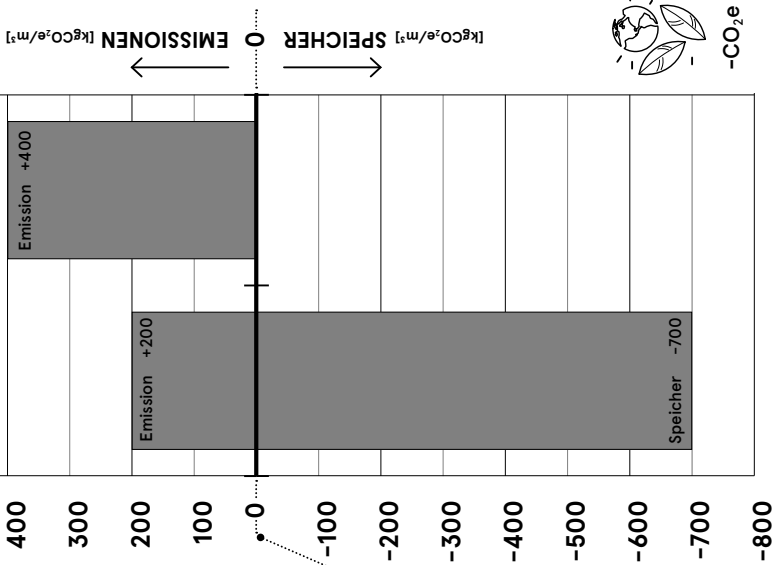
	kgCO ₂ e/m ³ Emissionen	
Beispiel- Baustoff 1	+200	
	kgCO ₂ e/m ³ Speicher	
	-700	
	kgCO ₂ e/m ³ GESAMT	
	-500	
Beispiel- Baustoff 2	+400	
	-0	
	+400	

EMITTIERENDER BAUSTOFF

Beispiel-Baustoff 2 verursacht **Emissionen** und speichert keine CO₂-Äquivalente, die das ausgleichen könnten.

SKALA

Werte auf der **positiven Skala** geben die **Emissionen** von CO₂-Äquivalenten an, die durch die Herstellung eines Baustoffes entstehen. Werte auf der **negativen Skala** stehen für die Masse an CO₂-Äquivalenten, die **gespeichert** werden. Hohe Werte auf der negativen Skala sind deshalb ökologisch vorteilhaft.



Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung

BILANZ BAUTEIL- VARIANTEN

BAUTEIL-FUNKTIONSÄQUIVALENTE

Auf den folgenden Seiten wird eine **Auswahl der relevantesten Bauteile** der fünf Materialvarianten verglichen.

Die Bauteile sind jeweils **funktionsäquivalent**, sie haben also die **gleiche „Aufgabe“** und sind – sofern relevant – **statisch und bauphysikalisch gleichwertig**.

Dadurch werden teilweise Bauteile mit **unterschiedlicher Gesamtstärke** verglichen. Die **Auswirkungen** auf Nutzfläche oder Geschosshöhe werden in Abschnitt 4.3 „Weitere Hebel zur Emissionsreduktion“ behandelt.

VERGLEICHSGRÖSSE

Die angegebenen Werte beziehen sich jeweils auf **einen Quadratmeter** eines Baustoffs.

CO₂-Äquivalente von Bauteilen in Kilogramm pro 1m² Fläche

Lebenszyklusphasen: A1-A3 Herstellung

BAUTEIL-STECKBRIEFE

Der Steckbrief eines Bauteils gibt die **Variante**, die **Funktion** und die wesentlichen **Merkmale** an. Im dreidimensionalen **Piktogramm** sind die Bauteil-Gesamtstärke und die Bauteil-Schichten in ihrer tatsächlichen Stärke dargestellt.



Var. X

Bauteil

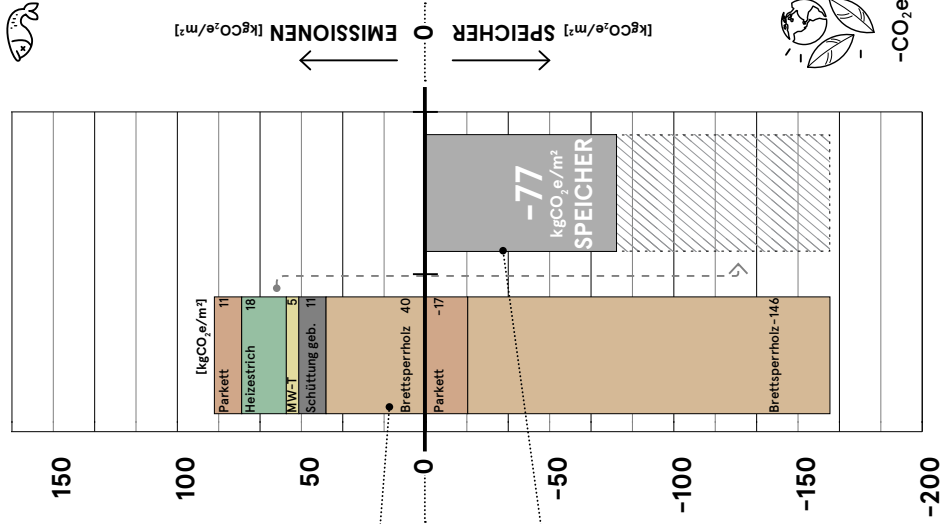
Baustoffe

+107 kgCO₂e/m² Emissionen

-134 kgCO₂e/m² Speicher

-77 kgCO₂e/m² SPEICHER

+CO₂e
++
++
++



BAUTEIL-SCHICHTEN

Das Balkendiagramm zeigt die einzelnen **Schichten eines Bauteils**. Die Höhe eines Balkens und die Zahlen stellen allerdings nicht die Schichtstärke dar, sondern den Wert der **CO₂-Äquivalente einer Schicht**.

BILANZ

Emittierte CO₂-Äquivalente werden in einer Ökobilanz als **GWP-fossil** bezeichnet, gespeichertes CO₂ als **GWP-biogen**. Der Saldo der beiden Werte ergibt das **GWP-total**.

Zur besseren Lesbarkeit wird ein **negativer Saldo als Speicher**, ein **positiver Saldo als Emission** bezeichnet.

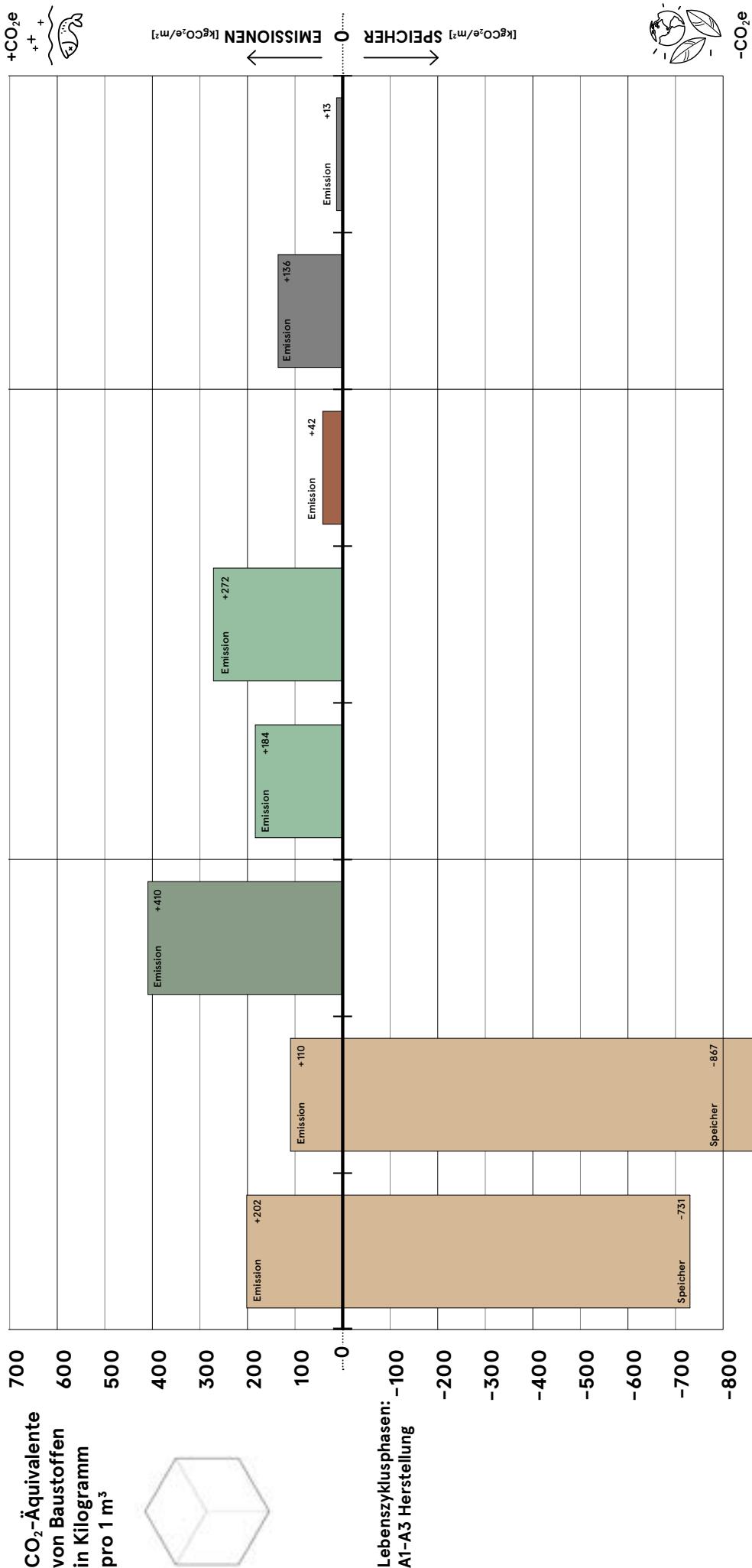
LEBENSZYKLUSPHASEN

Dargestellt sind Daten für die **Herstellung** der Bauteile. Aspekte wie der **Austausch** von Bauteilen oder die **Entsorgung** werden in diesem Abschnitt **nicht behandelt**.

-CO₂e
-
-
-

SCHÜTTUNGEN

HIEDENER OFFE								
	Brettsper- holz	Schmittholz	Stahlbeton	Beton unbewehrt	Zement- estrich	Lehm- estrich	gebundene Polystyrol- schüttung	ungebundene Splitt- schüttung
kgCO ₂ e/m³ Emissionen	+202	+110	+410	+184	+272	+42	+136	+13
kgCO ₂ e/m³ Speicher	-731	-867	-0	-0	-0	-0	-0	-0
kgCO ₂ e/m³ GESAMT	-529	-757	+410	+184	+272	+42	+136	+13



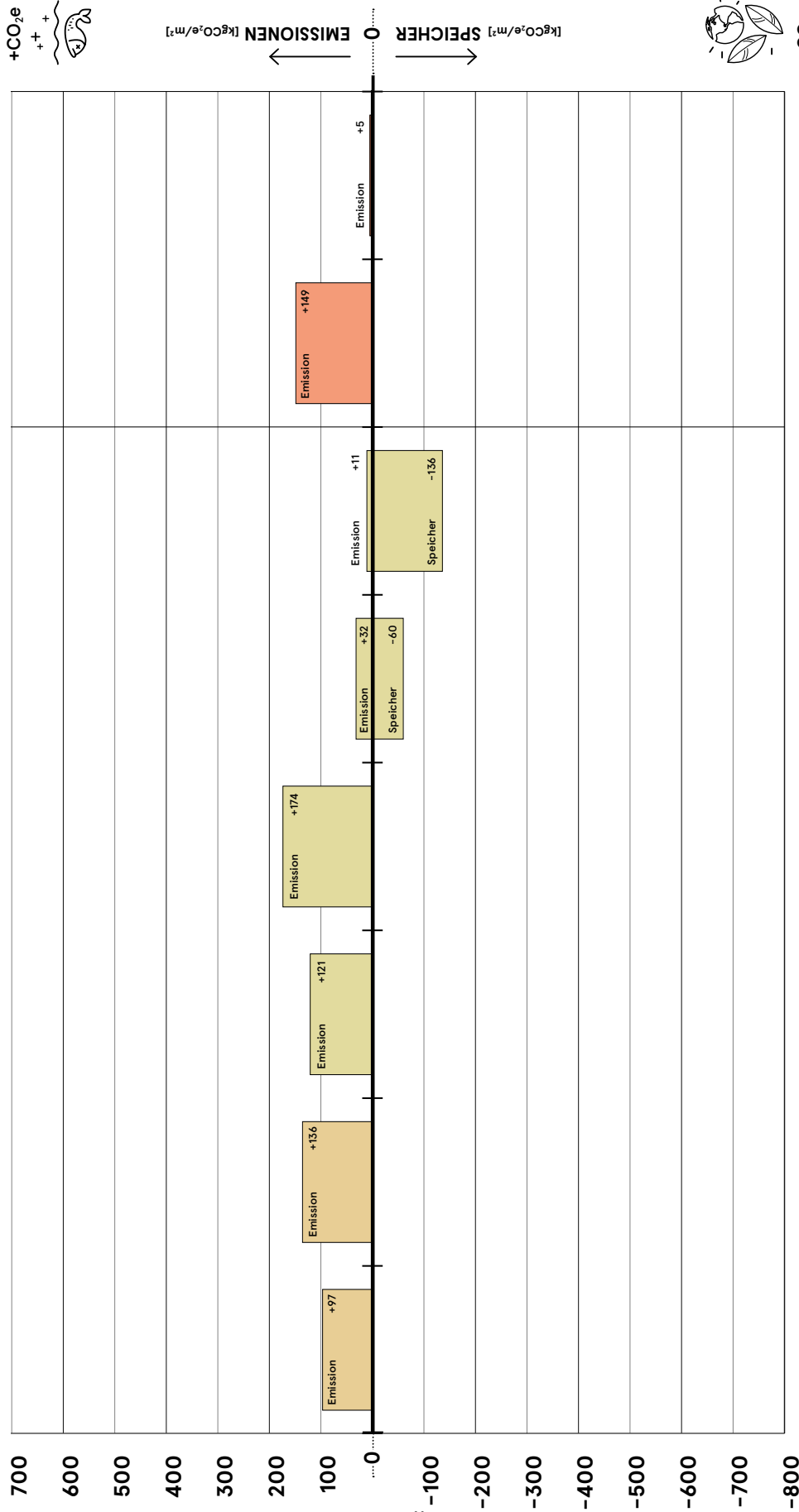
BILANZ VERSCHIEDENER BAUSTOFFE

	WÄRMEDÄMMUNG				WANDBEKLÄIDUNGEN			
	EPS	XPS	Glaswolle	Steinwolle	Holzfaser	Stroh	Gipskarton- platten	Lehmbau- platten
kgCO _{2,e} /m ³ Emissionen	+97	+136	+121	+174	+32	+11	+149	+5
kgCO _{2,e} /m ³ Speicher	-0	-0	-0	-0	-60	-136	-0	-0
kgCO _{2,e} /m ³ GESAMT	+97	+136	+121	+174	-28	-125	+149	+5

CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Kilogramm
pro 1 m³



+CO_{2,e}
++
+



Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung

-CO_{2,e}

BAUTEIL-VARIANTEN: DECKE, DACH

1

PLAN
VIS-À-VIS
VARIANTE

2

BETON
SKELETT
VARIANTE

3

BETON
MASSIV
VARIANTE

4

BEST
CASE
VARIANTE

5

GEBAUT
VIS-À-VIS
VARIANTE

GESCHOSSECKE



Var. 1
Geschosßdecke
Brettspertholz



Var. 2
Geschosßdecke
Stahlbeton



Var. 3
Geschosßdecke
Stahlbeton



Var. 4
Geschosßdecke
Brettspertholz



Var. 5
Geschosßdecke
Brettspertholz

GESCHOSSECKE BEI BALKONANSCHLUSS



Var. 1 Geschosßdecke
bei Balkonanschluss
Holzbetonverbund



Var. 2 Geschosßdecke
bei Balkonanschluss
Stahlbeton



Var. 3 Geschosßdecke
bei Balkonanschluss
Stahlbeton



Var. 4 Geschosßdecke
bei Balkonanschluss
Brettspertholz



Var. 5 Geschosßdecke
bei Balkonanschluss
Holzbetonverbund

FLACHDACH INTENSIV BEGRÜNT



Var. 1
Flachdach intensiv begrünt
Brettspertholz



Var. 2
Flachdach intensiv begrünt
Stahlbeton



Var. 3
Flachdach intensiv begrünt
Stahlbeton



Var. 4
Flachdach intensiv begrünt
Holzbalken



Var. 5
Flachdach red. intensiv begrünt
Brettspertholz

BAUTEIL-VARIANTEN: WAND & STÜTZE

1

PLAN
VIS-Ä-VIS
VARIANTE



Var. 1
Außenwand

Brettsperrh. + Mineralw.

2

BETON
SKELETT
VARIANTE

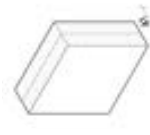


Var. 2
Außenwand

Stahlb. Stütze + Holzriegelw.

3

BETON
MASSIV
VARIANTE



Var. 3
Außenwand

Stahlb. + Vollwärmeschutz

4

BEST
CASE
VARIANTE



Var. 4
Außenwand

Brettsperrh. + Strohämm.

5

GEBAUT
VIS-Ä-VIS
VARIANTE



Var. 5
Außenwand

Holzriegelw. + Holzstütze

TRENNWAND AUSSTEIFEND



Var. 1

Trennwand aussteifend
Brettsperrh. + 2 Vorsatzschalen



Var. 2

Trennwand aussteifend
Stahlb. + Vorsatzschale



Var. 3

Trennwand aussteifend
Stahlbeton + Vorsatzschale



Var. 4

Trennwand aussteifend
Brettsperrhoiz zweischalig



Var. 5

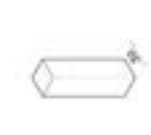
Trennwand aussteifend
Stahlb. + Vorsatzschale

STÜTZE & UNTERZUG



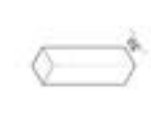
Var. 1

Stütze + Unterzug
Brettschichtholz + Gipskarton



Var. 2

Stütze (kein Unterzug)
Stahlbeton



Var. 3

Stütze (kein Unterzug)
Stahlbeton



Var. 4

Stütze + Unterzug
Brettschichtholz



Var. 5

Stütze + Unterzug
Stahlbeton

GESCHOSSDECKE

1

PLAN
VIS-À-VIS
VARIANTE



2

BETON
SKELETT
VARIANTE



3

BETON
MASSIV
VARIANTE



4

BEST
CASE
VARIANTE



5

GEBAUT
VIS-À-VIS
VARIANTE



Var. 1

Geschoßdecke
Brettspertholz

kgCO_2e Emissionen +77
 kgCO_2e Speicher -169
 kgCO_2e GESAMT -92

Var. 2

Geschoßdecke
Stahlbeton

$\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Emissionen +118
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Speicher -17
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ EMISSIONEN +101

Var. 3

Geschoßdecke
Stahlbeton

$\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Emissionen +125
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Speicher -17
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ EMISSIONEN +108

Var. 4

Geschoßdecke
Brettspertholz

$\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Emissionen +60
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Speicher -175
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ SPEICHER -115

Var. 5

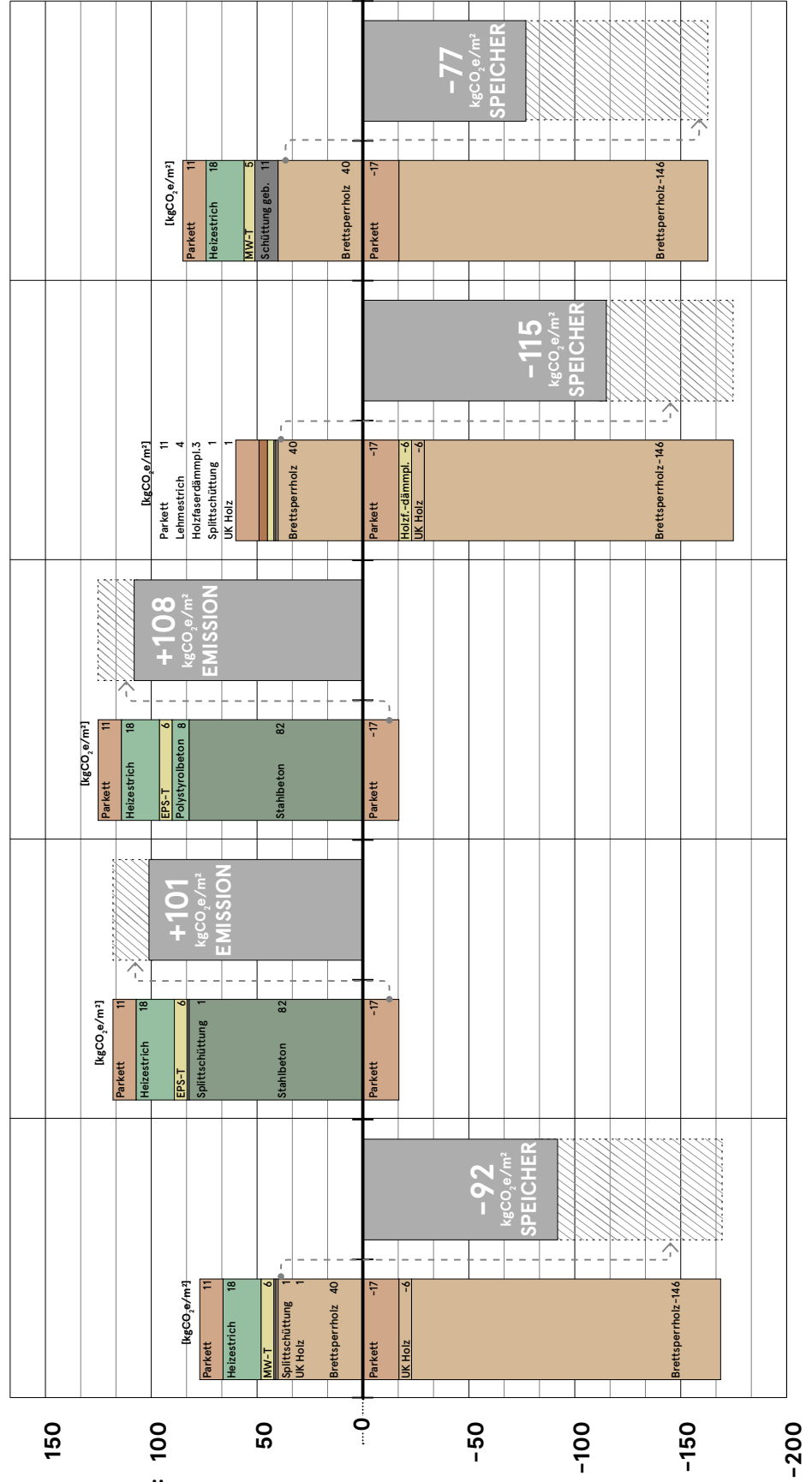
Geschoßdecke
Brettspertholz

$\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Emissionen +86
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ Speicher -163
 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ SPEICHER -77

CO_2 -Äquivalente
 von Bauteilen
 in Kilogramm
 pro 1m^2 Fläche

$+\text{CO}_2\text{e}$
 $++$ +

Lebenszyklusphasen:
 A1-A3 Herstellung



$-\text{CO}_2\text{e}$

FLACHDACH
INTENSIV
BEGRÜNT

1



2



3



4



5



Var. 1

Flachdach intensiv begrünt
Brettspertholz

kgCO₂e Emissionen
kgCO₂e Speicher
kgCO₂e GESAMT

+140 kgCO₂e/m² Emissionen
-176 kgCO₂e/m² Speicher
-36 kgCO₂e/m² SPEICHER

Var. 2

Flachdach intensiv begrünt
Stahlbeton

+156 kgCO₂e/m² Emissionen
-0 kgCO₂e/m² Speicher
+156 kgCO₂e/m² EMISSIONEN

Var. 3

Flachdach intensiv begrünt
Stahlbeton

+156 kgCO₂e/m² Emissionen
-0 kgCO₂e/m² Speicher
+156 kgCO₂e/m² EMISSIONEN

Var. 4

Flachdach intensiv begrünt
Holzbalken

+42 kgCO₂e/m² Emissionen
-204 kgCO₂e/m² Speicher
-162 kgCO₂e/m² SPEICHER

Var. 5

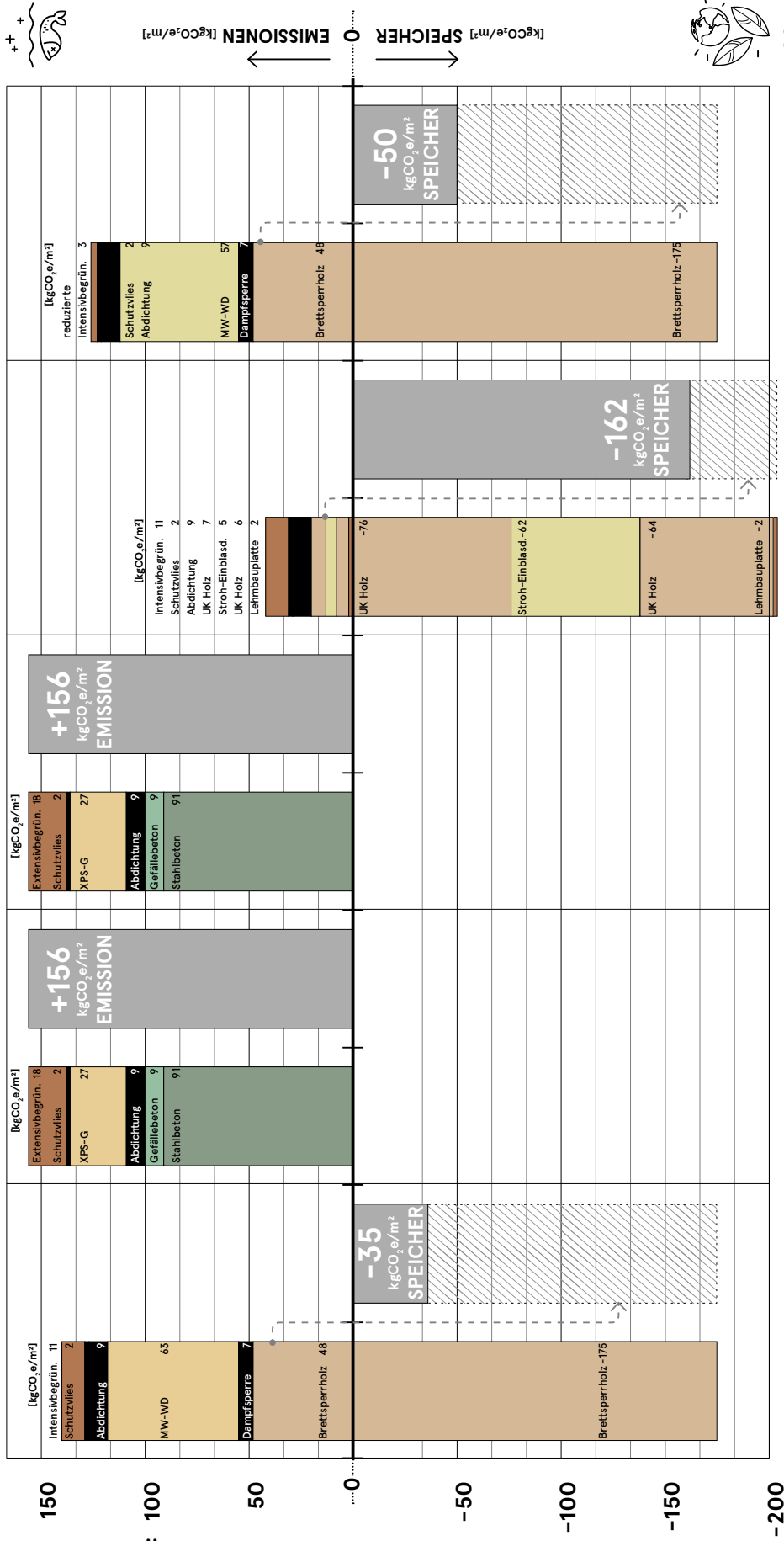
Flachdach red. intensiv begrünt
Brettspertholz

+126 kgCO₂e/m² Emissionen
-176 kgCO₂e/m² Speicher
-50 kgCO₂e/m² SPEICHER

CO₂-Äquivalente
von Bauteilen
in Kilogramm
pro 1m² Fläche

Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung

+CO₂e
+ +
+ + +



-CO₂e
- - -
- - -

AUSSENWAND

1



PLAN
VIS-À-VIS
VARIANTE

2



BETON
SKELETT
VARIANTE

3



BETON
MASSIV
VARIANTE

4



BEST
CASE
VARIANTE

5



GEBAUT
VIS-À-VIS
VARIANTE

Var. 1

Außenwand

Brettsperh. + Mineralw.

kgCO₂e Emissionen

kgCO₂e Speicher

kgCO₂e GESAMT

+70 kgCO₂e/m² Emissionen

-165 kgCO₂e/m² Speicher

-95 kgCO₂e/m² SPEICHER

Var. 2

Außenwand

Stahlb. Stütze + Holzriegelw.

+44 kgCO₂e/m² Emissionen

-40 kgCO₂e/m² Speicher

-4 kgCO₂e/m² SPEICHER

Var. 3

Außenwand

Stahlb. + Vollwärmeschutz

+114 kgCO₂e/m² Emissionen

-0 kgCO₂e/m² Speicher

+114 kgCO₂e/m² EMISSIONEN

Var. 4

Außenwand

Brettsperh. + Strohdämm.

+53 kgCO₂e/m² Emissionen

-224 kgCO₂e/m² Speicher

-171 kgCO₂e/m² SPEICHER

Var. 5

Außenwand

Holzriegelw. + Holzstütze

+69 kgCO₂e/m² Emissionen

-142 kgCO₂e/m² Speicher

-73 kgCO₂e/m² SPEICHER

CO₂-Äquivalente

von Bauteilen

in Kilogramm

pro 1m² Fläche

150

Lebenszyklusphasen:

A1-A3 Herstellung

100

50

0

-50

-100

-150

-200

+CO₂e
+ +

EMMISSIONEN [kgCO₂e/m²]

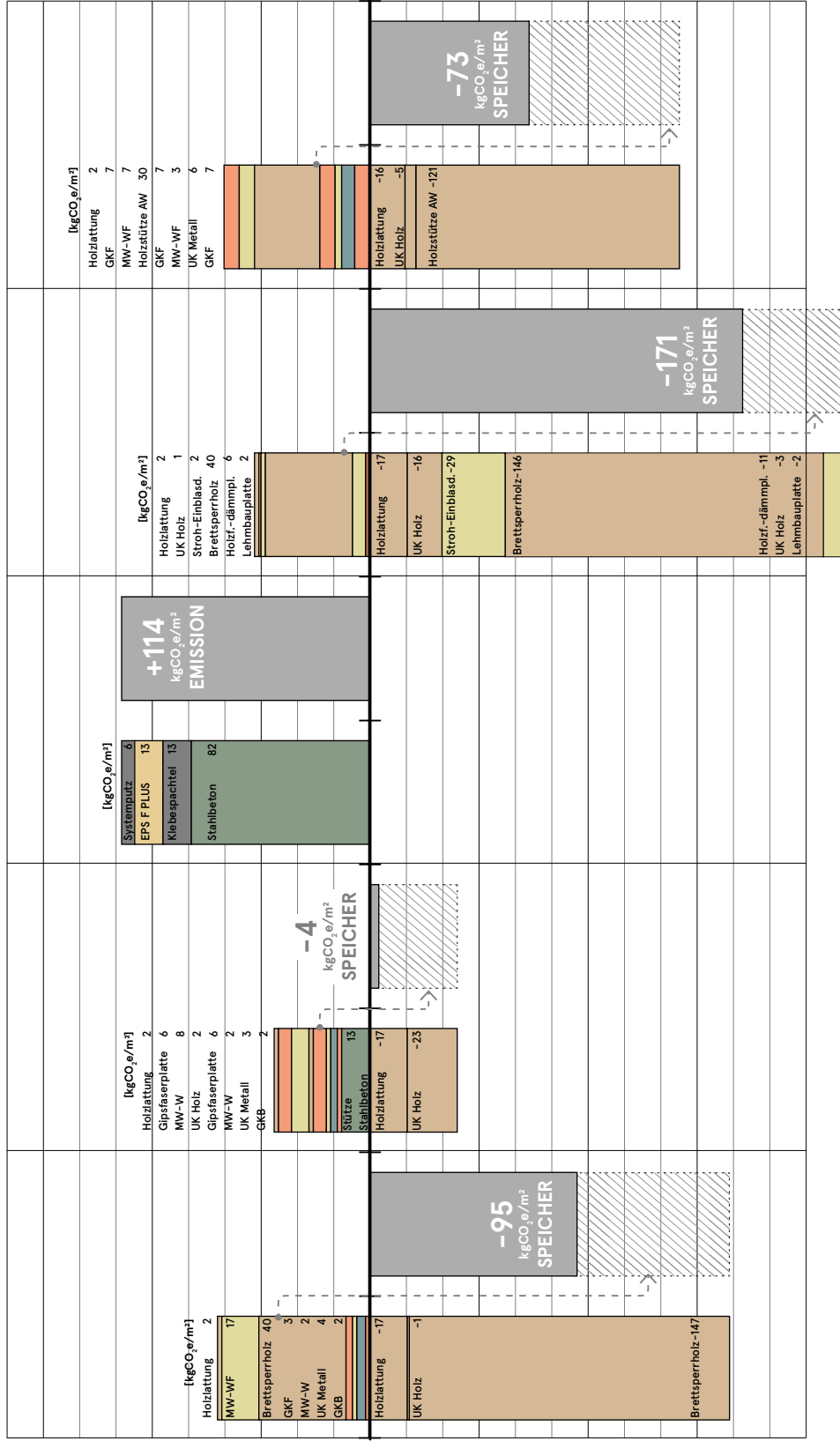
←

→

SPEICHER [kgCO₂e/m²]

→

-CO₂e



TRENNWAND
AUSSTEIFEND

1

PLAN
VIS-À-VIS
VARIANTE

Var. 1

Trennwand aussteifend
Brettsperrrh. + 2 Vorsatzsch.

kgCO_{2,e} Emissionen
kgCO_{2,e} Speicher
kgCO_{2,e} GESAMT

+78 kgCO_{2,e}/m² Emissionen
-175 kgCO_{2,e}/m² Speicher
-97 kgCO_{2,e}/m² SPEICHER

2

BETON
SKELETT
VARIANTE

Var. 2

Trennwand aussteifend
Stahlb. + Vorsatzschale

+95 kgCO_{2,e}/m² Emissionen
-0 kgCO_{2,e}/m² Speicher
+95 kgCO_{2,e}/m² EMISSIONEN

3

BETON
MASSIV
VARIANTE

Var. 2

Trennwand aussteifend
Stahlb. + Vorsatzschale

+95 kgCO_{2,e}/m² Emissionen
-0 kgCO_{2,e}/m² Speicher
+95 kgCO_{2,e}/m² EMISSIONEN

4

BEST
CASE
VARIANTE

Var. 4

Trennwand aussteifend
Brettsperrrholz zweischalig

+61 kgCO_{2,e}/m² Emissionen
-207 kgCO_{2,e}/m² Speicher
-146 kgCO_{2,e}/m² SPEICHER

5

GEBAUT
VIS-À-VIS
VARIANTE

Var. 5

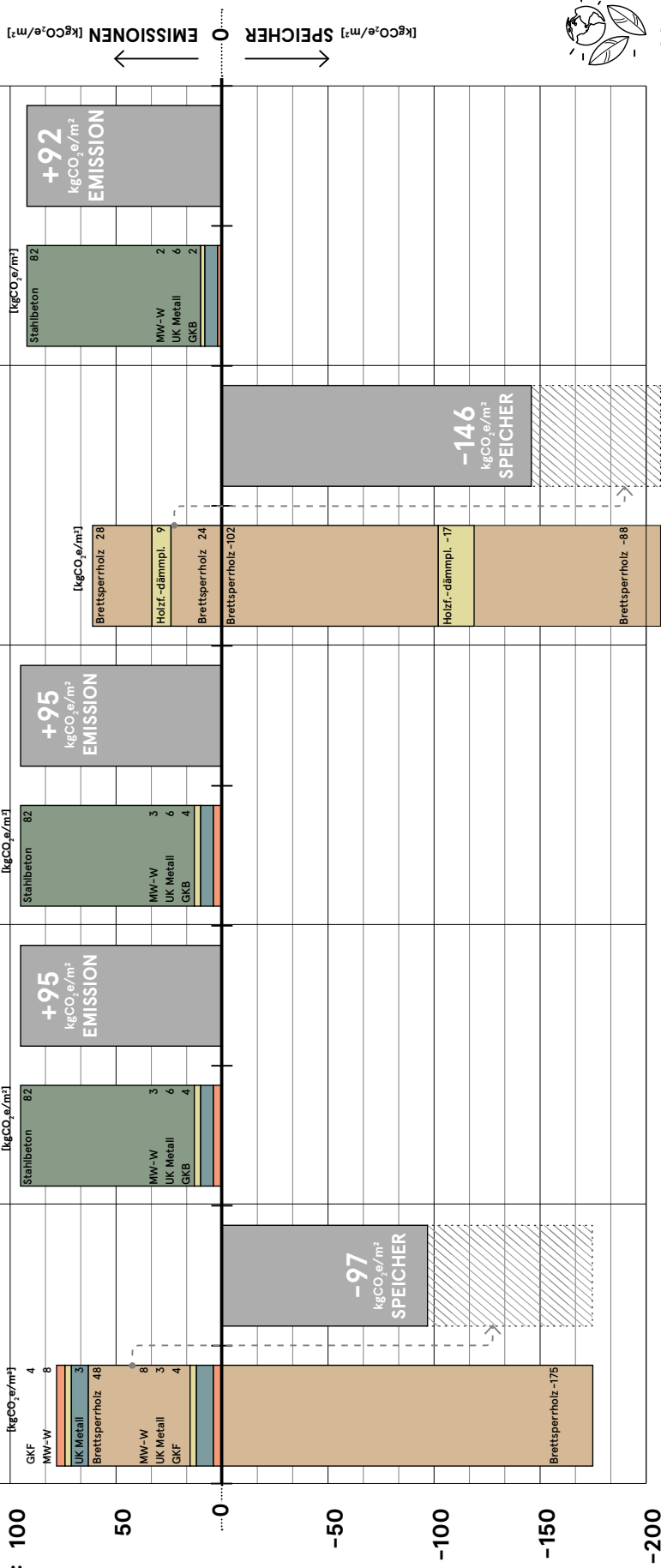
Trennwand aussteifend
Stahlb. + Vorsatzschale

+92 kgCO_{2,e}/m² Emissionen
-0 kgCO_{2,e}/m² Speicher
+92 kgCO_{2,e}/m² EMISSIONEN

CO₂-Äquivalente
von Bauteilen
in Kilogramm
pro 1m² Fläche

+CO_{2,e}
+
+

Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung



-CO_{2,e}

STÜTZE & UNTERZUG



1

PLAN
VIS-Ä-VIS
VARIANTE



2

BETON
SKELETT
VARIANTE



3

BETON
MASSIV
VARIANTE



4

BEST
CASE
VARIANTE



5

GEBAUT
VIS-Ä-VIS
VARIANTE

Var. 1

Stütze + Unterzug

Brettschichtholz + Gipskarton

kgCO₂e Emissionen +140 kgCO₂e/m² Emissionen
kgCO₂e Speicher -509 kgCO₂e/m² Speicher

kgCO₂e GESAMT -369 kgCO₂e/m² SPEICHER

Var. 2

Stütze (kein Unterzug)

Stahlbeton

kgCO₂e/m² Emissionen +108 kgCO₂e/m² Emissionen
kgCO₂e/m² Speicher -0 kgCO₂e/m² Speicher

kgCO₂e/m² EMISSIONEN +108 kgCO₂e/m² EMISSIONEN

Var. 3

Stütze (kein Unterzug)

Stahlbeton

kgCO₂e/m² Emissionen +108 kgCO₂e/m² Emissionen
kgCO₂e/m² Speicher -0 kgCO₂e/m² Speicher

kgCO₂e/m² EMISSIONEN +108 kgCO₂e/m² EMISSIONEN

Var. 4

Stütze + Unterzug

Brettschichtholz

kgCO₂e/m² Emissionen +128 kgCO₂e/m² Emissionen
kgCO₂e/m² Speicher -509 kgCO₂e/m² Speicher

kgCO₂e/m² SPEICHER -381 kgCO₂e/m² SPEICHER

Var. 5

Stütze + Unterzug

Stahlbeton

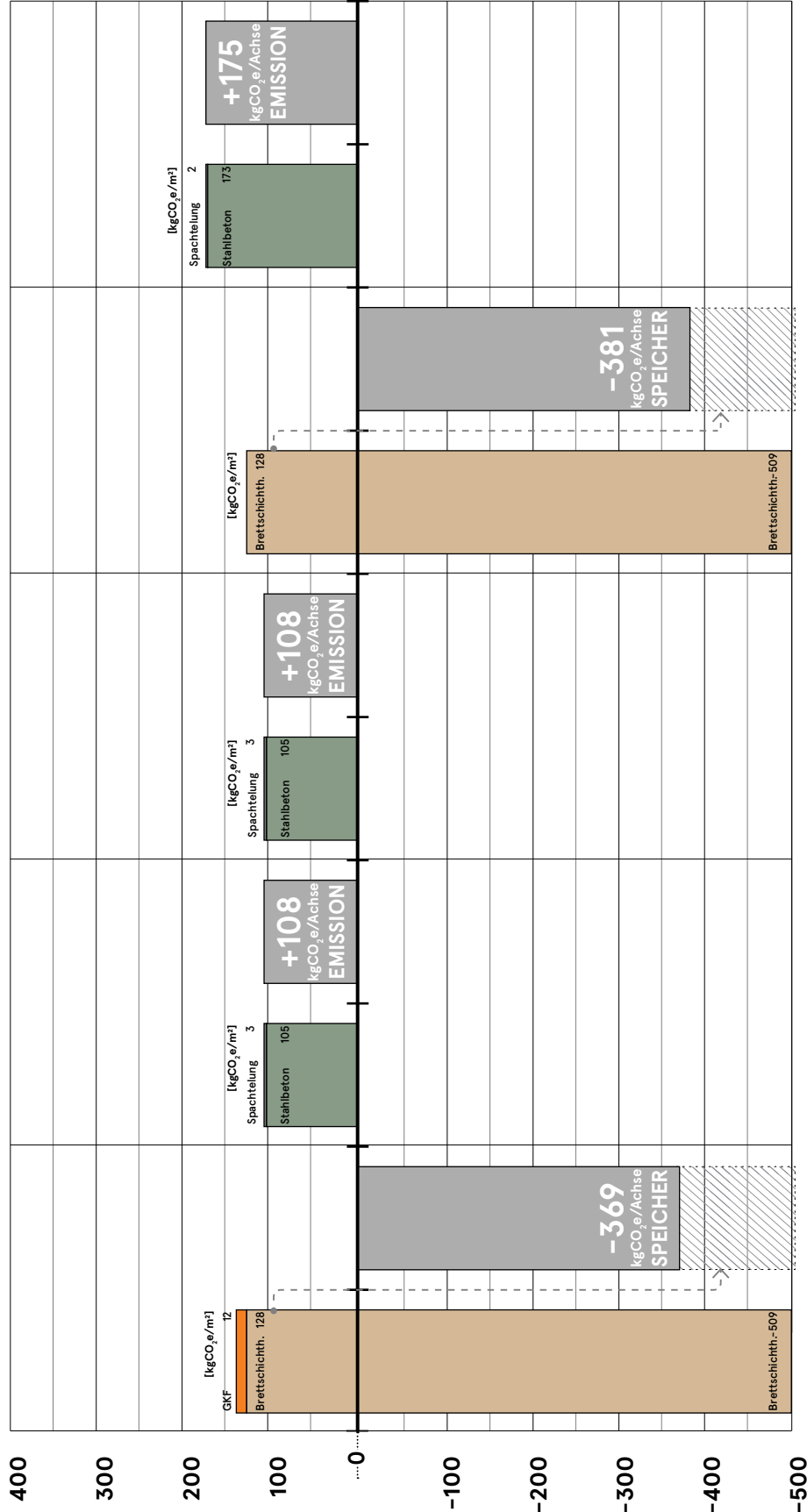
kgCO₂e/m² Emissionen +175 kgCO₂e/m² Emissionen
kgCO₂e/m² Speicher -0 kgCO₂e/m² Speicher

kgCO₂e/m² EMISSIONEN +175 kgCO₂e/m² EMISSIONEN

CO₂-Äquivalente
von Bauteilen
in Kilogramm
pro 1m² Fläche

Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung

+CO₂e
+ +



-CO₂e

BAUSTOFFBILANZ

BAUSTOFF-VARIANTEN

Die Bilanzen der fünf Material-Varianten sind im folgenden Teil **nach den wichtigsten Baustoffen differenziert**. Die Bilanz hängt einerseits von der **spezifischen Bilanz eines Baustoffs** ab, andererseits davon, **in welchem Ausmaß** ein Baustoff in einer Variante eingesetzt wird.

BAUSTOFF-STECKBRIEFE

Im Steckbrief sind **Baustoffe bzw. Baustoff-Gruppen** sowie die **CO₂-Äquivalente**, die ein Baustoff insgesamt in einer Material-Variante emittiert und speichert, angegeben.

Baustoff-Gruppe A
Beispiel-Baustoff 1/
Beispiel-Baustoff 2

Beispiel- Baustoff 1	+1.500	+750
tc _{CO₂e} Emissionen	-2.000	-550
tc _{CO₂e} Speicher		
tc _{CO₂e} GESAMT	-500	+200

X
VARIANTE

+4.500 tc_{CO₂e} Emissionen
-3.000 tc_{CO₂e} Speicher
+1.500 tc_{CO₂e} EMISSIONEN

CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Tonnen für das
gesamte Gebäude

Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung

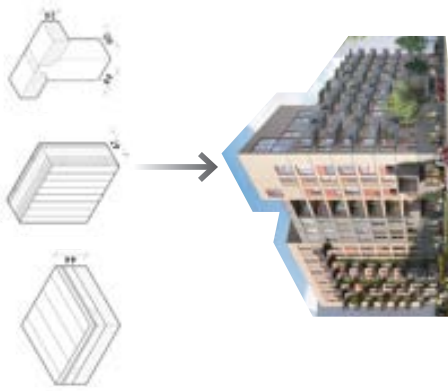
LEBENSZYKLUSPHASEN

Dargestellt sind nach wie vor Daten für die **Herstellung** von Baustoffen ohne Berücksichtigung von **Austausch** oder **Entsorgung**.

VERGLEICHSGRÖSSE

Die Vergleichsgröße wechselt: Anstelle eines Quadrat- oder Kubikmeters geht es jetzt um die CO₂-Äquivalente des **gesamten Gebäudes**, die in **Tonnen** angegeben sind.

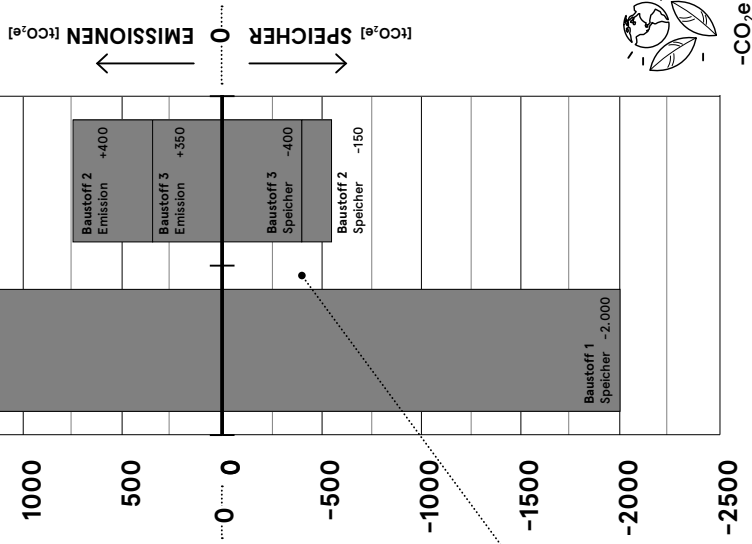
BAUTEILE



GESAMTES GEBÄUDE

BAUSTOFF-GRUPPEN

Manche Baustoffe, die **ähnliche Funktionen** erfüllen, sind zu **Gruppen** zusammengefasst, z.B. Wärmedämmungen.



-CO₂e

VARIANTE 1: BAUSTOFFBILANZ

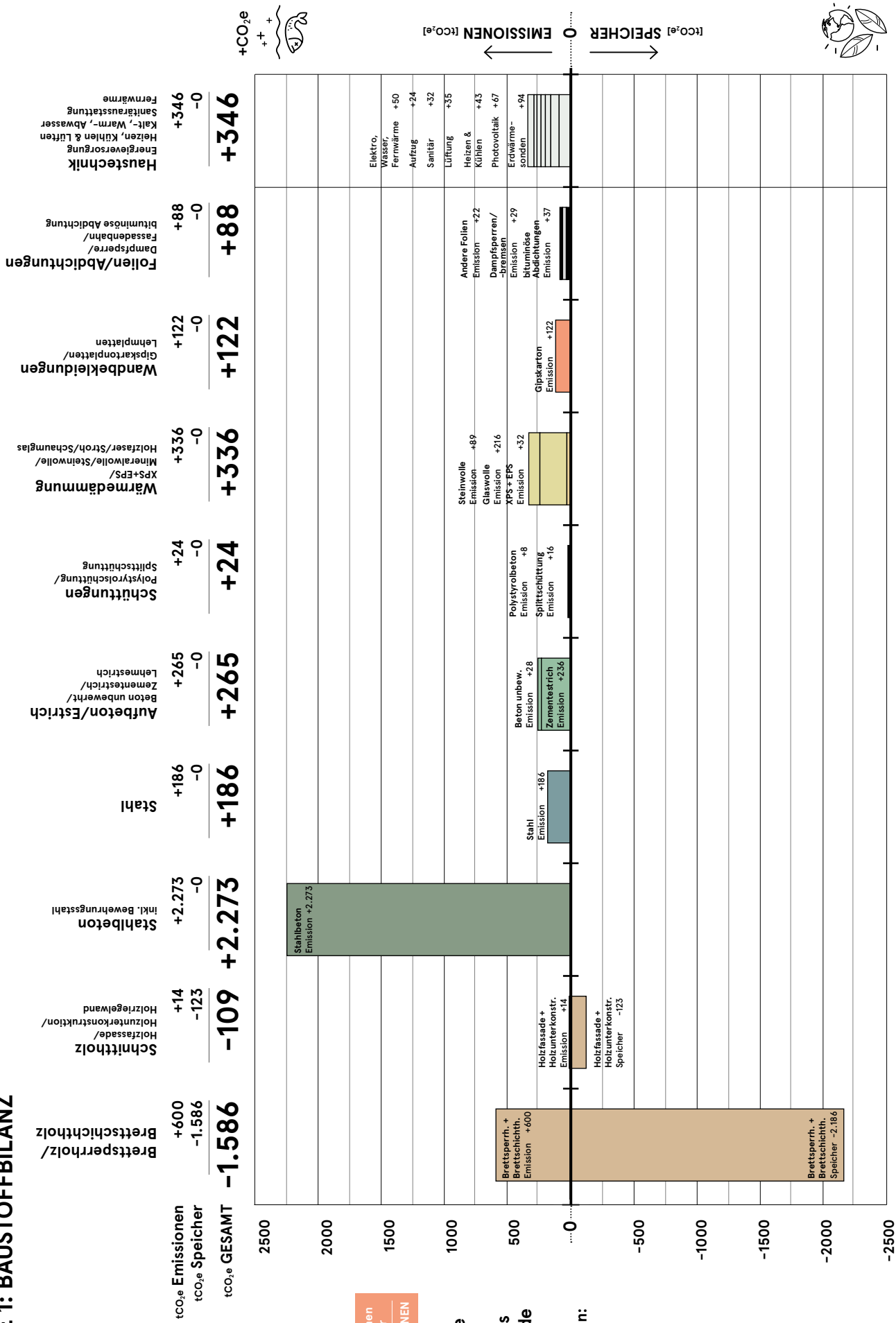
→

PLAN
IS-À-VIS
VARIANTE

+4.761 tCO ₂ e Emissionen
-2.621 tCO ₂ e Speicher
+2.140 tCO₂e EMISSIONEN

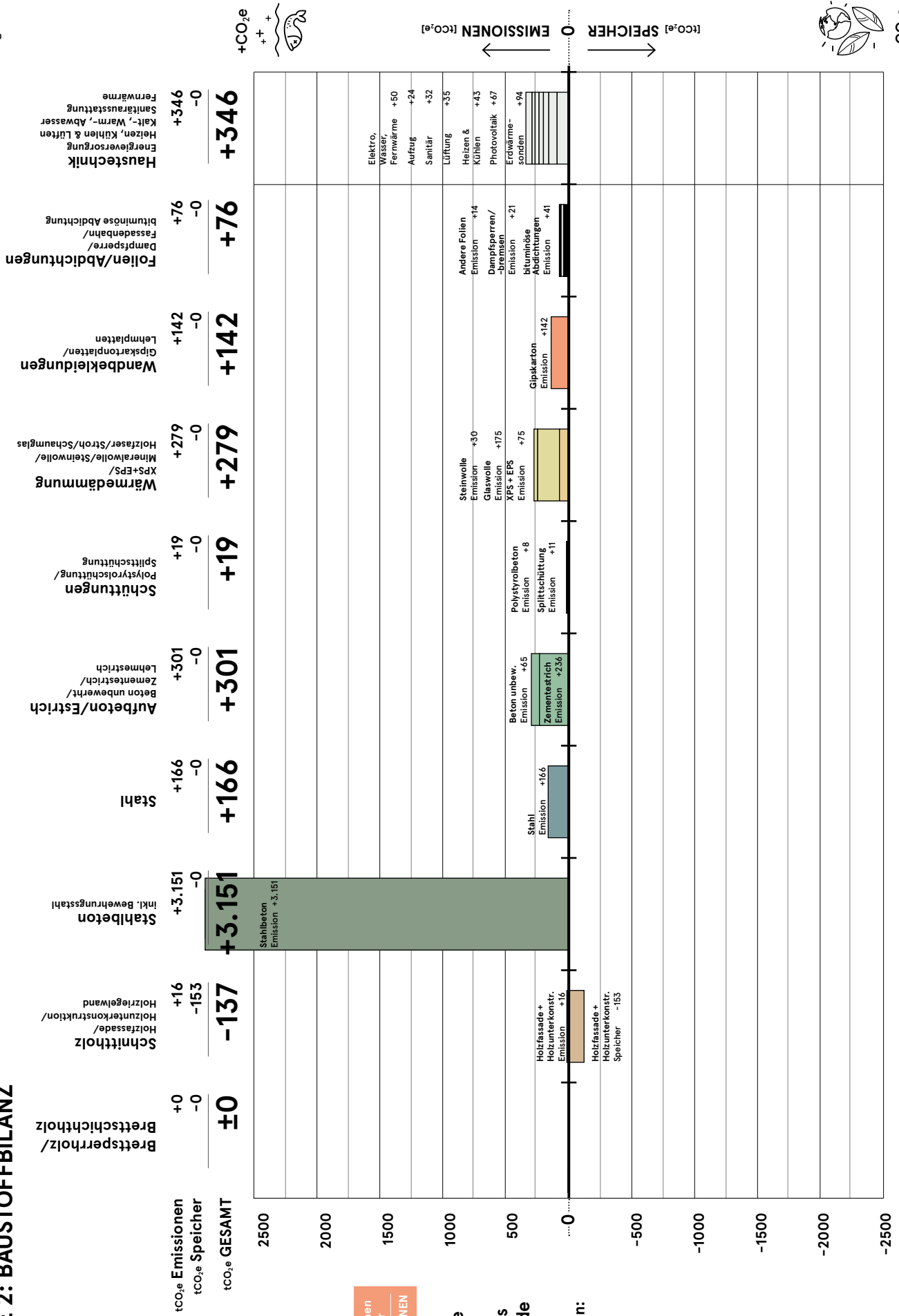
**CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Tonnen für das
gesamte Gebäude**

Lebenszyklusphasen: A1-A3 Herstellung



2
**BETON
SKELETT
VARIANTE**

**CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Tonnen für das
gesamte Gebäude**



VARIANTE 3: BAUSTOFFBILANZ

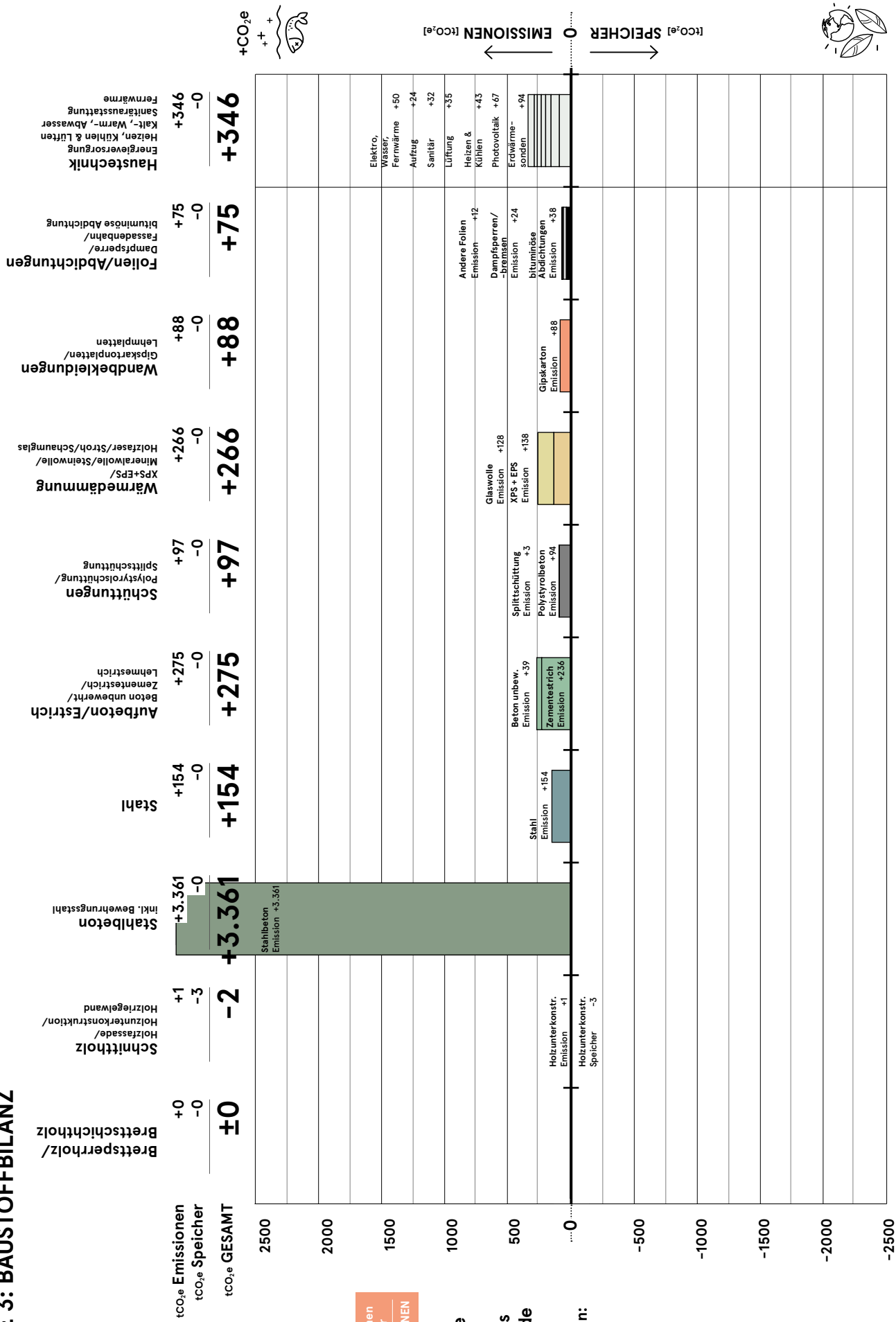
3

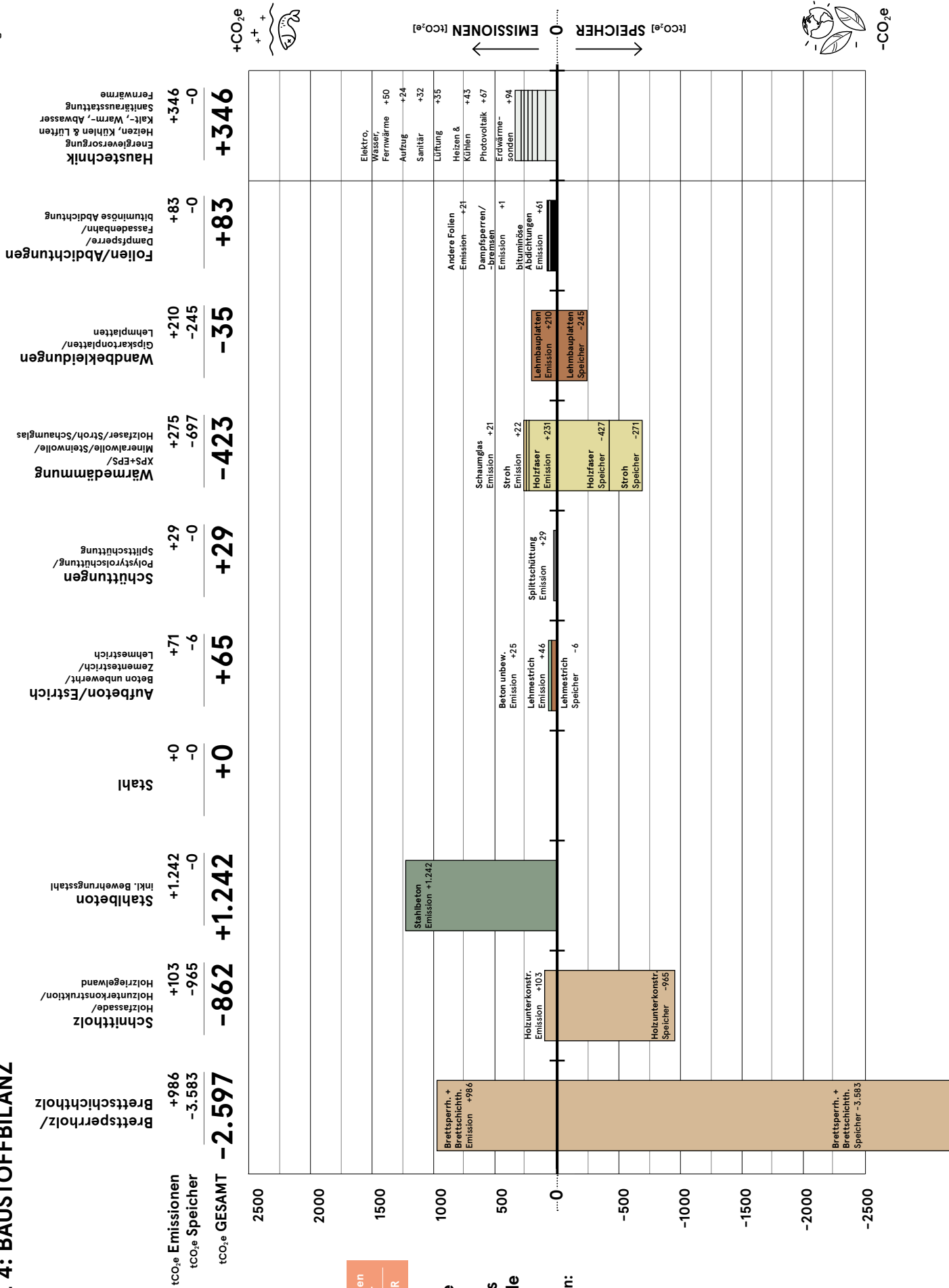
**BETON
MASSIV
VARIANTE**

+5.130 tCO₂e EMISSIONEN

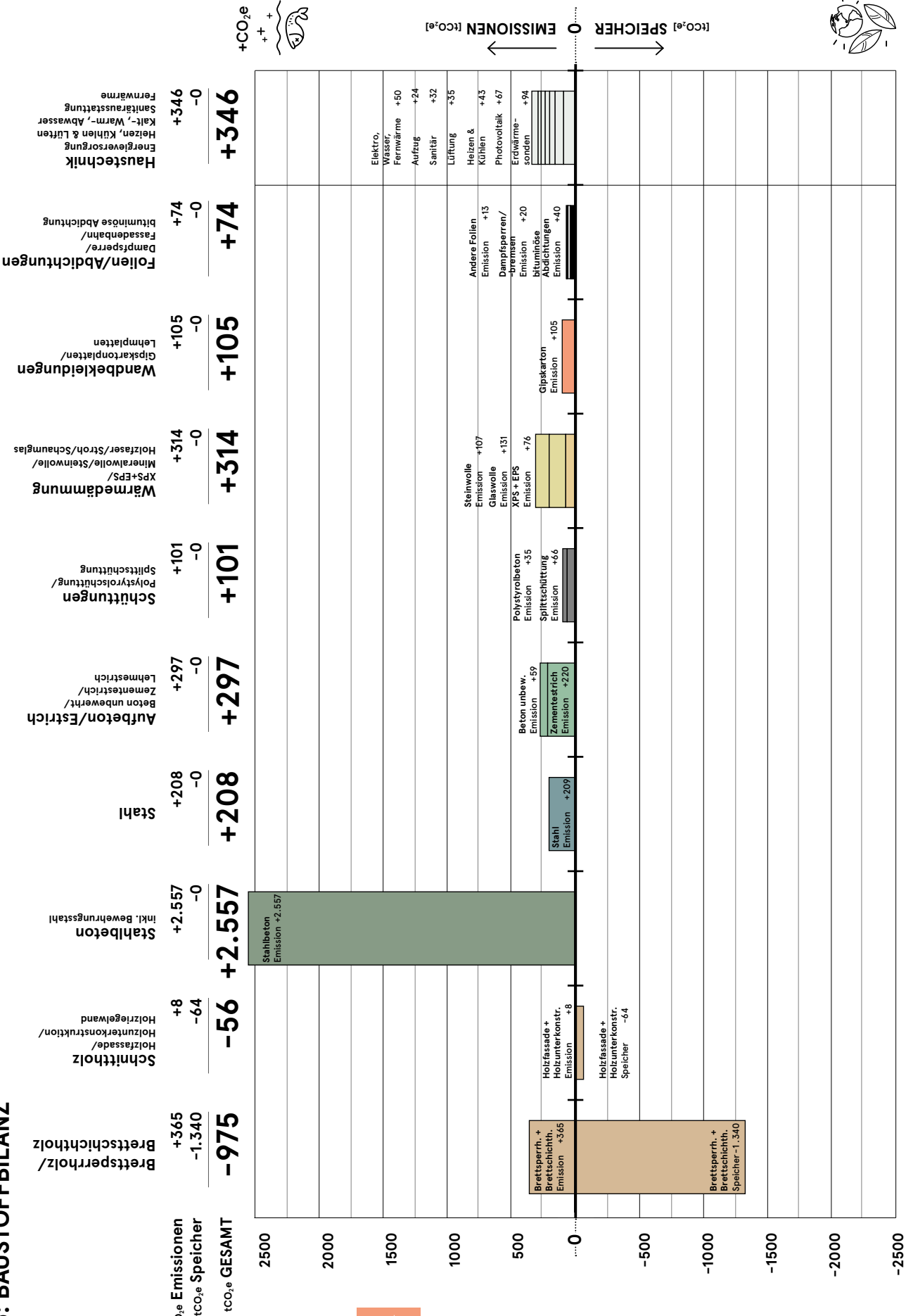
**CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Tonnen für das
gesamte Gebäude**

Lebenszyklusphasen: A1-A3 Herstellung





VARIANTE 5: BAUSTOFFBILANZ



5
GEBAUT
VIS-A-VIS
VARIANTE

+4.836 tcO_{2,e} Emissionen
-1.676 tcO_{2,e} Speicher
+3.161 tcO_{2,e} EMISSIONEN

CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Tonnen für das
gesamte Gebäude

Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung

Themeneinschub

Brandschutz im mehrgeschoßigen Holzbau in Österreich

Die aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen für den Brandschutz mehrgeschoßiger Holzbauten in Österreich haben das Planungsteam von Vis-à-Vis zweieinhalb Jahre lang begleitet. Damit das Gebäude mit bis zu acht oberirdischen Geschoßen in Holzbauweise umgesetzt werden konnte, wurden mit den Wiener Baubehörden und Brandschutz-expert*innen konstruktive und technische Maßnahmen erarbeitet. Die Realisierung des Vis-à-Vis Wohnhauses kann daher dazu beitragen, die Umsetzung für weitere Holzbauten mit mehr als sechs oberirdischen Geschoßen in Österreich zu erleichtern.

Nach dem erfolgreichen Wettbewerb für Vis-à-Vis fanden im Oktober 2021 erste Abstimmungsgespräche mit der Baupolizei (MA37) und der Kompetenzstelle für Brandschutz (KSB) statt. Das Planungsteam der Architekturbüros einszueins architektur und feld72 stellten gemeinsam mit den Brandschutzplaner*innen B-LAB ZT das erste **Konstruktions- und Brandschutzkonzept** vor:

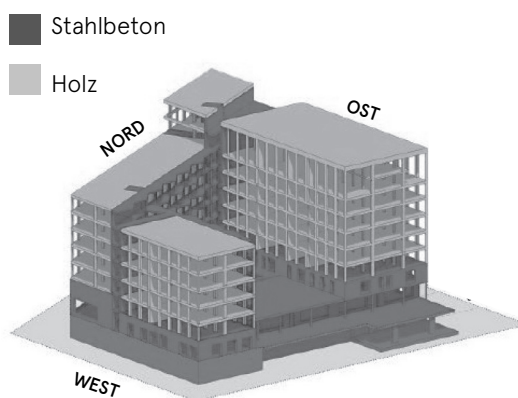


Abb. 4.3
Konstruktions-
schema Vis-à-Vis
von Oktober 2021

- Erd- und Untergeschoß, Laubengänge, Stiegenhäuser und Balkonplatten in Stahlbeton
- Tragende Brettsperrholzaußenwände und eine innere Tragachse aus Brett-schichtholz über max. sieben Geschoße
- Bauteil Nord: sieben bis acht oberirdische Geschoße und ein Galeriegeschoß
- Bauteil Ost: acht oberirdische Geschoße und ein Galeriegeschoß
- Bauteil West: sechs oberirdische Geschoße

Mit mehr als sechs Geschoßen und einem Fluchtniveau bis 22 Meter fiel das Projekt in **Gebäudeklasse 5 (GK 5)**.

Gebäudeklassen sind, vereinfacht gesagt, Einteilungen von Gebäuden nach ihrer Höhe, die jeweils rechtliche Vorgaben u.a. für den Brandschutz mit sich ziehen. Eine konstruktive Holzbauweise war aufgrund der Vorgaben, die in der OIB-Richtlinie 2 (2019) definiert sind, für Vis-à-Vis eigentlich ausgeschlossen.

Um dennoch eine Holzbauweise zu ermöglichen, schlug das Planungsteam den Behörden folgende **brandschutztechnischen Kompensationsmaßnahmen** vor:

- Ausführung von Nasssteigleitungen statt einer Trockensteigleitungen. Das sind Wandhydranten, an denen die Feuerwehr ihre Löschanlagen im Gebäude anschließen kann.
- Verkleinerte Brandabschnitte im Bauteil Nord. Brandabschnitte sind Gebäudebereiche, die durch brandabschnittsbildende Wände bzw. Decken voneinander getrennt sind und die Ausbreitung eines Brandes im Gebäude verlangsamen.
- Brandmeldeanlage mit automatischer Alarmweiterleitung im Bauteil Ost. Im Bauteil Nord war aufgrund der Heim-Nutzung ohnehin eine Brandmeldeanlage nötig.

Die MA37-KSB wies das Brandschutzkonzept zurück, da die Anforderungen für GK 5 mit mehr als sechs oberirdischen Geschoßen nicht erfüllt waren und die Kompensationsmaßnahmen als nicht ausreichend bewertet wurden.

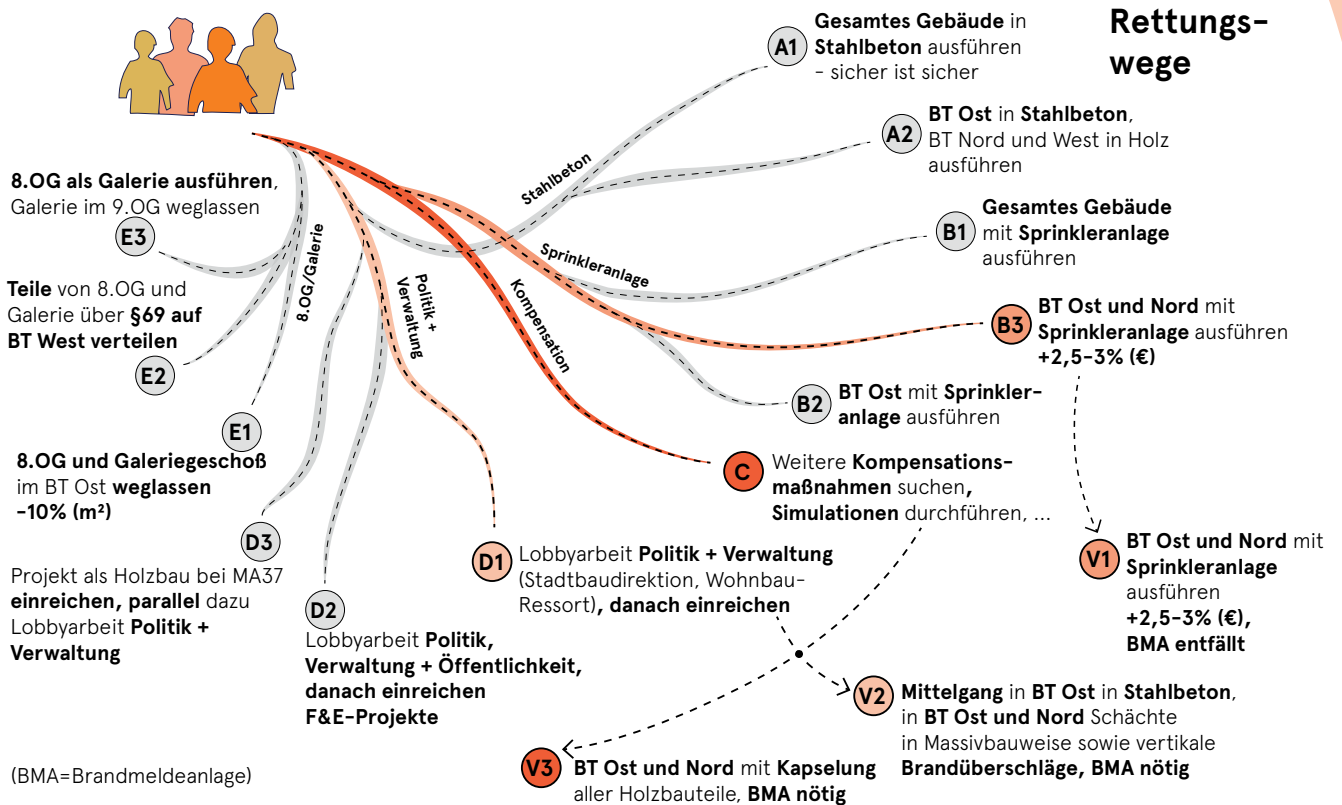


Abb. 4.4
Brandschutz-
Rettungswege

Das Planungsteam entwickelte daraufhin verschiedene „Rettungswege“ für das Projekt. Der Rettungswege A1 und A2 führten über die Ausführung des Gebäudes bzw. einzelner Teile in **Stahlbeton statt Holz** – keine gute Optionen für das Planungsteam. Die Rettungswege B1 bis B3 schlugen eine **Sprinkleranlage** im gesamten Gebäude bzw. in einzelnen Teilen vor. Diese Lösung hätte die Baukosten um geschätzte 2,5 – 3% erhöht. Mit dem Rettungsweg C sollten weitere **Kompensationsmaßnahmen** gesucht und Simulationen durchgeführt werden. Um auch die Politik und Verwaltung in die Verantwortung zu nehmen, führten die Rettungswege D1 bis D3 über **Lobbyarbeit** in der Stadt Wien. In den Rettungswegen E1 bis E3 sollte die **Gebäudehöhe** auf maximal sechs oberirdische Geschosse reduziert werden, um den rechtlichen Anforderungen zu entsprechen. Das hätte aber auch die Nutzfläche reduziert.

Handlungsvarianten

Nach Gesprächen mit der Baudirektion Wien schlug die MA37-KSB drei Handlungsvarianten vor. Die bevorzugte **Variante 1** sah in den hohen Bauteilen eine Sprinkleranlage vor. Dies hätte einige technische Erleichterungen bei Fenstern und Steigleitungen sowie den Entfall der Brandmeldeanlage mit sich gebracht, wurde vom Planungsteam aber vor allem wegen der höheren Kosten verworfen.

Mit **Variante 2** hätte sich durch die Ausführung der innenliegenden Fluchtwege und der Schächte in Stahlbeton der Anteil an mineralischen Baustoffen erhöht. In jedem Geschoss sollte ein durchgehender nicht brennbarer Bereich den vertikalen Brandüberschlag verhindern. Diese Variante hätte höhere Emissionen und einen deutlich komplexeren Bauablauf mit zahlreichen Schnittstellen zwischen Holz- und Stahlbetonbau zur Folge gehabt.

Abb. 4.5
KSB-Varianten 1+2
zur Erlangung einer
Baubewilligung



Abb. 4.6
KSB-Variante 3
zur Erlangung einer
Baubewilligung



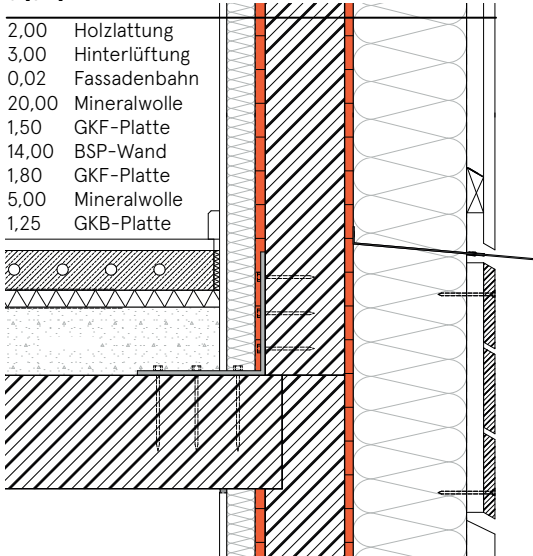
Die **Handlungsvariante 3** orientiert sich an der deutschen „**Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise**“. Diese Richtlinie sieht eine Ausführung aller tragenden Holzelemente in Brettspertholz und eine Kapselung der Außenwände mit Gipskarton (Dicke innen 1,8 cm, außen 1,5 cm) vor, um den Einbrand in die Konstruktion zu verhindern. Holzdecken und -unterzüge müssen nicht beplankt werden, hier wurde der Abbrand in der Dimensionierung berücksichtigt. Die Ausführung gemäß dieser Richtlinie wurde im Frühjahr 2022 in die Planung eingearbeitet und das Projekt bei der Baubehörde zur Bewilligung eingereicht.

Im Sommer wurden die Ausschreibungsunterlagen zur Vergabe der Bauleistungen an eine*n Generalunternehmer*in erarbeitet, und im **Juli 2023** erhielt das Planungsteam den **Baubescheid**.

Abb. 4.7 (links)
Detail Brettspertholz-
Außenwand und
-decke, brandschutz-
technisch wirksame
Beplankung in rot

Abb. 4.8 (rechts)
Detail Holzriegel-
Außenwand und
Brettspertholzdecke,
brandschutztechnisch
wirksame Beplankung
in rot

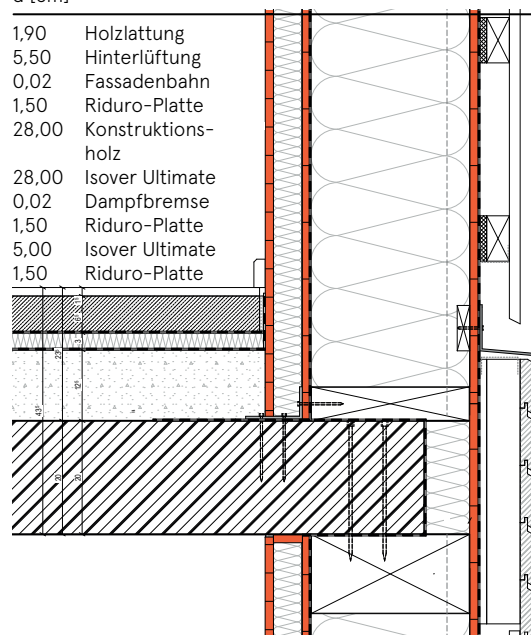
Brettspertholz-Außenwand
d [cm]



Anpassung der Planung

Bereits während der Vergabeverhandlungen im Frühling 2023 stellte sich allerdings heraus, dass die Brettspertholz-Außenwände für den geförderten Wohnbau Vis-à-Vis wirtschaftlich nicht umsetzbar waren. Um den Kostenrahmen einzuhalten, wurde das **Konstruktionssystem** bis Juni 2023 auf eine **Holzriegel-Außenwand umgestellt**.

Holzriegel-Außenwand
d [cm]



Für die neue Außenwandkonstruktion wurde auf einen geprüften Holzriegel-Außenwandaufbau zurückgegriffen.²³ Dieser besteht aus massiven Holzstützen und -riegeln, die auf beiden Seiten mit **nicht brennbaren Holzbauplatten** (Riduro-Platte) **verkleidet** sind. Als Dämmung wurde eine nicht brennbare Steinwolle (Isover Ultimate) mit einem Schmelzpunkt von über 1000°C eingesetzt.

Raumseitig wurde als zusätzliche brandschutztechnische Verbesserung eine gedämmte und ebenfalls mit Riduro **beplankte Vorsatzschale** ausgeführt. Um einen Einbrand in die Holzkonstruktion zu verhindern, wurde auf die sorgfältige Ausbildung des Decken-Wand-Knotens besonders geachtet. Auch auf Haustechnik-Installationen in der Außenwand wurde fast vollständig verzichtet, um die Riduro-Platten nicht zu durchhörern.



Abb. 4.9
Ansicht Nordfassade
mit den geplanten
Brandschutz-
Anpassungen

Statische und wirtschaftliche Anforderungen erforderten in der Vergabephase weitere **Umlanungen und Materialänderungen**. Um in keinem Gebäudeteil sechs Holzgeschoße zu überschreiten, wurde zuerst ein Teil des ersten Obergeschoßes, aus ökonomischen Gründen später das gesamte Geschoß auf Stahlbeton umgestellt. Auch aussteifende Innenwände, Stützen und Unterzüge der inneren Tragachse und die Außenwände entlang der Laubengänge wurden auf Stahlbeton umgestellt.

Für die Gebäudeklasse von Vis-à-Vis schreibt diese eine Brettspertholzkonstruktion vor.

Die Gespräche mit den Behörden starteten also erneut. Um eine Bewilligung für die Ausführung des Gebäudes mit Holzriegel-Außenwänden zu erlangen, wurde letztlich **im Februar 2024 ein Brandversuch durchgeführt**, der die brandschutztechnische Gleichwertigkeit der neuen Konstruktion nachwies. Die Baustelle war zu diesem Zeitpunkt bereits im Erdgeschoß angelangt.

Die Vorgaben der **Holzbau-Musterrichtlinie**, auf der die Baubewilligung von Juli 2023 basierte, wurden durch diese Umlanungen allerdings **nicht mehr eingehalten**:

- Tragende Bauteile in Stahlbeton
- Holzskelettbauweise (statt Holzmassivbauweise)

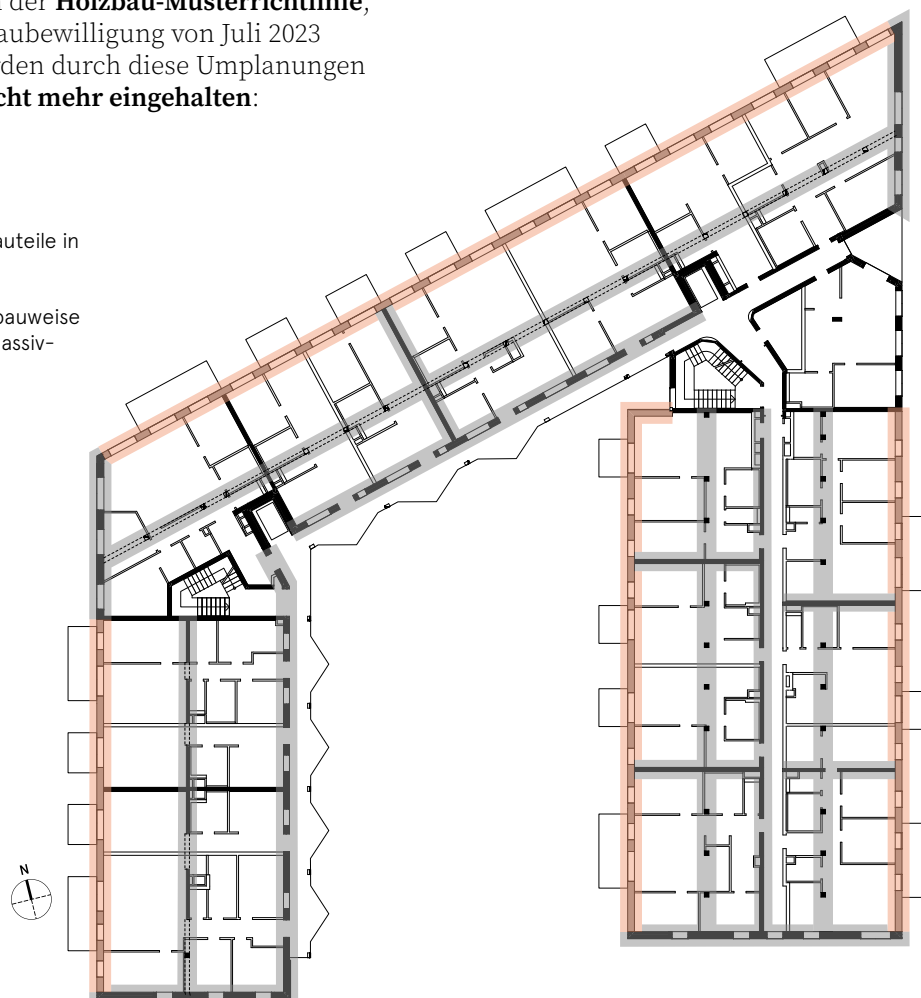


Abb. 4.10
Grundriss Regelge-
schoß mit den geplan-
ten Brandschutz-
Anpassungen

Brandversuch

Der erfahrene Brandschutzsachverständige Martin Teibinger bestätigte in einem Gutachten, dass der Holzriegel-Wandaufbau brandschutztechnisch nicht nur gleichwertig, sondern leistungsfähiger ist als der bereits bewilligte Brettsperrholzaufbau. Vor allem die Berufsfeuerwehr Wien beharrte jedoch auf dem Standpunkt, dass im Brandfall von der Holzriegel-Außenwand eine größere Gefahr ausgehe. Befürchtet wurde ein **Einbrand in die Konstruktion** und, damit verbunden, **ein unbemerktes Weiterglühen und erneutes Entflammen** innerhalb der Außenwand.

Anfang 2024 wurde deshalb beschlossen, die geplante Konstruktion in einem Brandversuch bei der Prüf-, Inspektions- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien (MA39) zu testen. Bei einem positiven Ergebnis wurde die Zustimmung der Berufsfeuerwehr Wien in Aussicht gestellt.

Ablauf

Das Holzbauunternehmen Weissenseer Holz-System-Bau GmbH wurde mit der Ausführung der Holzkonstruktionen von Vis-à-Vis beauftragt.

Weissenseer baute Ende Jänner 2024 innerhalb sehr kurzer Zeit einen Decken-Wand-Knoten auf einem Holzriegel-Außenwandelement und einer Brettsperrholzdecke im Prüfofen auf.

Besonderes Augenmerk lag auf der **Fuge** zwischen Decke und Wand. Entsprechend der Vorgaben von Martin Teibinger wurden die Bauteile passgenau, also ohne Zwischenraum, montiert. Die weitgehende Vorfertigung der Elemente im Werk von Weissenseer erleichterte dies. Die brandschutztechnische Qualität der Fuge wurde mit einem zusätzlichen Gips-Streifen als oberem Abschluss der Vorsatzschale weiter verbessert.

Für den Brandversuch wurde eine **Prüfung mittels Einheitstemperaturzeitkurve über einen Zeitraum von 60 Minuten** vereinbart. Im Prüfofen wurde also, vereinfacht gesagt, ein einstündiger Zimmerbrand simuliert. Mit zahlreichen im Prüfkörper eingebauten Thermoelementen wurde an unterschiedlichen Stellen der Temperaturverlauf überwacht.

Abb. 4.11 (links)
Decke und Außenwand
im Brandversuch

Abb. 4.12 (rechts)
Tür zum Versuchsofen
der MA39



Abb. 4.13 (links)
Die Berufsfeuerwehr
Wien wartet auf den
Löscheinsatz

Abb. 4.14 (rechts)
Der Prüfofen wird nach
60 Minuten Stunde
geöffnet und gelöscht



Ergebnisse und Erkenntnisse

Nach Ablauf der Versuchszeit führte die Berufsfeuerwehr Wien einen realistischen Löschangriff durch. Die Temperatur der Thermoelemente wurde über einen Zeitraum von 24 Stunden weiter beobachtet. Zur Untersuchung der einzelnen Schichten wurde der Prüfkörper danach zerlegt.

Die untere Schicht der Brettsper Holzdecke brannte erwartungsgemäß ab. Die raumseitige Riduroplatte der Vorsatzschale fiel während des Brandes und des Löschangriffs teilweise ab. In der **Decken-Wand-Fuge wurden aber keine Beschädigungen und Verfärbungen** festgestellt. Die zweite Riduro-Schicht an der Konstruktion wies kaum, die **Holzkonstruktion der Wand selbst keine Verfärbungen** auf.

Die Temperatur im Prüfkörper sank nach dem Löschvorgang kontinuierlich. Innerhalb der 24 Stunden kam es zu keinem erneuten Anstieg.

Der Brandversuch hat damit bestätigt, dass durch die Holzriegel-Konstruktion **kein erhöhtes Risiko eines Einbrands und unkontrollierten Weiterbrands** besteht.



Abb. 4.15
Prüfkörper nach Brandversuch und Löschangriff

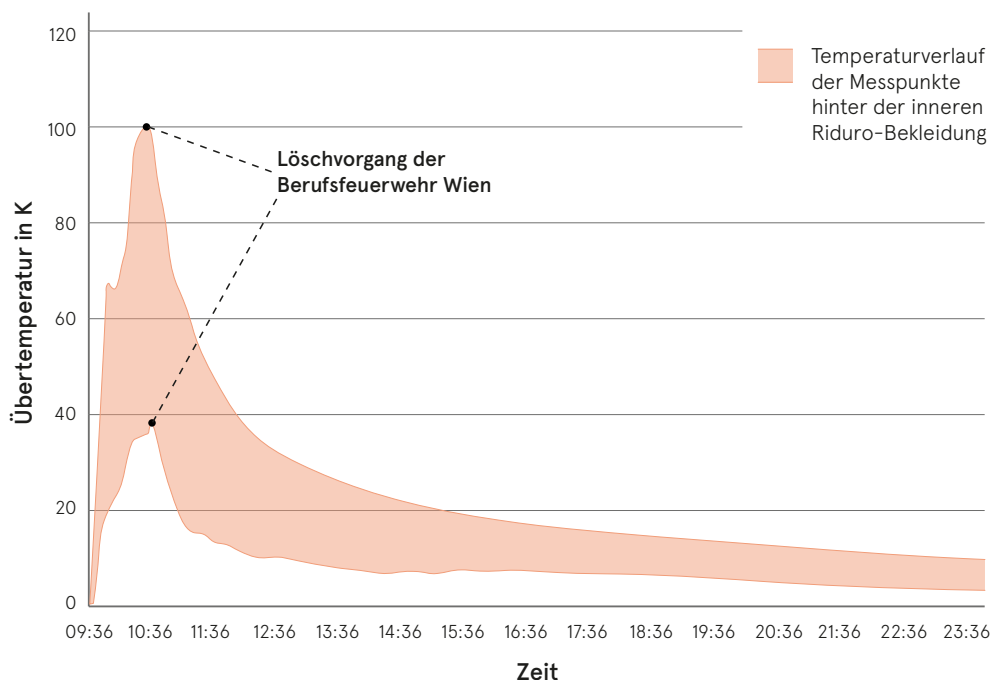


Abb. 4.16
Temperaturverlauf der Messpunkte hinter der inneren Riduro-Platte während des Brandversuchs und nach dem Löschangriff

4.2

Modul A4: Transport

Der Transport von Baustoffen bzw. Bauteilen wird gemäß EN 15978 in der Herstellungs-(A2) und in der Errichtungsphase (A4) berücksichtigt.

Die Transportemissionen aus **Modul A2** werden **standardmäßig nicht separat erhoben**, sondern fließen als durchschnittliche Transport-Kilometer gemeinsam mit den Modulen A1 und A3 in eine Ökobilanz ein. Zur möglichst vollständigen **Nachvollziehbarkeit der Transportwege** wurden dennoch spezifische A2-Daten erhoben. Die Berechnungen im Rahmen von Klimademo Vis-à-Vis beschränken sich auf exemplarische Bauteile. Die Ergebnisse von **Modul A4 fließen nicht in die Gesamtbilanz ein**.

Berechnung & Herausforderungen

Die erhobenen Daten basieren auf **EPDs, Zertifikaten** sowie dem **direkten Austausch mit den involvierten Unternehmen**.

Einige Produkthersteller*innen zeigten sich sehr kooperativ und stellten umfassende Daten zur Verfügung. Die Datensammlung gestaltete sich insbesondere für Modul A2 dennoch herausfordernd. Viele Unternehmen konnten aufgrund von Datenschutzbestimmungen keine genaue Angaben zu Lieferant*innen oder Transportwegen machen. Darüber hinaus ist die Herkunft bestimmter Baustoffe, die auf einer Vielzahl von Primär- und Sekundärrohstoffen oder Recyclingmaterialien basieren, nur schwer nachzuvollziehen. Besonders komplex war die Datenerhebung bei Stahl und mineralischen Dämmstoffen.

Die Berechnungen beziehen sich jeweils auf den **Transport von 1 m² eines Bauteils**, das **Ergebnis wird in kgCO₂-Äquivalenten dargestellt**. In einem ersten Schritt wurde eine Massenbilanz aller im jeweiligen Bauteil enthaltenen und zu transportierenden Baustoffe erstellt und die Distanzen erhoben. Anschließend erfolgte die Berechnung der Tonnenkilometer durch Multiplikation der Masse (in Tonnen) mit der Transportdistanz (in Kilometern).

Wesentlich ist die Kenntnis des Transportmittels (z. B. LKW, Bahn) und seiner Kapazität, da für jedes Transportmittel unterschiedliche Emissionsfaktoren herangezogen werden. Grundlage der Berechnungen waren die in der Datenbank ecoinvent

hinterlegten Datensätze des jeweiligen Transportmittels. Berücksichtigt sind die Emissionen, die bei der Verbrennung von Treibstoff bzw. bei der Bereitstellung von elektrischem Strom, bei der Herstellung und Wartung der Fahrzeuge sowie beim Bau der verkehrsrelevanten Infrastruktur wie Straßen, Schienenwege, Bahnhöfe und Häfen entstehen. Die Ergebnisse werden auf der Grundlage durchschnittlicher Beladungsfaktoren und unter Berücksichtigung von Leerfahrten berechnet.

Die Berechnung erfolgt anhand folgender Formel:

$$\text{Transportemissionen [kgCO}_2\text{e]} = \text{Masse des Materials [t]} \times \text{Distanz [km]} \times \text{Emissionsfaktor Transportmittel [kgCO}_2\text{e/tkm]}$$

Emissionsfaktor Transportmittel [kgCO₂e/tkm]

	LKW 7 – 16 t: 0,23 [kgCO ₂ e/tkm]
	LKW 16 – 32 t: 0,18 [kgCO ₂ e/tkm]
	LKW >32 t: 0,10 [kgCO ₂ e/tkm]

Bauteil Auswahl

Vor dem Hintergrund aufwendiger Datenerhebungen wurde für diese Publikation der Schwerpunkt auf die **exemplarische Untersuchung einer Außenwand und einer Geschoßdecke** gelegt.

Gegenübergestellt wurden jeweils ein Bauteil in Holzbauweise und ein Bauteil in Stahlbetonbauweise. Alle Bauteile kommen in dieser Form im Gebäude Vis-à-Vis vor (siehe Bauteil-Varianten S. 46-53).

Abb. 4.17 (S. 67)

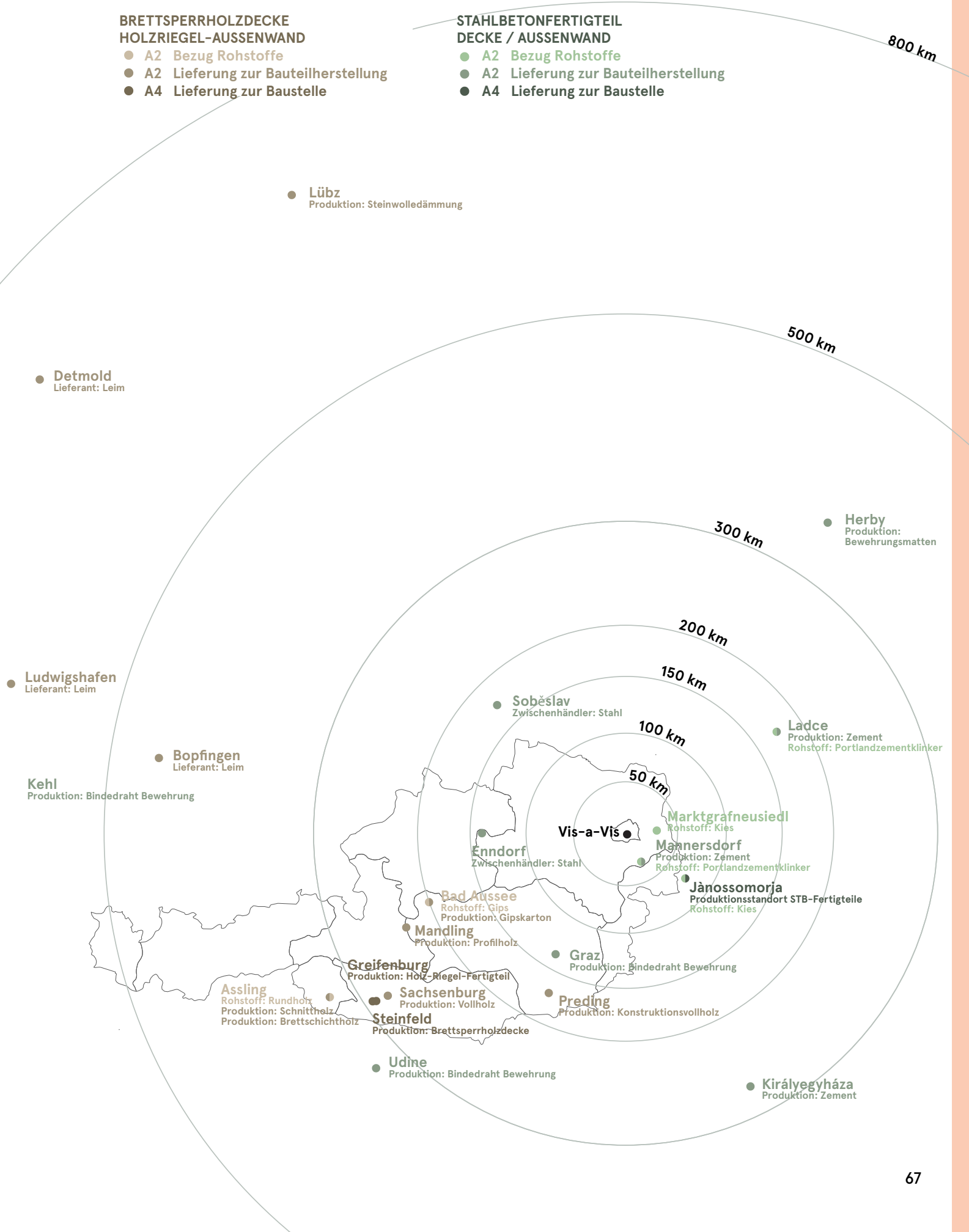
Rohstoffherkunft und Herstellungsorte von zwei Holzbauteilen und zwei Stahlbetonbauteilen der Außenwände und Decken von Vis-à-Vis

**BRETTSPERRHOLZDECKE
HOLZRIEGEL-AUSSENWAND**

- A2 Bezug Rohstoffe
- A2 Lieferung zur Bauteilherstellung
- A4 Lieferung zur Baustelle

**STAHLBETONFERTIGTEIL
DECKE / AUSSENWAND**

- A2 Bezug Rohstoffe
- A2 Lieferung zur Bauteilherstellung
- A4 Lieferung zur Baustelle



Brettsperrholzdecke

Der Rohstoff Holz wird im Umkreis von 70 Kilometern um das Sägewerk in Assling in Osttirol bezogen. Zur Herstellung des Deckenelementes wird Schnittholz aus Assling in das Werk nach Steinfeld in Kärnten geliefert. Leime für Keilzinke und Flächenverbindungen kommen

aus Deutschland, beeinflussen jedoch aufgrund der geringen Masse die Transportemissionen nicht. Sämtliche Lieferungen erfolgen per LKW. Die fertigen Brettsperrholzelemente werden in der Phase A4 etwa 420 Kilometer von Kärnten nach Wien transportiert.

Transportemissionen A4 Brettsperrholzdecke

+ 4,00 kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphase:
A4 Transport zur Baustelle

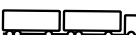
Transportemissionen A2 Brettsperrholzdecke

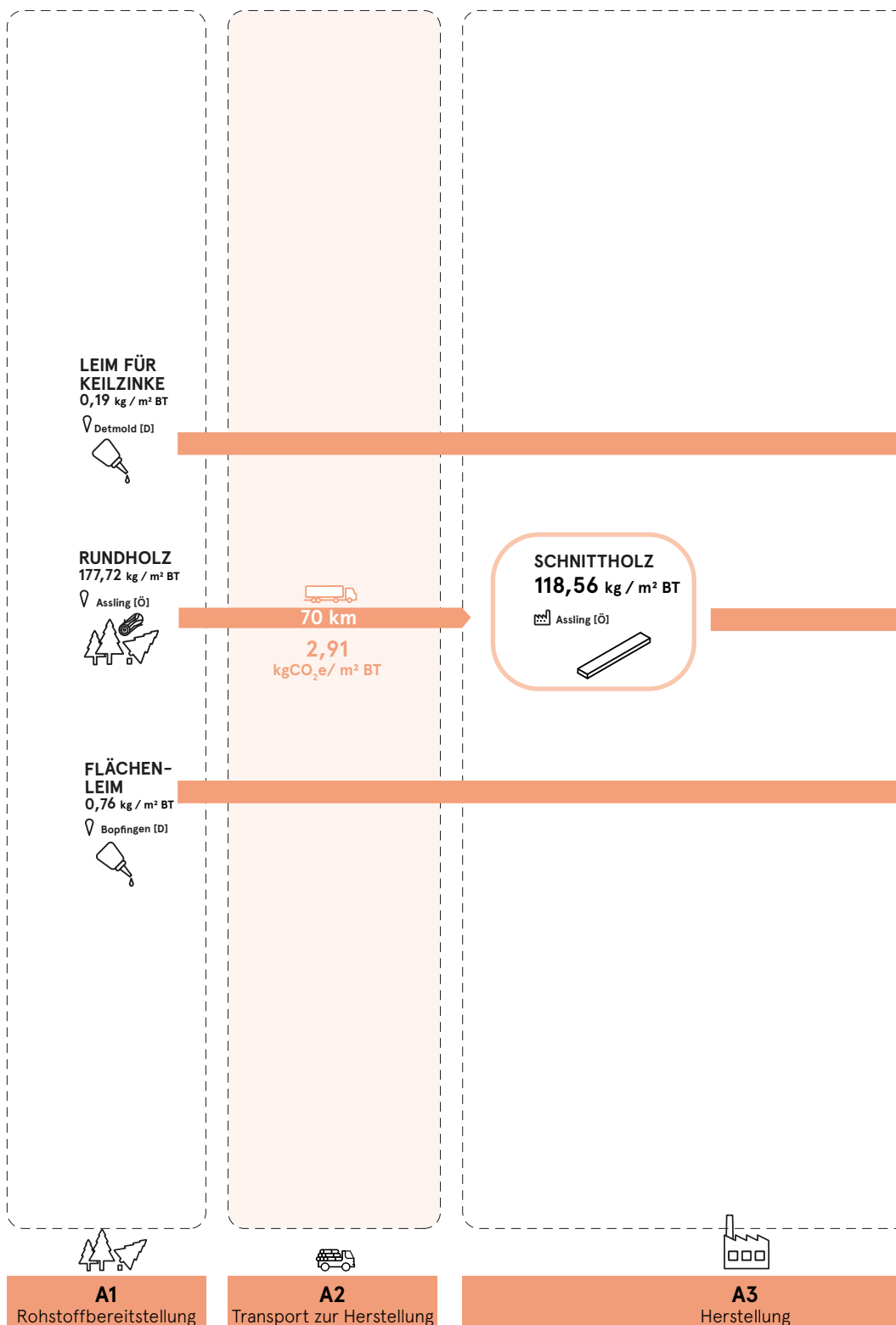
+ 4,81 kgCO₂e / m²

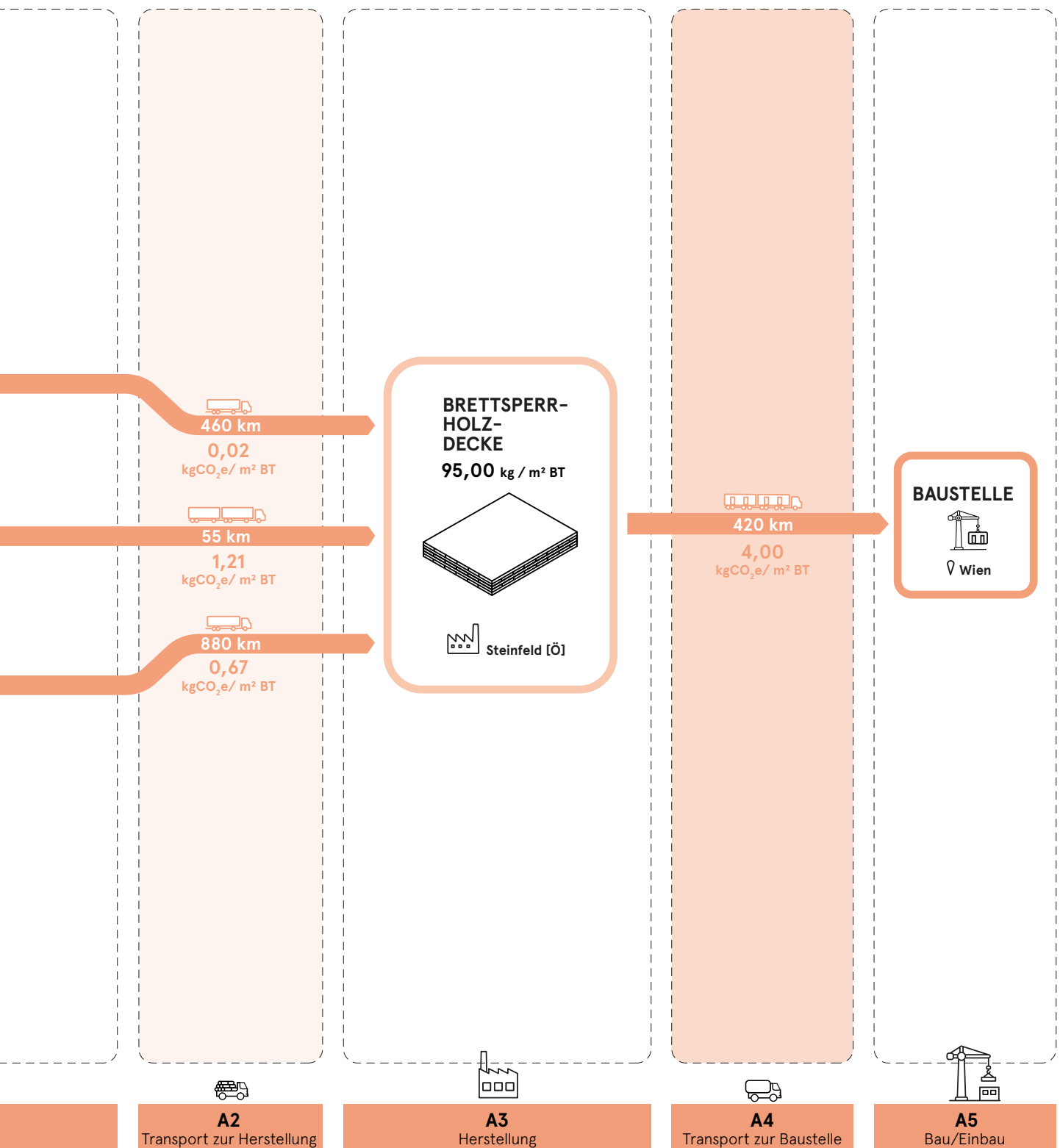
Lebenszyklusphase:
A2 Transport zur Herstellung

CO₂-Äquivalente Transport
in Kilogramm
pro 1 m² Fläche

Transportweg

-  **LKW 7 - 16 t**
Emissionsfaktor: 0,23
-  **LKW 16 - 32 t**
Emissionsfaktor: 0,18
-  **LKW >32 t**
Emissionsfaktor: 0,10
-  **Schiff**
-  **Zug**
-  **Laufband**
-  **Materialeilbahn**
-  **Produktionswerk**
-  **Verortung**
-  **Annahme Produktionsstandort**
- *** **keine Daten verfügbar/
bekanntgegeben**
-  **Bergbau**
-  **Recycliertes Material**
- BT** **Bauteil**





Stahlbetondecke

Die Stahlbetondecke besteht aus einem bewehrten Halbfertigteil, das im Werk hergestellt und auf der Baustelle mit einer Aufbetonschicht vergossen wird. Das Halbfertigteil wird in Jánossomorja, Ungarn, hergestellt. Der Hauptbestandteil Kies wird vor Ort gewonnen. Zement wird aus Mannersdorf in Niederösterreich und

Királyegyháza in Ungarn angeliefert. Alle NebenkompONENTEN werden per Bahn oder LKW aus einer Entfernung von maximal 500 Kilometern angeliefert, oder – wie in Mannersdorf – aus der unmittelbaren Umgebung per Laufband antransportiert. Zum Bewehrungsstahl konnten nur Informationen von Herstellern eingeholt werden,

Transportemissionen A4 Stahlbetondecke

+ 2,59 kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphase:
A4 Transport zur Baustelle

Transportemissionen A2 Stahlbetondecke

+ 9,85* kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphase:
A2 Transport zur Herstellung

*Daten der Vorketten
nicht vollständig bekannt

CO₂-Äquivalente Transport in Kilogramm pro 1 m² Fläche

 Transportweg

 **LKW 7 – 16 t**
Emissionsfaktor: 0,23

 **LKW 16 – 32 t**
Emissionsfaktor: 0,18

 **LKW >32 t**
Emissionsfaktor: 0,10

 **Schiff**

 **Zug**

 **Laufband**

 **Materialeilbahn**

 **Produktionswerk**

 **Verortung**

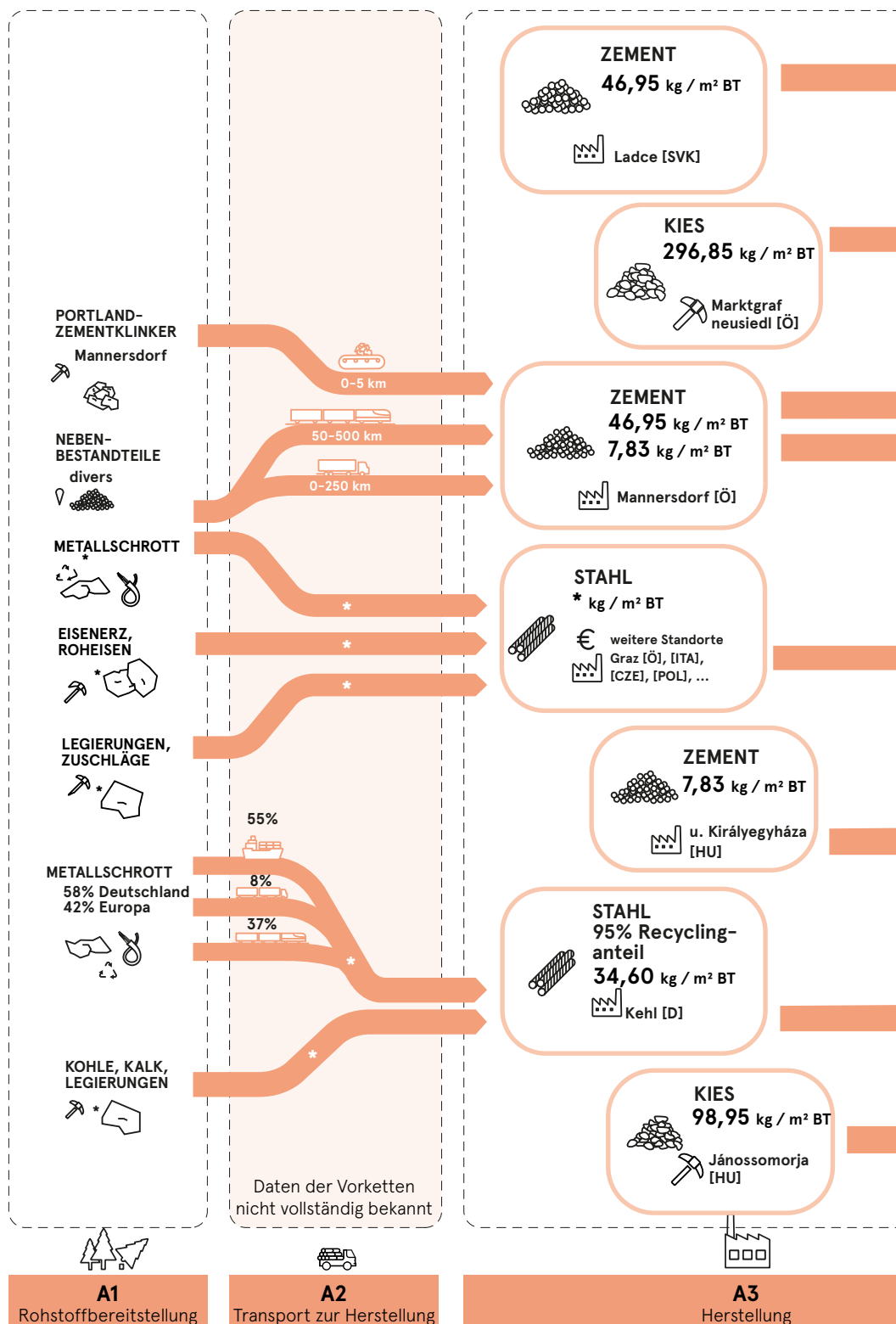
 **Annahme
Produktionsstandort**

* **keine Daten verfügbar/
bekanntgegeben**

 **Bergbau**

 **Recycliertes Material**

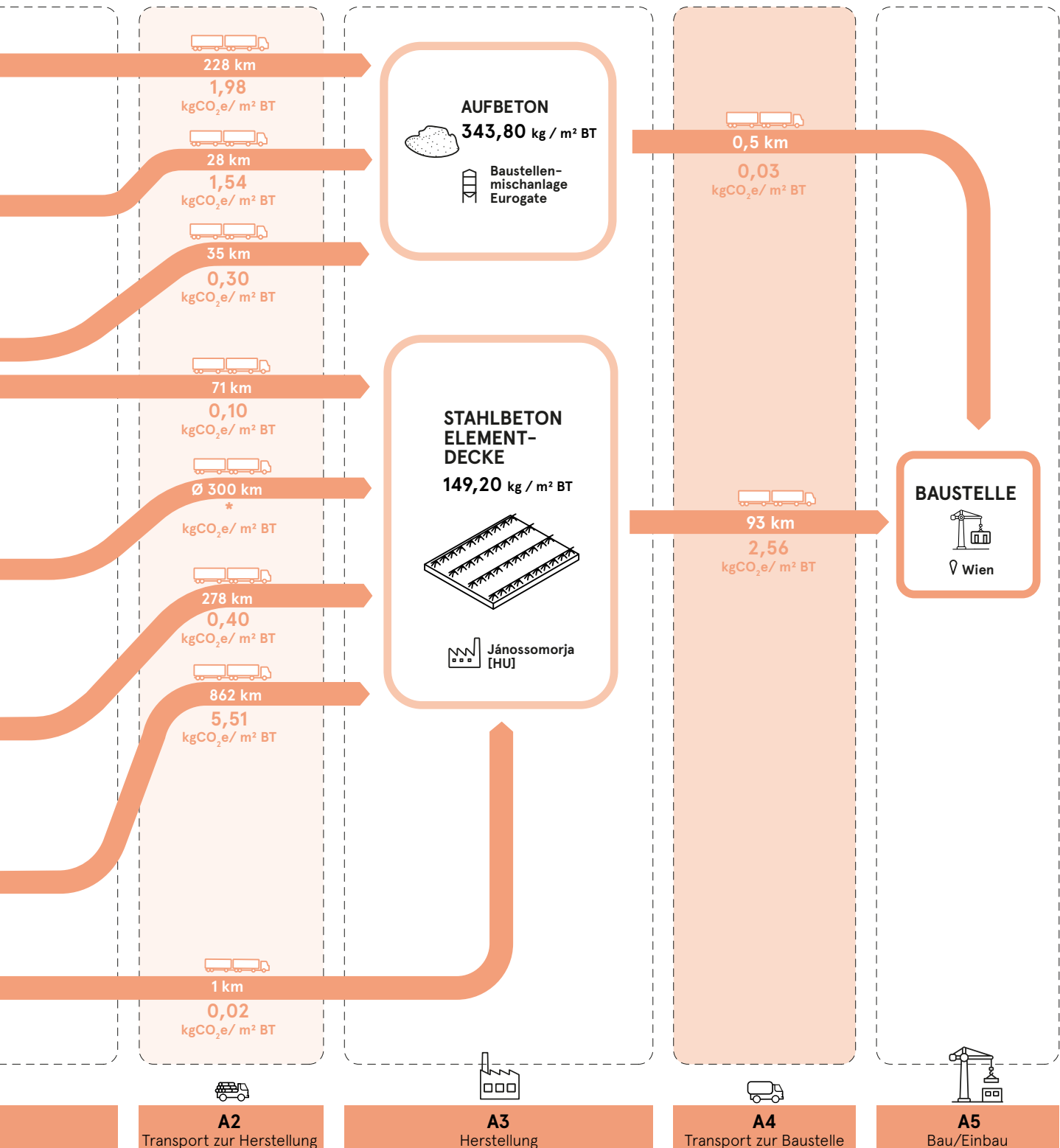
BT Bauteil



die mit Elektrolichtbogenöfen produzieren und einen hohen Anteil an Recyclingstahl verwenden. Dieses Verfahren ist noch nicht Standard: Andere Hersteller verwenden einen geringeren Anteil an Recyclingstahl, was zu unterschiedlichen Transportrouten und Rohstoffquellen führt. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden deshalb generische A2-Daten für Stahl verwendet. Das fertige Element wird von Jánossomorja

knapp 100 km zur Baustelle in Wien transportiert.

Der Aufbeton wird in unmittelbarer Nähe zur Baustelle in einer Baustellenmischanlage hergestellt, die während der Bauzeit direkt im Quartier eingerichtet wurde. Zementbestandteile kommen sowohl aus Ladce in der Slowakei als auch aus Mannersdorf. Kies wird in der Kiesgrube Markgraf-neusiedl in Niederösterreich gewonnen.



Holzriegel-Außenwand

Die Holzriegel-Außenwand wird in Greifenburg in Kärnten hergestellt. Tragende Brettschichtholzstützen werden in Assling produziert und nach Greifenburg geliefert. Das Rundholz dafür kommt aus dem näheren Umkreis (etwa 70 Kilometer). Der Leim stammt aus Ludwigshafen in Deutschland. Konstruktionsvollholz, das in

der Dämmebene verbaut wird, kommt aus dem steirischen Preding, das Rohmaterial stammt von Schnittholz-Herstellern im Umkreis von max. 130 Kilometern. Das Rundholz für Voll- bzw. Profilhölzer der Unterkonstruktion und Fassadenlattung stammt aus der Umgebung von Sachsenburg und Mandling.

Transportemissionen A4 Holzriegel-Außenwand

+ 6,22 kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphase:
A4 Transport zur Baustelle

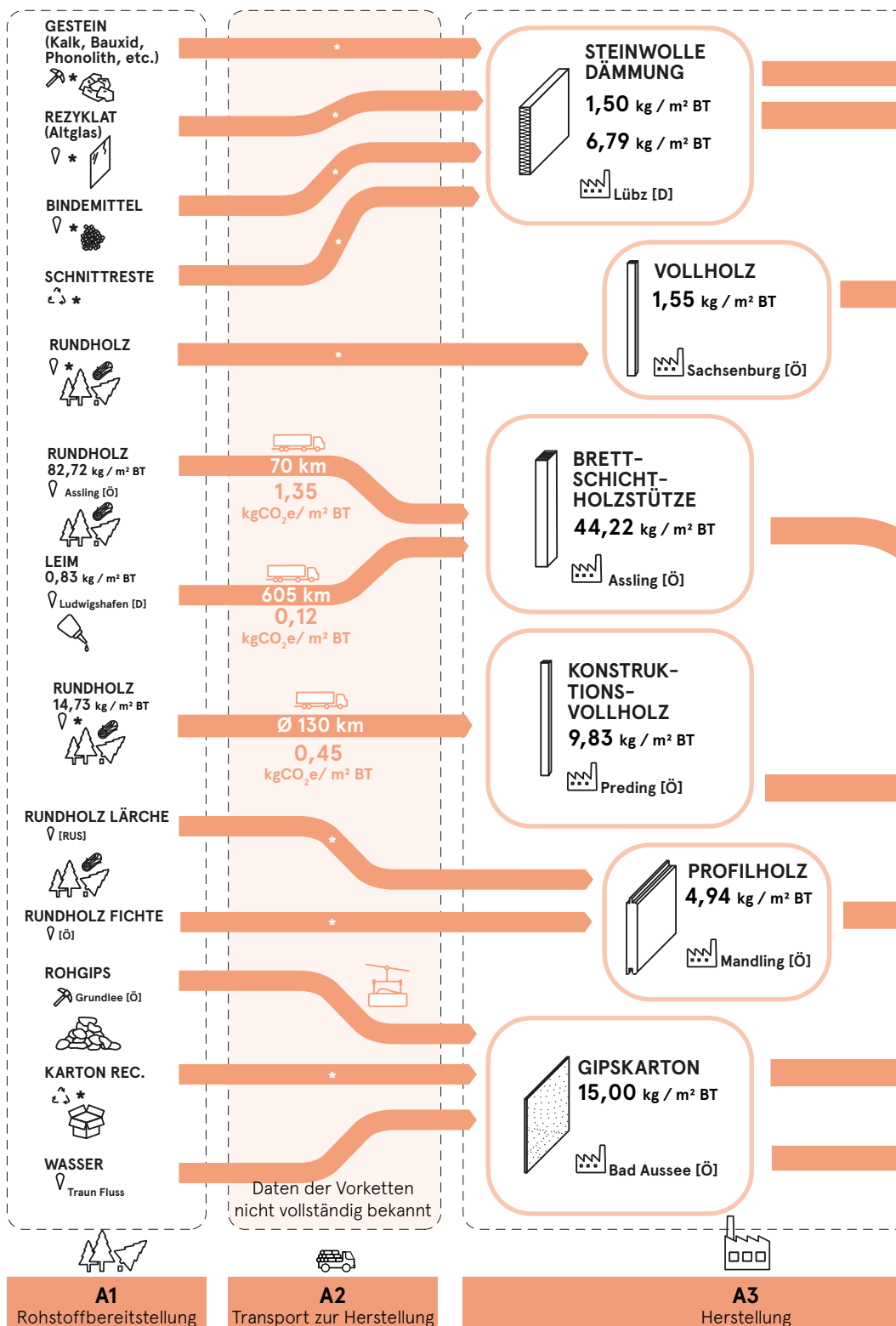
Transportemissionen A2 Holzriegel-Außenwand

+ 5,23* kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphase:
A2 Transport zur Herstellung
*Daten der Vorketten
nicht vollständig bekannt

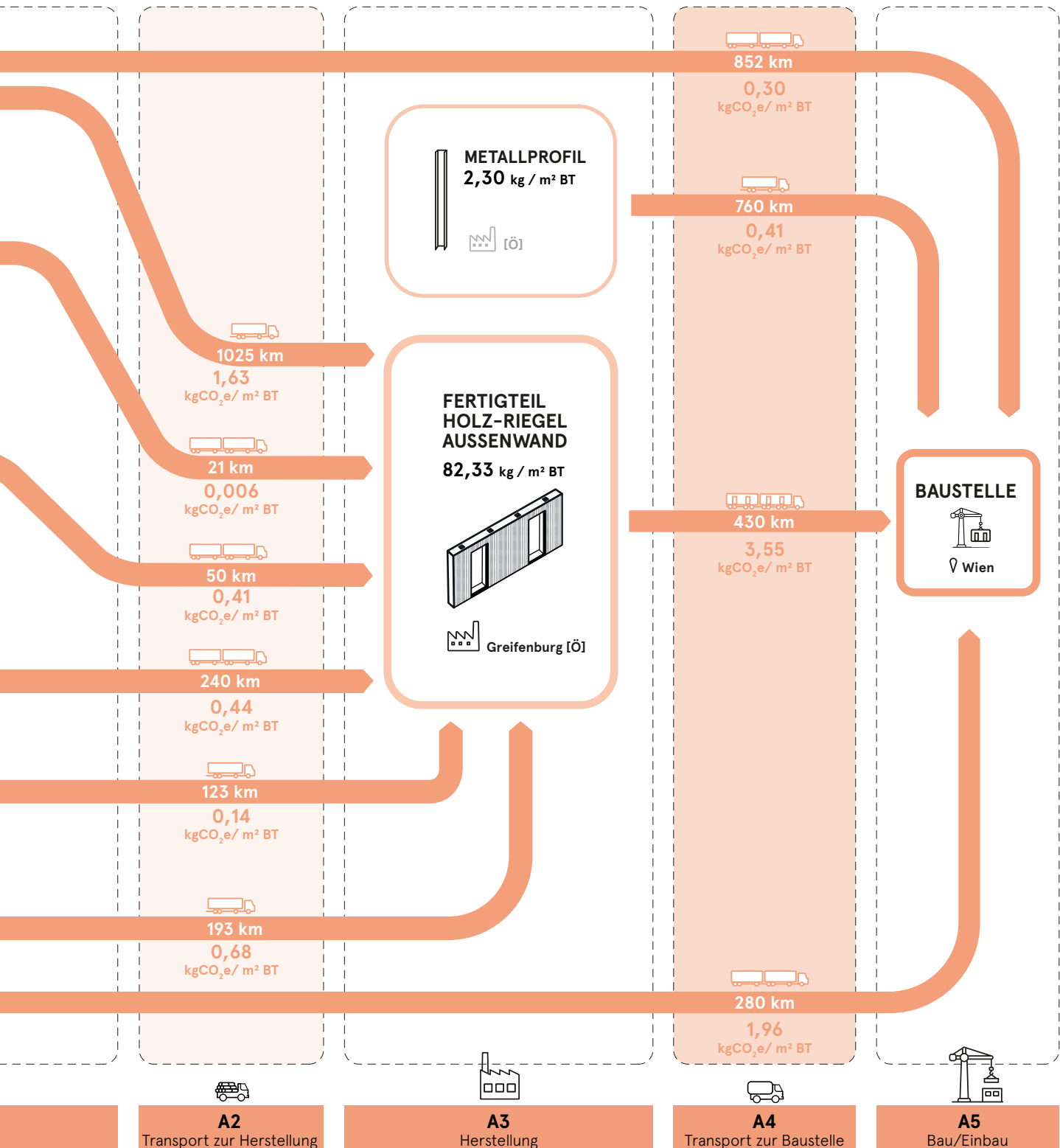
CO₂-Äquivalente Transport in Kilogramm pro 1 m² Fläche

Transportweg	
	LKW 7 - 16 t Emissionsfaktor: 0,23
	LKW 16 - 32 t Emissionsfaktor: 0,18
	LKW >32 t Emissionsfaktor: 0,10
	Schiff
	Zug
	Laufband
	Materialseilbahn
	Produktionswerk
	Verortung
	Annahme Produktionsstandort
	keine Daten verfügbar/ bekanntgegeben
	Bergbau
	Recycliertes Material
	Bauteil



Rohgips für Gipskartonplatten wird bei Bad Aussee durch Tagebau gewonnen und mittels Materialseilbahn zum Werk transportiert. Der Ursprung des Recyclingkartons konnte nicht eruiert werden. Die fertigen Platten werden per LKW transportiert. Der Ursprung der einzelnen Rohstoffe für die Steinwollämmung konnte nicht verortet werden. Das fertige Produkt kommt aus Lübz in Norddeutschland.

Nach der Zusammensetzung im Werk in Kärnten wurde die fertige Holzriegel-Wand per LKW nach Wien transportiert. Vor Ort wurden nur die raumseitigen Vorsatzschalen gebaut. Für Steinwolle und Unterkonstruktion standen keine Herkunftsdaten zur Verfügung. Hier wurden Annahmen getroffen. Die Gipskarton-Platten haben den gleichen Ursprung wie die in Greifenburg verbauten Platten.



Stahlbeton-Außenwand

Die Lieferkette der Stahlbeton-Wand entspricht jener der Stahlbetondecke. Für die weiteren Bestandteile der Außenwand – Kleber, Gipsputz, Silikatputz und EPS-Dämmung – wurden Annahmen getroffen bzw. Distanz-Mittelwerte der bekannten Produktionsstandorte verwendet.

Transportemissionen A4 Stahlbeton-Außenwand

+ 4,74 kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphase:
A4 Transport zur Baustelle

Transportemissionen A2 Stahlbeton-Außenwand

+ 4,72* kgCO₂e / m²

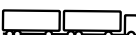
Lebenszyklusphase:
A2 Transport zur Herstellung

*Daten der Vorketten nicht vollständig bekannt

CO₂-Äquivalente Transport in Kilogramm pro 1 m² Fläche

Transportweg

 LKW 7 – 16 t
Emissionsfaktor: 0,23

 LKW 16 – 32 t
Emissionsfaktor: 0,18

 LKW >32 t
Emissionsfaktor: 0,10

 Schiff

 Zug

 Laufband

 Materialseilbahn

 Produktionswerk

 Verortung

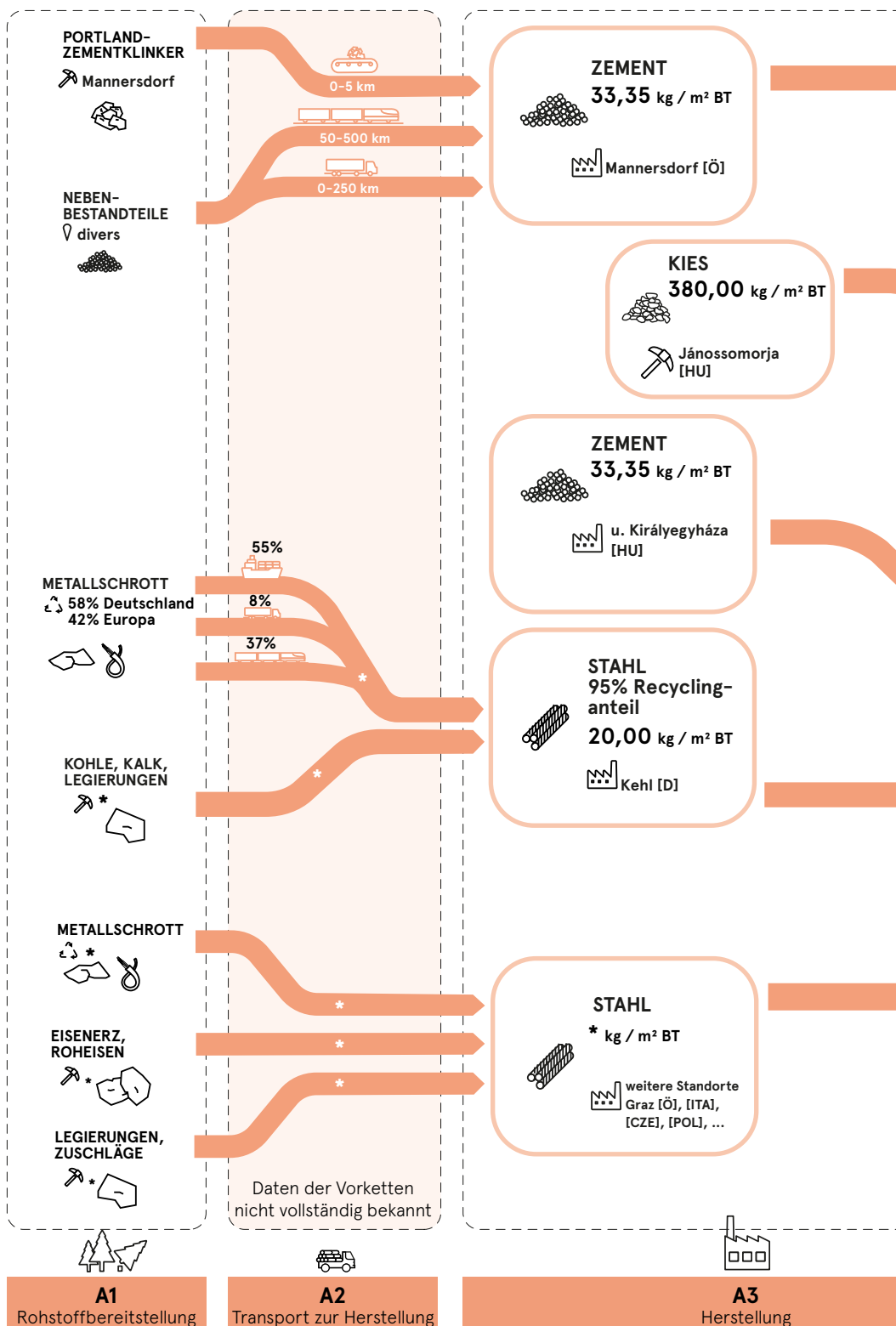
 Annahme Produktionsstandort

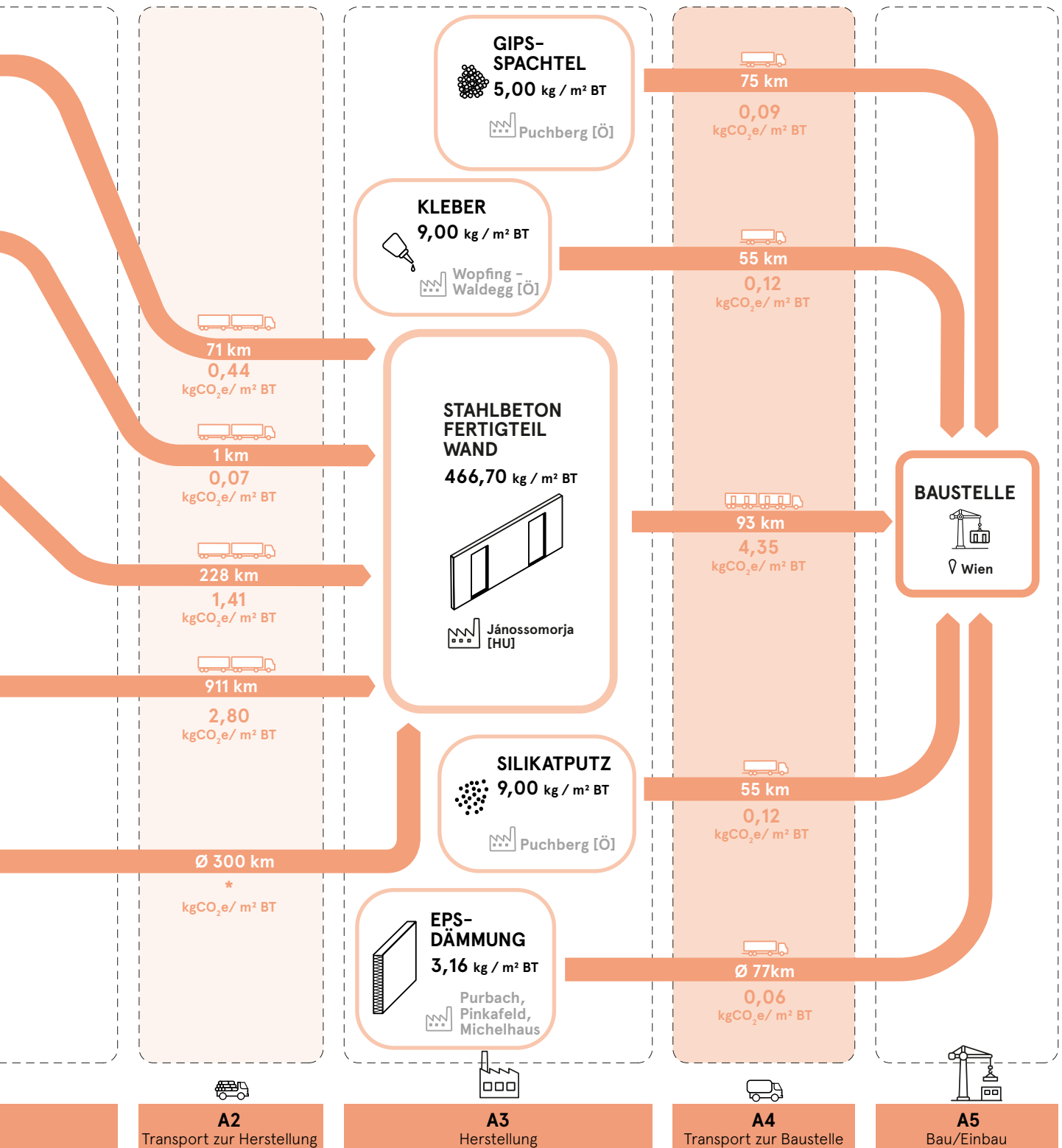
* keine Daten verfügbar/
bekanntgegeben

 Bergbau

 Recycliertes Material

BT Bauteil



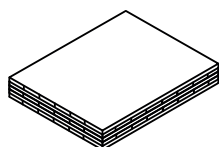


Bauteile im Vergleich

In der Gegenüberstellung der Emissionen aus dem Modul A2 und A4 (Transport zur Herstellung und zur Baustelle) mit den Herstellungsemissionen (A1-A3, wobei hier A2 mit generischen Daten einfließt) wird deutlich, dass die Emissionen des Transports nicht so ausschlaggebend sind wie die Emissionen aus der Herstellung.

Auch wenn für Stahlbeton die Komponenten Kies und Zement meist im näheren Umkreis gewonnen werden, sind die Transportwege des Bewehrungsstahls oft sehr lange. Für die Holzriegel-Wand werden einzelne Komponenten über weite Strecken transportiert. Da diese aber relativ leicht sind, entstehen eher geringe Emissionen.

BRETTSPERR- HOLZ- DECKE



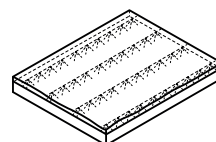

 Steinfeld [Ö]

Transportemissionen A4 Brettsperrholzdecke

+ 4,00 kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphasen:
A4 Transport zur Baustelle

STAHLBETON ELEMENT- DECKE




 Jánossomorja [HU]

Transportemissionen A4 Stahlbetondecke

+ 2,59 kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphasen:
A4 Transport zur Baustelle

A2-Daten (Transport zur Herstellung) aus eigener Recherche, nicht vollständig bekanntgegeben

Transportemissionen A2 Brettsperrholzdecke

+ 4,81 kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphasen:
A2 Transport zur Herstellung

Transportemissionen A2 Stahlbetondecke

+ 9,85* kgCO₂e / m²

Lebenszyklusphasen:
A2 Transport zur Herstellung

*Daten der Vorketten
nicht vollständig bekannt

Gesamtes Bauteil, mit durchschnittlichen Transportkilometern für A2-Daten (Transport zur Herstellung) bilanziert

Herstellung Brettsperrholzdecke

+86 kgCO₂e Emissionen
 -163 kgCO₂e Speicher
-77 kgCO₂e / m² SPEICHER

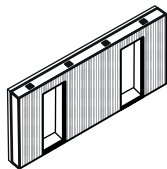
Lebenszyklusphasen:
A1 - A3 Herstellung

Herstellung Stahlbetondecke

+82 kgCO₂e Emissionen
 -0 kgCO₂e Speicher
+82 kgCO₂e / m² EMISSIONEN

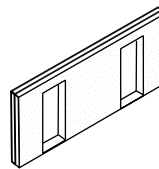
Lebenszyklusphasen:
A1 - A3 Herstellung

**FERTIGTEIL
HOLZ-RIEGEL
AUSSENWAND**



 Greifenburg [Ö]

**STAHLBETON
FERTIGTEIL
WAND**



 Jánossomorja [HU]

**Transportemissionen A4
Holzriegel-Außenwand**

+ 6,22 kgCO_{2,e} / m²

Lebenszyklusphasen:
A4 Transport zur Baustelle

**Transportemissionen A4
Stahlbeton-Außenwand**

+ 4,74 kgCO_{2,e} / m²

Lebenszyklusphasen:
A4 Transport zur Baustelle

**Transportemissionen A2
Holzriegel-Außenwand**

+ 5,23* kgCO_{2,e} / m²

Lebenszyklusphasen:
A2 Transport zur Herstellung
*Daten der Vorketten
nicht vollständig bekannt

**Transportemissionen A2
Stahlbeton-Außenwand**

+ 4,72* kgCO_{2,e} / m²

Lebenszyklusphasen:
A2 Transport zur Herstellung
*Daten der Vorketten
nicht vollständig bekannt

**Herstellung
Holzriegel-Außenwand**

+69 kgCO_{2,e} Emissionen
-142 kgCO_{2,e} Speicher
-73 kgCO_{2,e} / m² SPEICHER

Lebenszyklusphasen:
A1 - A3 Herstellung

**Herstellung
Stahlbeton-Außenwand**

+104 kgCO_{2,e} Emissionen
-0 kgCO_{2,e} Speicher
+104 kgCO_{2,e} / m² EMISSIONEN

Lebenszyklusphasen:
A1 - A3 Herstellung

Themeneinschub

Exkursion zum Weißensee

Im Rahmen einer Exkursion ins Kärntner Drautal erhielten die Baugruppe Vis-à-Wien und die Bauträgerin Schwarzatal einen Einblick in die Produktion und Vorfertigung der Holz-Bauteile von Vis-à-Vis. Weissenseer stellte die Fertigung der Holzriegel-Außenwände, Theurl die Herstellung der Brettspertholzdecken vor.

Die **Weissenseer Holz-System-Bau GmbH** ist in Greifenburg ansässig. Die Holzriegel-Außenwände von Vis-à-Vis werden hier in einer effizienten **Fertigungsstraße produziert**. Alle Einzelteile der Wand bis hin zu Fenstern, Sonnenschutzkästen und der Holzfassade werden in der Produktionshalle zusammengefügt. Auf der Baustelle muss die Wand **nur mehr montiert werden**.

Die Produktionshalle von Weissenseer ist erstaunlich klein – deutlich kleiner, als ursprünglich geplant. Der Grund: Nicht nur das entstehende Produkt, also die Holzhäuser, sollen nachhaltig sein, sondern auch die Produktion. So hat die Halle weder eine eigene Heizung noch eine Abluftanlage. Für alles wurde eine eigene Lösung gefunden, erklärt Projektleiter Nils Jansen. Aus der Fertigungshalle wurde so die „kompakteste Fabrik der Welt“. Nur sechs Maschin Führer und ein Logistiker arbeiten in der Fertigung. Der weitaus größte Teil der Mitarbeiter*innen sitzt im Bürogebäude. Direkt an die Fertigungshalle schließt eine vergleichsweise kleine Lagerhalle an. Hier werden die Rohstoffe per Sattelschlepper angeliefert. Das **Holz ist überwiegend regional**, 90 Prozent stammen aus Öster-

reich. Der erste Schritt in der Fertigungshalle ist der Zuschnitt, dann wandern die beschrifteten Teile auf die Fertigungsstraße, wo sie zu einem Wandelement zusammengefügt werden. Es ist faszinierend, wie **innerhalb kurzer Zeit eine vollständige Wand entsteht**.

Im hinteren Bereich der Halle dann der Wow-Effekt: Nebeneinander aufgereiht stehen die fertigen Wände inklusive Holzfassaden mit den Aussparungen für Fenster und Balkontüren und mit den Balkon-Aufhängungen. Auf die noch nicht gelieferten Holz-Alu-Fenster wird noch gewartet, ansonsten ist alles bereit für den Transport nach Wien und die Montage auf der Baustelle. Staunend gehen wir zwischen den Wänden hindurch und **begreifen im wahrsten Sinne unser künftiges Zuhause**.



Abb. 4.18 (links)

Abb. 4.19 (rechts oben)

Abb. 4.20 (rechts unten)
Besichtigung
Weissenseer
in Greifenburg





Nur fünf Autominuten entfernt, in Steinfeld, befindet sich das nächste Holzverarbeitende Unternehmen: **Theurl Timber Structures**. Theurl fertigt an diesem Standort seit 2020 unterschiedliche Holzprodukte. 2024 entstanden rund 70.000 Kubikmeter Platten aus Brettspertholz bzw. CLT (Cross Laminated Timber). Vertriebschef Christian Wolsegger vergleicht die Menge mit einer Betonbauweise: Der Materialmenge von 100 Betonmischern stünden rund fünfzehn LKW-Landungen Holz gegenüber.

CLT bzw. Brettspertholz bezeichnet mehrere **Holzplatten, die kreuzweise miteinander verleimt sind** – im Unterschied zu Brettschichtholz, bei dem die Fasern aller Schichten parallel verlaufen. Die Dimensionen bei Theurl beeindrucken: In einer gigantischen Fertigungsanlage wird jede Lamelle – vorwiegend aus Fichten, seltener aus Kiefer – gehobelt, über Förder-



Abb. 4.21 (links)
Besichtigung Theurl
in Steinfeld

Abb. 4.22 (rechts oben)

Abb. 4.23 (rechts unten)
Besichtigung
Weissensee
in Greifenburg



bänder transportiert, vollautomatisch gescannt und nach Qualität sortiert. Fehler werden markiert, dann landen die Lamellen vorerst im Lager. Wir stehen in einem kleinen Glasraum hoch über den Anlagen und beobachten, wie die Lamellen an uns vorbeisaulen. Es ist laut und wir sind froh über die Kopfhörer, über die uns der Vertriebschef den Produktionsprozess beschreibt.

In die Fertigung geht es erst nach Bedarf. Die Lamellen werden von einem automatischen Kran auf die Keilzinkanlage gehoben, Fehler entfernt und die einzelnen Holz-teile **zu maximal 16 Meter langen Brettern verleimt und mit Druck verbunden**. All das geschieht innerhalb weniger Augenblicke. Stück für Stück entsteht eine Einschichtplatte, die anschließend im 90-Grad-Winkel mit einer weiteren Platte flächenverleimt wird.

4.3

Weitere Hebel zur Emissionsreduktion

Im umfassenden Materialvariantenvergleich wurden sowohl emissionsarme als auch emissionsintensive Bauteile untersucht. Letztlich zeigte die Baustoff-Gesamtbilanz, dass **Vis-à-Vis im gegebenen rechtlichen und ökonomischen Rahmen** als acht-geschoßiger geförderter Wohnbau noch **nicht klimaneutral errichtet werden kann**. Um bei Folgeprojekten dem Ziel der Klimaneutralität näher zu kommen und fundierte Entscheidungsgrundlagen zu haben, wurden in den beiden Themenbereichen **Regulative und Entwurf** sowie **Bauteile** die **wichtigsten Hebel zur weiteren Emissionsreduktion** ausgearbeitet. Bei Vis-à-Vis konnten diese aus unterschiedlichen Gründen noch nicht umgesetzt werden.

Regulative und Entwurf

Regulative wie Bauordnungen, OIB-Richtlinien und Normen haben **großen Einfluss auf den Entwurf eines Gebäudes**. Das zeigt sich zum Beispiel im Untergeschoß: **PKW-Stellplätze** nehmen einen großen Teil der unterirdischen Flächen von Vis-à-Vis ein, obwohl das Grundstück innerstädtisch liegt und gut an das öffentliche Verkehrsnetz angebunden ist. Lt. Garagengesetz sowie Flächenwidmungs- und Bebauungsplan müssen dennoch Stellplätze errichtet werden, die gemeinsam mit anderen Funktionen im Untergeschoß einen **bedeutenden Teil der CO₂e-Gesamtemissionen verursachen**. Im folgenden Abschnitt wird die **Reduktion unterirdischer Kubatur** hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Entwurf und Wirtschaftlichkeit untersucht.

Reduktionspotenzial Untergeschoß

Statische und bauphysikalische Anforderungen an das Untergeschoß eines Gebäudes sowie die Fragen der Leistbarkeit und Dauerhaftigkeit machen den **Einsatz von emissionintensiven Materialien wie Stahlbeton fast unumgänglich**.

Daher gilt es, mit erdberührtem Raum sparsam umzugehen. Folgende Hebel zeigen das Einsparungspotenzial durch Flächenreduktion im Untergeschoß von Vis-à-Vis.

Die Berechnungen beziehen sich auf die CO₂e-Emissionen der Herstellungsphase (A1-A3) des errichteten Gebäudes Vis-à-Vis (Materialvariante 5, siehe Baustoffbilanz Seite 59).

CO₂e-Bilanz gebaute Variante in der Lebenszyklusphase A1-A3

(inkl. Haustechnik) :

+4.836 tCO₂e Emissionen

-1.676 tCO₂e Speicher

+ 3.161 tCO₂e Emissionen gesamt

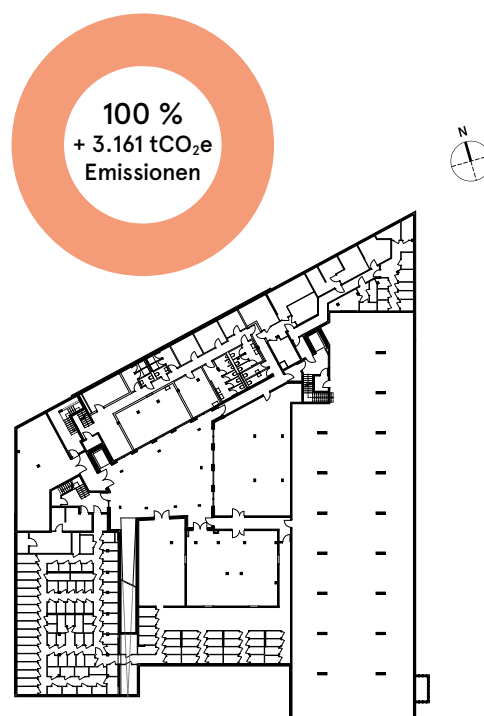


Abb. 4.24
 Untergeschoß von
 Vis-à-Vis,
 M 1:1000

Entfall Untergeschoß

Die ökologisch günstigste Variante wäre der vollständige Verzicht auf einen Keller. Stattdessen könnte das Gebäude **auf Pfählen gegründet** werden. Tatsächlich funktioniert diese Rechnung nicht so einfach: Stellplätze für Fahrräder und PKWs sind verpflichtend herzustellen und Räume im Erdgeschoß sind für haustechnische Anlagen grundsätzlich deutlich zu wertvoll.

Als **Richtwert** ist die Untersuchung aber interessant: Das **Untergeschoß verursacht knapp ein Viertel aller Emissionen von Vis-à-Vis**, das aus einem unter- und acht oberirdischen Geschoßen besteht.

Bruttofläche Untergeschoß: 2.450 m²
GWP Errichtung: 300 kg CO₂e/m²

Einsparungspotenzial

Gesamt: 730 tCO₂e

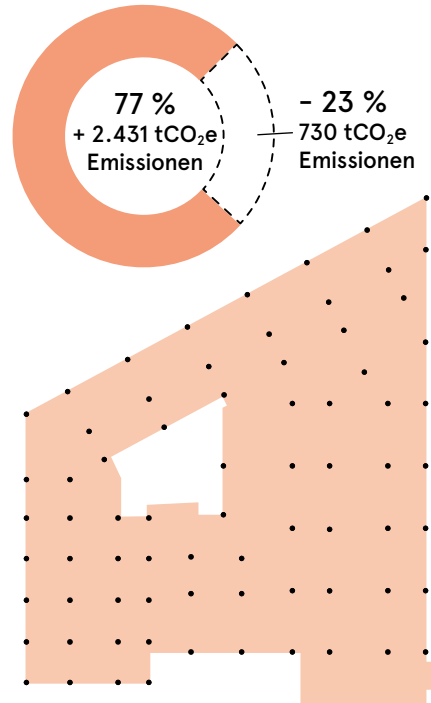


Abb. 4.25
Variante ohne UG, mit
Pfahlgründung,
M 1:1000

Entfall Tiefgarage

Würde die gesamte Tiefgarage von Vis-à-Vis entfallen und in diesem Bereich stattdessen Tiefengründungen ausgeführt werden, könnte das die Emissionen um 310 tCO₂e oder rund 10% reduzieren.

Aktuell ist der vollständige Entfall von PKW-Stellplätzen kein realistisches Szenario. Auch über eine reduzierte Anzahl oder eine dislozierte Unterbringung in **oberirdischen Sammelgaragen**, die leichter aus **nachwachsenden Rohstoffen** errichtet werden können, lassen sich aber umfangreiche Einsparungen erzielen.

Bruttofläche Tiefgarage: 830 m²
GWP Errichtung: 373 kg CO₂e/m²

Einsparungspotenzial

Gesamt: 310 tCO₂e
pro Kfz-Stellplatz: 9,12 tCO₂e

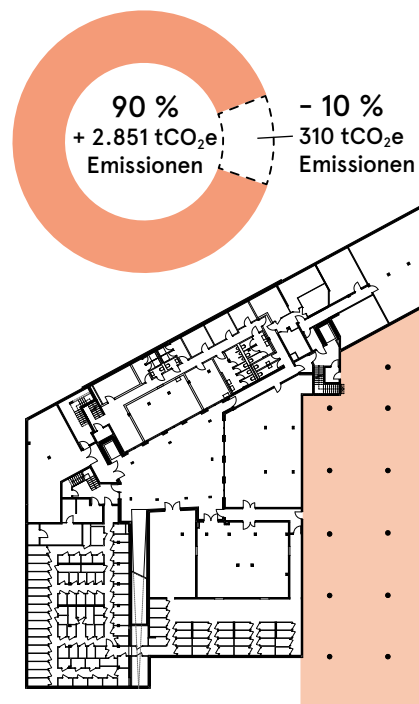


Abb. 4.26
Variante ohne Tief-
garage, mit
Pfahlgründung,
M 1:1000

Entfall Lagerräume

Die Einsparung von Lagerräumen im Untergeschoß reduziert die Menge an verbautem Stahlbeton und bringt eine Einsparung von 4% der Gesamtemissionen. Auch gegen dieser Überlegung gibt es **funktionale Einwände**. Je nach Gebäudekonfiguration kann es aber möglich sein, Lagerräume oberirdisch in **nicht oder schlecht belichteten Flächen** unterzubringen.

Bruttofläche Lagerräume: 490 m²
 GWP Errichtung: 256 kg CO₂e/m²

Einsparungspotenzial

Gesamt: 125 tCO₂e
 pro Abstellraum: 1,23 tCO₂e

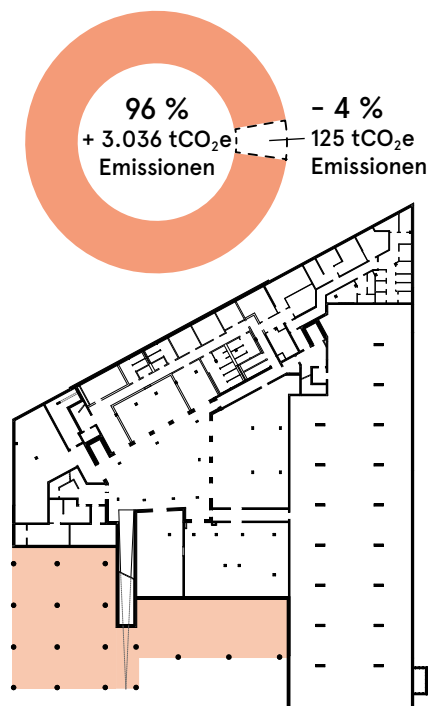


Abb. 4.27
 Variante ohne Lager-
 räume, mit
 Pfahlgründung,
 M 1:1000

Entfall Fahrradräume

In Wien ist pro 30 m² Wohn- oder Heimnutzfläche ein Fahrrad-Stellplatz zu errichten. Für Vis-à-Vis ergibt das in Summe rund 300 Stellplätze, von denen 250 im Untergeschoß untergebracht sind. Werden sie in die Erdgeschoßzone verlegt oder entfallen sie, verringert das die Gesamtemissionen um 52 tCO₂e. Im **Vergleich zu den PKW-Stellplätzen** ist diese **Einsparung mit nur rund 2% der Gesamtsumme klein**.

Fläche Fahrradräume: 205 m²
 GWP Errichtung: 256 kg CO₂e/m²

Einsparungspotenzial

Gesamt: 52 tCO₂e
 pro Fahrradabstellplatz: 0,21 tCO₂e

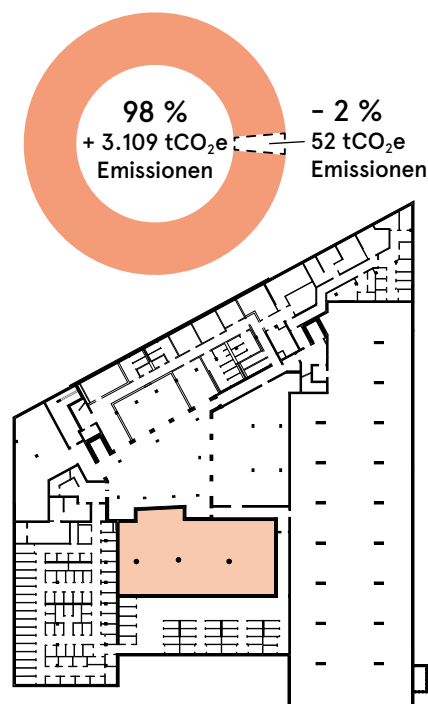


Abb. 4.28
 Variante ohne Fahrrad-
 räume, mit
 Pfahlgründung,
 M 1:1000

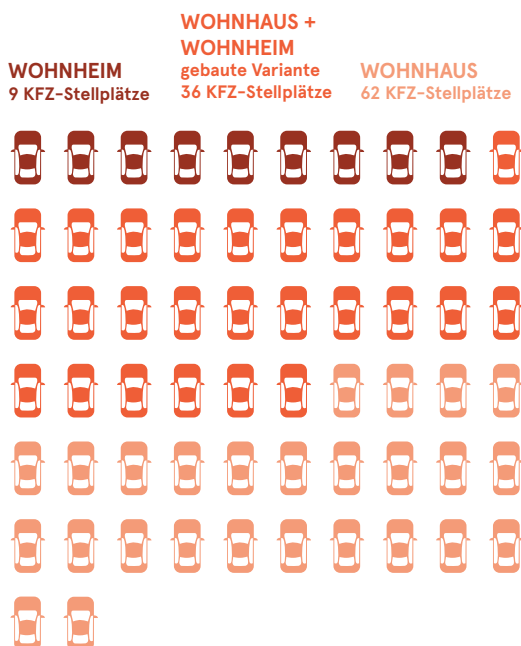
Stellplatzschlüssel

Stellplatzregulative schreiben je nach Funktion und Nutzfläche eines Gebäudes eine bestimmte Anzahl an Stellplätzen vor. Derzeit muss in Wien pro 100 m² Wohnnutzfläche ein PKW-Stellplatz geschaffen werden. Der Flächenwidmungs- und Bebauungsplan lässt bei Vis-à-Vis eine Reduktion der Stellplätze auf 70% zu. Da die Wohnungen der Baugruppe Vis-à-Wien rechtlich gesehen Heimeinheiten sind, gelten hier andere Vorgaben: Lt. Wiener Garagen-gesetz ist hier ein Stellplatz pro zehn Einheiten ausreichend, bei Vis-à-Vis darf wiederum auf 70% reduziert werden.

32 Stellplätzen, die für 68 Wohnungen errichtet werden müssen, stehen zwei Stellplätze für 45 Heimeinheiten gegenüber, obwohl sich die **Nutzung in diesen beiden Flächenkategorien im Fall von Vis-à-Vis kaum unterscheidet**. Für Gewerbeflächen sind zwei weitere Stellplätze zu errichten.

Ein sinnvoller Umgang mit Stellplatzverpflichtungen könnte darin bestehen, den **Bedarf projektbezogen zu evaluieren** und nicht ausschließlich von der Nutzungskategorie auszugehen. In Hamburg wurde so 2013 die generelle PKW-Stellplatzverpflichtung ausgesetzt.

Im Folgenden wird untersucht, was es für Vis-à-Vis ökologisch und ökonomisch bedeuten würde, den Stellplatzschlüssel für Wohnungen oder Heime jeweils auf das gesamte Gebäude zu übertragen.



Szenario 1: Widmung Wohnen und Heim (Ist-Situation)

68 Wohnungen:	4.650 m ²
45 Heimeinheiten:	4.120 m ²
Gewerbe-Aufenthaltsräume:	485 m ²

Stellplatzberechnung:
 m² Wohnungen / 100 x 0,7 = 32 Stellplätze
 Σ Anzahl Heimeinh. / 10 x 0,7 = 2 Stellplätze
 m² Gewerbe-A. / 100 x 0,5 = 2 Stellplätze
Anforderung: 36 Stellplätze (davon wurden 34 Stellplätze in der Garage realisiert)

Platzbedarf: 850 m² (25 m²/Stellplatz)
 Kosten: 720.000 € (20.000 €/Stellplatz)
 CO₂e-Emissionen durch Garage: 310 tCO₂e

Szenario 2: Widmung Wohnen

113 Wohnungen:	8.770 m ²
Gewerbe-Aufenthaltsräume:	485 m ²

Stellplatzberechnung:
 m² Wohnungen / 100 x 0,7 = 60 Stellplätze
 m² Gewerbe-A. / 100 x 0,5 = 2 Stellplätze
Anforderung: 62 Stellplätze

Platzbedarf: 1.550 m² (25 m²/Stellplatz)
 Kosten: 1.240.000 € (20.000 €/Stellplatz)
 CO₂e-Emissionen durch Garage: 565 tCO₂e

Szenario 3: Widmung Heim

113 Heimeinheiten:	8770 m ²
Gewerbe-Aufenthaltsräume:	485 m ²

Stellplatzberechnung:
 Σ Anzahl Heimeinh. / 10 x 0,7 = 7 Stellplätze
 m² Gewerbe-A. / 100 x 0,5 = 2 Stellplätze
Anforderung: 9 Stellplätze

Platzbedarf: 225 m² (25 m²/Stellplatz)
 Kosten: 180.000 € (20.000 €/Stellplatz)
 CO₂e-Emissionen durch Garage: 80 tCO₂e

Abb. 4.29
 Stellplatzschlüssel-
 Varianten von Vis-à-Vis

Gebäudehöhe

In Wien werden im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan die Rahmenbedingungen für die Bebauung eines Grundstücks festgelegt. Bauklassen geben die maximal (und minimal) zulässige Gebäudehöhe an. Aufgrund tendenziell **größerer Geschoßdeckenstärken** kann das zu einem Nachteil von Holzbauten gegenüber konventionellen Stahlbetonbauten führen. Stahlbetondecken kommen üblicherweise mit einer Aufbauhöhe von 37-38 cm inkl. Fußbodenaufbau

aus, Brettsper Holzdecken benötigen rund 43 cm und Holzbalkendecken mehr als 50 cm. Dies führt bei gleicher maximaler Gebäudehöhe zu einer **geringeren lichten Raumhöhe** und im Extremfall zu einer **geringeren Geschoßanzahl**, was wirtschaftlich kaum tragbar ist. Bebauungsbestimmungen, die diesem Unterschied Rechnung tragen und bei Verwendung nachwachsender Rohstoffe geringfügig höhere Gebäude zulassen, könnten diesen Nachteil auflösen.

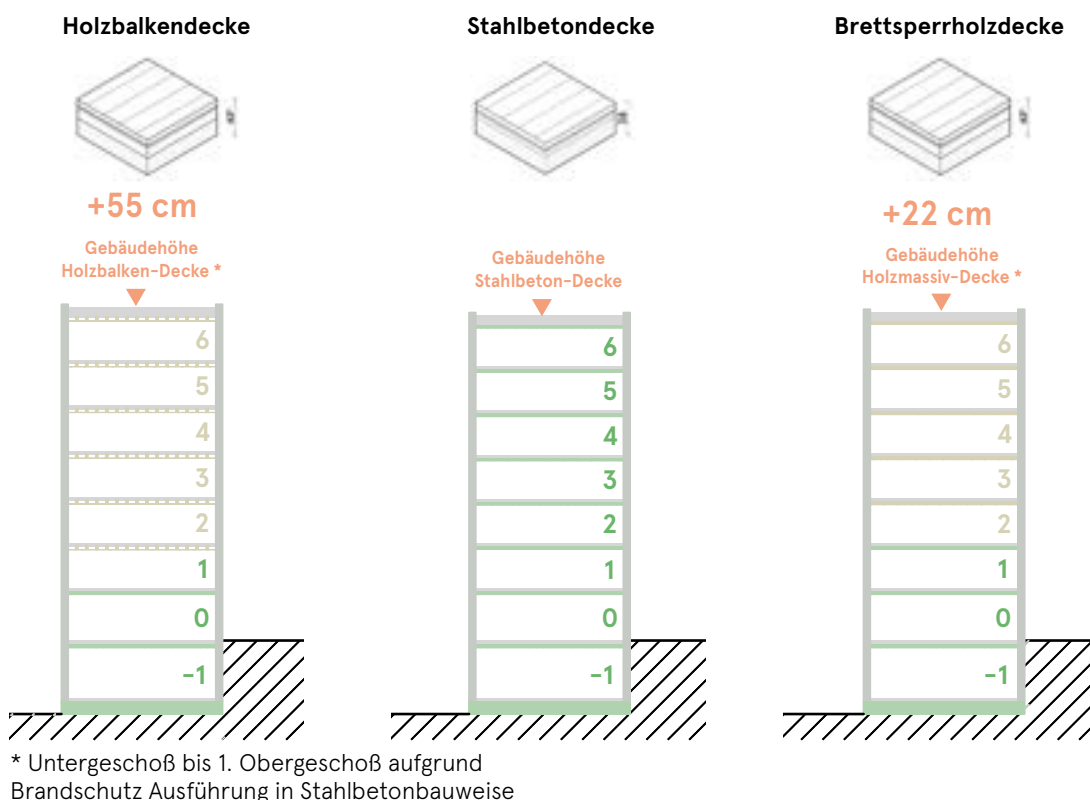


Abb. 4.30
 Decken in einer Holzkonstruktion erfordern oft mehr Gebäudehöhen.
 Schnitt, M 1:1000

Flächenbedarf

Außenwandaufbauten aus nachwachsenden Rohstoffen sind in der Regel etwas stärker als ihre konventionellen Äquivalente. Der Flächenverlust beträgt zwar selbst bei Materialvariante 4 (Best-Case) im Vergleich zur Stahlbeton-Variante 3 nur rund 2,5% – der CO₂-„Verlust“ beträgt im Gegensatz dazu gut 150%. Wirtschaftlich können solche **Nutzflächenverluste** aber ein **ausschlaggebendes Kriterium** für oder gegen nachwach-

sende Rohstoffe sein. Der Nachteil könnte relativ einfach behoben werden: Die Ausnutzbarkeit eines Grundstücks wird oft über maximal erzielbare Bruttogeschoßflächen definiert. Durch eine Definition über **Nettoflächen** – also exklusive Konstruktionsflächen – wäre der Unterschied zwischen nachwachsenden und konventionellen Aufbauten hinsichtlich der erzielbaren Nutzfläche ohne Bedeutung.

Abb. 4.31 (S. 85 oben)
 Montage des letzten Brettsper Holzelements im Oktober 2024

Abb. 4.32 (S. 85 unten)
 Nordfassade Vis-à-Vis im März 2025



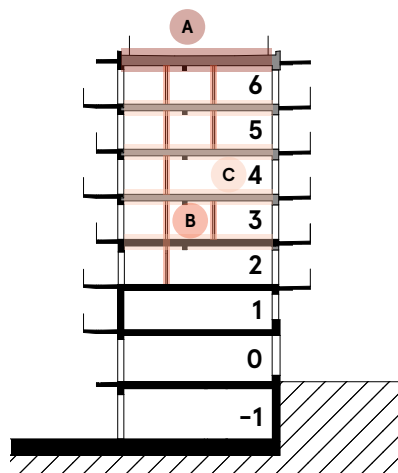
Bauteile

Materialien mit geringer Umweltwirkung und hohem CO₂-Speicherpotenzial wurden bereits in der Best-Case-Variante (Materialvariante 4) untersucht. Diese setzte sich teilweise über rechtliche, brandschutz- und schallschutztechnische Anforderungen hinweg. Statisch und hinsichtlich der u-Werte könnte die Variante durchaus umgesetzt werden.

Folgende Berechnungen zeigen das Einsparungspotenzial vom **Einsatz nachwachsender Rohstoffe in drei Bauteilen** von Vis-à-Vis:

- Hinterlüfteter Dachaufbau mit Strohdämmung
- Leichtbauwände mit Holzstafelkonstruktion, Strohdämmung und Lehmplatten
- Lehmestrich statt Zementestrich im Fußbodenaufbau von Geschoßdecken

Abb. 4.33 (rechts)
 Schnitt Vis-à-Vis,
 Bauteil Nord, M 1:500



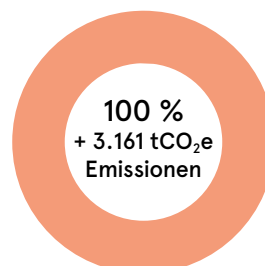
Bauteile mit Reduktionspotential

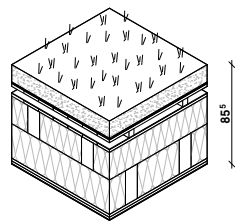
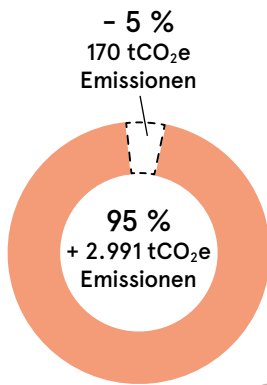
- A** Flachdach hinterlüftet
- B** Innenwand
- C** Geschoßdecke

Die Berechnungen beziehen sich auf die die CO₂e-Emissionen der Herstellungsphase (A1-A3) des errichteten Gebäudes Vis-à-Vis (Materialvariante 5, siehe Baustoffbilanz Seite 59).

CO₂e-Bilanz gebaute Variante in der Lebenszyklusphase A1-A3 (inkl. Haustechnik) :

+4.836 tCO₂e Emissionen
 -1.676 tCO₂e Speicher
+ 3.161 tCO₂e Emissionen gesamt



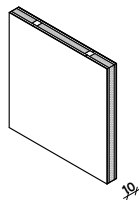
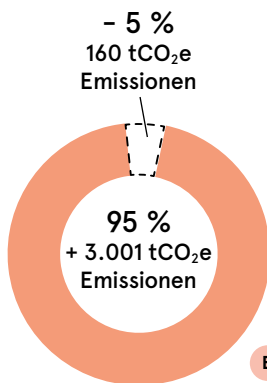


A Flachdach hinterlüftet
Holz balken

Hinterlüfteter Dachaufbau mit Strohdämmung

Die CO₂-Emissionen des ausgeführten Warmdachaufbaus können durch den Einsatz eines hinterlüfteten Dachaufbaus verringert werden. Der untersuchte Dachaufbau ist eine mit Stroh gedämmte und mit Lehmplatten beplankte Holzbalkenkonstruktion. Durch den Einsatz eines nachwachsenden Dämmstoffs erreicht der hinterlüftete Aufbau einen CO₂-e-Speicher von -162 kgCO₂e/m², obwohl im Vergleich zum gebauten Flachdach (-50 kgCO₂e/m²) weniger Holz eingesetzt wird. Aus bau-physikalischer Sicht erhöht sich durch die Hinterlüftung die Lebensdauer des Dachaufbaus. Herausforderungen sind der höhere Dachaufbau und die Schaffung von Hinterlüftungsöffnungen am Dachanschluss.

Dachfläche Gesamt: 1.500 m²
GWP-Differenz: - 112 kgCO₂e/m²
Einsparungspotenzial: 170 tCO₂e

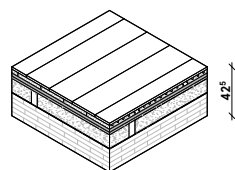
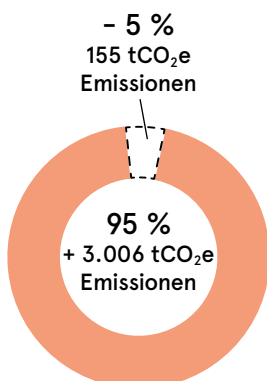


B Innenwand
Lehm + Holzstaffel

Leichtbauwände mit Holzstaffelkonstruktion, Strohdämmung und Lehmplatten

Die Ausführung der nichttragenden Innenwände mit Holz- statt Metallständerkonstruktion, Stroh-Einblasdämmung statt Mineralwolle und Lehm- statt Gipskartonplatten ist ein weiterer Hebel zur Senkung der CO₂-Emissionen. Ein Speicher von -13 kgCO₂e/m² steht Emissionen von +10 kgCO₂e/m² in der konventionellen Variante gegenüber. Durch die höhere Masse verbessert sich zusätzlich der Schallschutz. Herausfordernd sind – neben den Kosten – noch nicht etablierte Arbeitsabläufe auf der Baustelle.

Fläche Leichtbau-Innenwände: 6.900 m²
GWP-Differenz: - 23 kgCO₂e/m²
Einsparungspotenzial: 160 tCO₂e



C Geschoßdecke
**Lehmestrich/
Trockenestrich**

Lehmestrich/Trockenestrich

Der Ersatz von Zement- durch Lehmestrich im Fußbodenaufbau hat ein Reduktionspotential von 14 kgCO₂/m². Mit einem Trockenestrich aus Gipskarton entsteht eine ähnliche Einsparung. Bei rund 11.000 m² Estrichfläche im Gebäude ist dadurch eine Reduktion des GWPs um 5% möglich.

Fläche Estrich: 11.000 m²
GWP-Differenz: - 14 kgCO₂e/m²
Einsparungspotenzial: 155 tCO₂e

5

LEBENSZYKLUSPHASE B: NUTZUNG

In der Lebenszyklusphase B wird die Gebäudenutzung untersucht. Sie umfasst Emissionen, die sich direkt aus der Nutzung z.B. in die Raumluft ergeben (B1) und die aus Maßnahmen zur Instandhaltung, Reparaturen, dem Austausch von Baustoffen oder aus Umbau bzw. Modernisierung resultieren (B2-B5). Außerdem können sowohl Energie- als auch Wasserverbrauch im Betrieb (B6, B7) bilanziert werden.

Module der Lebenszyklusphase B

B1 – Nutzung: Erfasst werden Emissionen, die unter vorhersehbaren Bedingungen durch die Nutzung eines Gebäudes bzw. der verbauten Bauprodukte unter anderem an Außenluft, Boden oder Grundwasser abgegeben werden. Das sind z.B. Stoffe, die während der Nutzung aus der Fassade freigesetzt werden.

B2 – Instandhaltung: Modul B2 beinhaltet Prozesse, die zur Aufrechterhaltung der funktionalen, technischen und ästhetischen Qualität eines Gebäudes dienen. Das sind z.B. ausbessernde Malerarbeiten oder die Wartung von haustechnischen Anlagen.

B3 – Reparatur: Hier werden Emissionen erfasst, die bei der Instandsetzung des Gebäudes und seiner Bestandteile anfallen, z.B. der Austausch einer gebrochenen Fensterscheibe einschließlich Produktion, Transport, Einbau und Abfallbeseitigung.

B4 – Ersatz: Modul B4 umfasst den Austausch von Gebäudebestandteilen am Ende ihrer prognostizierten Nutzungsdauer. Wie bei der Reparatur sind alle Emissionen durch Produktion, Betrieb, Einbau und Abfallbeseitigung einzurechnen.

B5 – Umbau und Erneuerung: Hier werden Emissionen bilanziert, die mit einem umfangreichen Eingriff in die Gebäudesubstanz, die Raumaufteilung oder in haustechnische Systeme einhergehen und die z.B. aus einer Nutzungsänderung resultieren.

B6 – Betrieblicher Energieeinsatz: Zu berücksichtigen ist der Energieeinsatz für Anlagen wie Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und brandschutztechnische Überwachung, die für den Betrieb des Gebäudes notwendig sind. Auch Tätigkeiten der Nutzer*innen – der Haushaltsstrom – sind zu berechnen. Produktion und Einbau werden in Phase A bilanziert. Der Energieeinsatz wird entweder gemessen oder berechnet und getrennt nach Energieträgern ausgewertet.

B7 – Betrieblicher Wassereinsatz:

In B7 werden Trinkwasserversorgung, Wasser für den Betrieb haustechnischer Anlagen, Bewässerungssysteme oder auch Wasser für den Betrieb von Geschirrspülern und Waschmaschinen sowie eventuell erforderliche Wasseraufbereitung bilanziert.

Lebenszyklusphase B bei Klimademo Vis-à-Vis

In Anlehnung an gängige Bewertungssysteme werden für Klimademo Vis-à-Vis die Emissionen der **Module B4 und B6** berechnet. Erfahrungsgemäß sind diese Teilbereiche **hinsichtlich des Treibhauspotenzials dominant und es liegen belastbare Daten vor**. Andere Module haben vergleichsweise geringe Auswirkungen auf die Gesamtbilanz (z.B. B1-B3) oder sind aus heutiger Sicht nicht relevant: Für Vis-à-Vis ist keine umfassende Nutzungsänderung zu erwarten, auch tiefgreifende Umbaumaßnahmen sind derzeit nicht absehbar. Modul B5 konnte unter diesen Umständen nicht fundiert bilanziert werden.

Der Ersatz von Bauteilen wird auf Basis einer **Nutzungsdauer des Gebäudes von 50 Jahren** berechnet. Austauschzyklen werden aus dem IBO-Nutzungsdauerkatalog übernommen. Da die Ökobilanz für Vis-à-Vis zu Beginn der Nutzung erstellt wird, sind **sowohl die Nutzungsdauer des Gebäudes als auch der Bauteile Annahmen**.

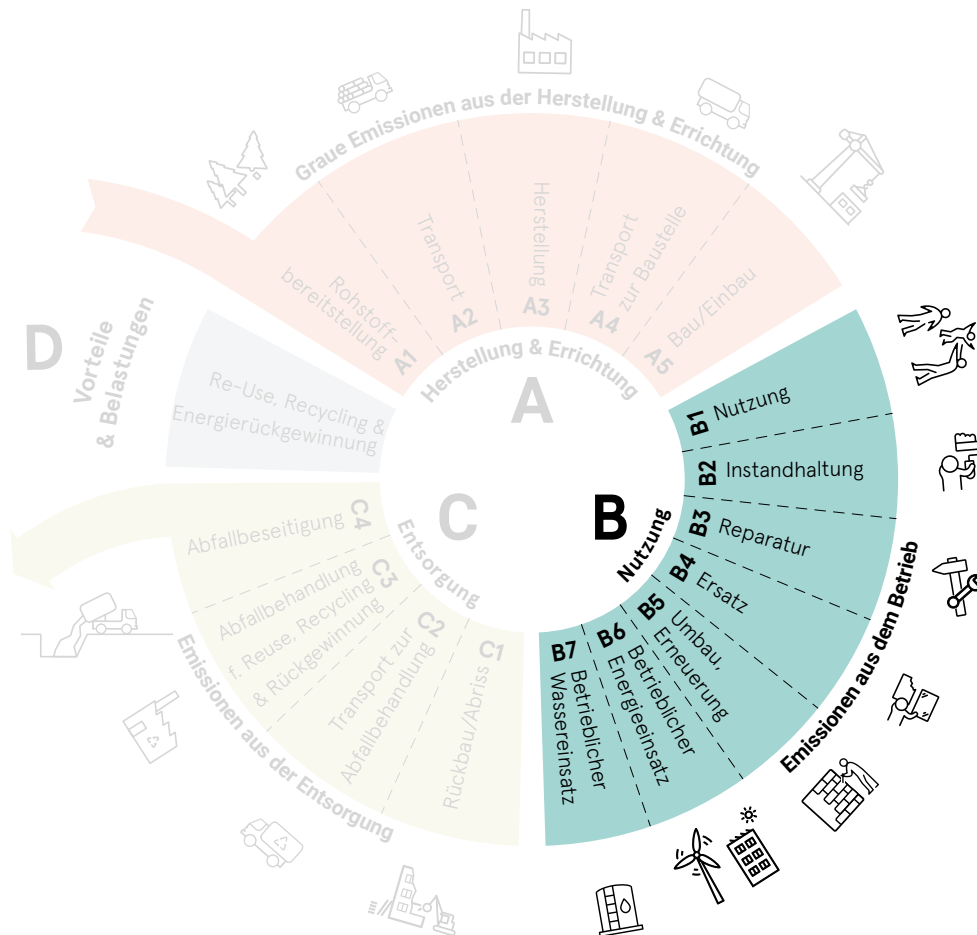


Abb. 5.1
Module der Lebens-
zyklusphase B nach
EN 15978

In der Realität könnte das Gebäude länger genutzt werden. Ein sorgsamer Umgang mit Gebäudekomponenten wie Fenstern kann auch Austauschzyklen deutlich verlängern, auch der gleichzeitige Ersatz aller verbauten Bodenbeläge ist kein sehr realistisches Szenario.

Für die **Vergleichbarkeit der Ökobilanzen unterschiedlicher Gebäude** sind solche **Annahmen aber wichtige Voraussetzungen**, da sie auf nachvollziehbaren, standardisierten Kriterien beruhen.

Im Modul B6 werden die prognostizierten Aufwände für Warmwasserbereitung und Heizung sowie der Haushalts- und Betriebsstrombedarf bilanziert. Dieser Umfang ist in Österreich üblich, während in den meisten EU-Staaten der Haushaltsstrom nicht berechnet wird.

Die tatsächlichen Emissionen hängen – neben dem tatsächlichen Verbrauch – **von der allgemeinen Entwicklung und Ökologisierung der Energieträger ab**. Aus heutiger Sicht sind eigentlich **keine exakten Angaben möglich**. Die Emissionen aus Modul B6 werden für Vis-à-Vis daher mit einer gewissen Bandbreite angegeben.

Methode und Datengrundlage

Verwendete Daten

- Modul B4: IBO-Richtwerte 2020, Basis: ecoinvent
- Modul B6: Gebäude-Energieausweis, OIB-Richtlinie 6 (2023)

Betrachtete Umweltwirkungen

- Treibhauspotenzial (GWP fossil, GWP biogen, GWP total)

Funktionales Äquivalent

- B4- und B6-Bilanz: gesamtes Gebäude
- Emissionen pro Kopf: Abschätzung der Nutzer*innen auf Basis der durchschnittlichen Wohnnutzfläche pro Person lt. Statistik Austria und Erfahrungswerten aus gemeinschaftlichen Wohnprojekten

Betrachtungszeitraum

- 50 Jahre Nutzungsdauer (in Anlehnung an EU-Taxonomieverordnung)
- Ersatzraten: IBO-Nutzungsdauer-Katalog 2018

Räumliche Bilanzierungsgrenze

- Wie in Phase A

5.1

Modul B4: Ersatz

Die Nutzungsdauer von Gebäuden, Bauteilen und Baustoffen ist ein entscheidender Faktor für die ökologische Qualität von Gebäuden. Komponenten, die doppelt so lange halten wie Alternativprodukte, könnten mit höherem Aufwand hergestellt werden und dennoch in der Gesamtbetrachtung ökologisch besser abschneiden. Die **Nutzungsdauer ist der Zeitraum**, in dem ein verbauter Bauteil oder Baustoff die **an ihn gestellten technischen und funktionalen Anforderungen erfüllt**. Verliert er diese Funktionalität und kann nicht repariert werden, ist ein Austausch erforderlich. Die erforderlichen **Austauschzyklen sind abhängig von den konkreten Einbaubedingungen** und können für ein und denselben Baustoff variieren.

Die ÖNORM EN 15978 unterscheidet daher zwischen einer **erwartbaren Nutzungsdauer**, die sich auf die konkreten Nutzungs-

bedingungen eines im Gebäude eingebauten Baustoffs bezieht, und einer **Referenz-nutzungsdauer**, die Referenz-Einbaubedingungen berücksichtigt. Die Normenreihe ISO 15686 versucht, diese Einflussfaktoren zu quantifizieren. Eine Abschätzung des Alterungsverhaltens, der Witterungseinflüsse, der mechanischen Belastungen etc. ist für Bauprodukte jedoch sehr komplex. Konkrete Nutzungsbedingungen in Gebäuden werden daher in Gebäudeökobilanzen vorerst **über vereinfachte Nutzungsdauerkataloge abgebildet** (z.B. IBO-Nutzungsdauer-Katalog, Nutzungsdauer von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB 2017 etc.).

Für das Ergebnis der Berechnungen in Phase B sind der angesetzte Betrachtungszeitraum einer Ökobilanz sowie die Nutzungsdauer der darin enthaltenen Baustoffe wesentlich.

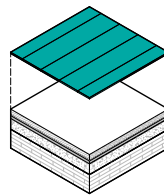
Nutzungsdauer

- 25 Jahre
- 35 Jahre
- mind. 50 Jahre

Var. 5

Geschoßdecke Brettspertholz

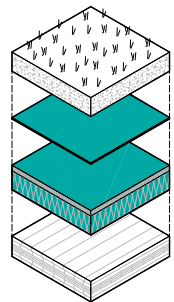
1,50	Parkett	25 J.
7,00	Heizestrich	50 J.
0,02	Trennlage (PE-Folie)	50 J.
3,00	MW-Trittschald.	50 J.
12,00	Splittschüttung	50 J.
20,00	Brettspertholz	100 J.



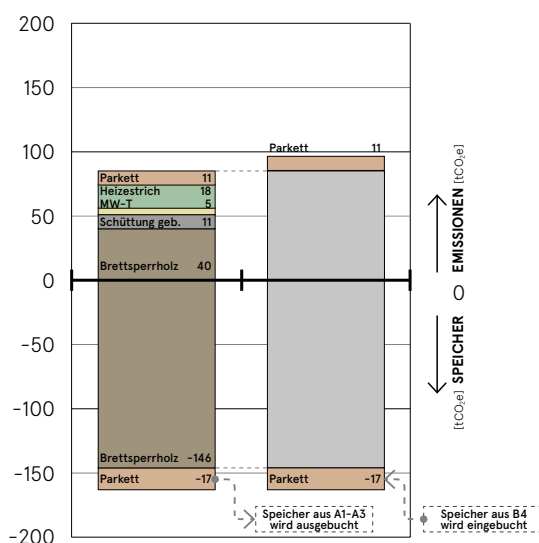
Var. 5

Flachdach begrünt Brettspertholz

15,00	Pflanzensubstrat	50 J.
0,01	Filtervlies	25 J.
0,10	Schutzvlies	25 J.
1,00	Polymerbitumen-Abdichtung	25 J.
6,00	Mineralwollgedämmung	25 J.
16,00	Mineralwolle-Gefälledämmung	25 J.
0,40	Aluminium-Dampfsperre	25 J.
22,00	Brettspertholz	100 J.



CO₂-Äquivalente von Bauteilen nach A1-A3 und nach B4 in Kilogramm pro 1 m² Fläche



Geschoßdecke Brettspertholz

A1-A3

+86 kgCO₂e/m²

-163 kgCO₂e/m²

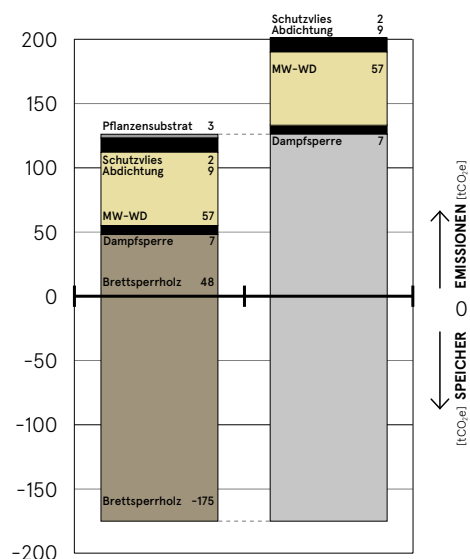
-77 kgCO₂e/m²

B4

+11 kgCO₂e/m² Emissionen

0 kgCO₂e/m² Speicher

+11 kgCO₂e/m² EMISSIONEN



Flachdach begrünt Brettspertholz

A1-A3

+126 kgCO₂e/m²

-176 kgCO₂e/m²

-50 kgCO₂e/m²

B4

+75 kgCO₂e/m² Emissionen

0 kgCO₂e/m² Speicher

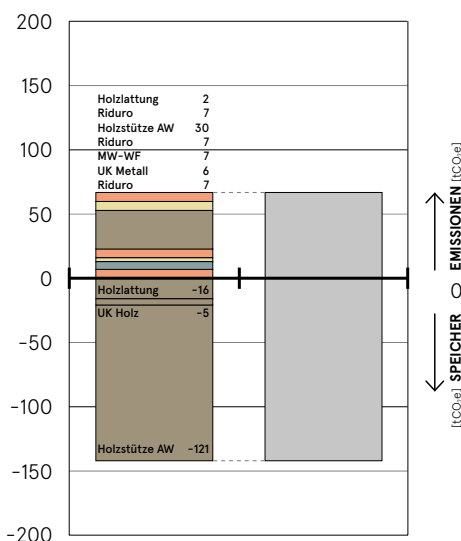
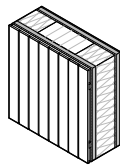
+75 kgCO₂e/m² EMISSIONEN

In Anlehnung an die Vorgaben der EU-Taxonomie-Verordnung wurde für Klimademo Vis-à-Vis ein **Betrachtungszeitraum von 50 Jahren** angenommen. Die angenommene Nutzungsdauer der einzelnen Baustoffe entspricht dem **IBO-Nutzungsdauer-Katalog**.

Aus der Nutzungsdauer ergeben sich die Austauschraten. Für die **tragenden Bauteile von Vis-à-Vis ist kein Ersatz zu bilanzieren**, da davon ausgegangen wird, dass sie ihre Funktion über 50 Jahre erfüllen. Bei Bodenbelägen wird hingegen von einer 25-jährigen Nutzungsdauer ausgegangen. Im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren ist daher ein Ersatz zu berücksichtigen. Ebenfalls auszutauschen sind u.a. Photovoltaik-Anlagen (nach 20 Jahren), Innen- und Außentüren sowie Flachdachabdichtungen (nach 25 Jahren) und Holz-Alu-Fenster sowie Alu-Portale (nach 35 Jahren).

Var. 5 Außenwand Holzriegelwand + Holzstütze

1,90	Holzlattung	50 J.
5,50	Hinterlüftung (94%) bzw. Nutzholz (6%)	50 J.
0,02	Fassadenbahn	50 J.
1,50	Rigips Riduro	50 J.
4,00	Steinwolle (90%) bzw. Nutzholz (10%)	50 J.
24,00	Steinwolle (36%) bzw. BS-Holz (64%)	50 J.
0,02	Dampfbremse (PE)	50 J.
1,50	Rigips Riduro	50 J.
5,00	Steinwolle (99%) bzw. Stahlblech (1%)	50 J.
1,50	Rigips Riduro	50 J.



Außenwand Holzriegelwand + Holzstütze

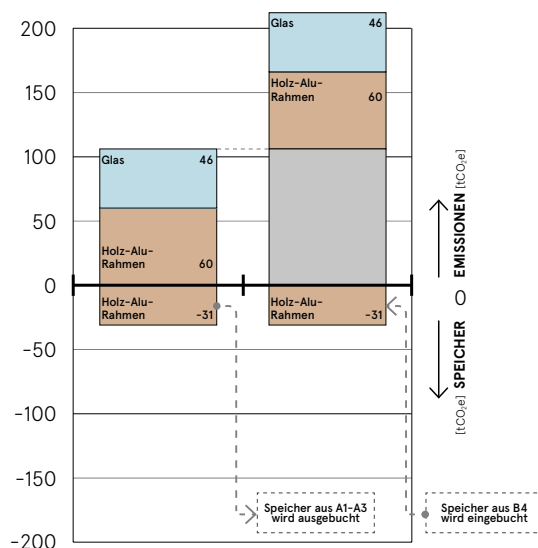
A1-A3	B4
+69 kgCO ₂ e/m ²	+0 kgCO ₂ e/m ²
-142 kgCO ₂ e/m ²	-0 kgCO ₂ e/m ²
-73 kgCO ₂ e/m ²	0 kgCO ₂ e/m ²
Emissionen	Emissionen
Speicher	Speicher
EMISSIONEN	EMISSIONEN

Das vereinfachte Gebäudebilanzierungsmodell mit **statischen Konversionsfaktoren** für Energieträger geht davon aus, dass auszutauschende Produkte **jedes Mal mit dem gleichen ökologischen Aufwand hergestellt werden**. Auch Rückbau und Entsorgung bzw. Verwertung des ausgebauten Bodens sind zu bilanzieren. Unter der Annahme, dass die Dekarbonisierung des Energiesektors weiter voranschreitet, werden **in Zukunft auch weniger herstellungsbedingte Emissionen anfallen**. Da für dieses Szenario jedoch **noch keine belastbaren Daten** vorliegen, wird im Fall von Vis-à-Vis von den heutigen Umweltwirkungen ausgegangen.

In der grafischen Darstellung einer Lebenszyklus-Ökobilanz (siehe Seite 98) bildet sich der Ersatz als Sprung ab, der im Gegensatz zu den kontinuierlichen Emissionen des betrieblichen Energieeinsatzes steht.

Var. 5 Holz-Alu-Fenster

Dreifach-Wärmeschutzglas	35 J.
Holz-Alu-Rahmen Fichte	35 J.



Holz-Alu-Fenster

A1-A3	B4
+106 kgCO ₂ e/m ²	+106 kgCO ₂ e/m ²
-31 kgCO ₂ e/m ²	0 kgCO ₂ e/m ²
+75 kgCO ₂ e/m ²	+106 kgCO ₂ e/m ²
Emissionen	Emissionen
Speicher	Speicher
EMISSIONEN	EMISSIONEN

5.2

Modul B6: Betrieblicher Energieeinsatz

Die Energieversorgung von Vis-à-Vis basiert auf einem **übergreifenden Anergienetz für das gesamte Quartier Village im Dritten**.

500 Erdsonden, davon 36 auf dem Baufeld von Vis-à-Vis, dienen als Wärmequelle. Die Temperatur der Erdwärme wird mit Wärmepumpen auf jedem Baufeld erhöht und zur Beheizung der Gebäude verwendet. Die Abwärme wird über das Anergienetz verteilt und in den Sonden gespeichert. PV-Anlagen auf den Dächern der einzelnen Gebäude dienen der Versorgung der Wärmepumpen. Zur Heizungsunterstützung bei Bedarf und zur Warmwasserbereitung sind die Gebäude zusätzlich an das Fernwärmenetz angeschlossen.

Heizung/Kühlung

Die niedrigen Systemtemperaturen aus Erdsonden und Wärmepumpen bedingen eine Flächenheizung. Im Rahmen von Klimademo Vis-à-Vis wurden fußboden-, decken- und wandgeführte Systeme ökologisch und ökonomisch verglichen und schließlich eine **Fußbodenheizung** umgesetzt. Im Sommer kann das **Change-Over-System zur Temperierung** verwendet werden („Free Cooling“).

Warmwasser

Die Warmwasserbereitung erfolgt direkt über das Fernwärmenetz.

Lüftung

Mechanische Lüftungen wurden nur in den Nassräumen ausgeführt. Die Ventilatoren werden durch Nachströmöffnungen an den Fenstern ergänzt. Im F&E-Projekt wurden auch umfassendere mechanische Systeme wie Pendellüfter und eine dezentrale kontrollierte Wohnraumlüftung untersucht. Diese sind in der Errichtung teurer und verursachen zu Beginn höhere Emissionen. Über den Lebenszyklus können diese Nachteile durch einen geringeren Heizwärmebedarf teilweise ausgeglichen werden.

Photovoltaik-Anlage

Auf einem Teil der Flachdächer wurde eine PV-Anlage mit einer Leistung von 48,4 kWp errichtet. Zum Vergleich wurden zusätzlich Varianten mit einer vollständigen Belegung der Flachdächer (144 kWp) und mit einer zusätzlichen Belegung geeigneter Fassadenflächen (176 kWp) untersucht. Die PV-Anlage dient einerseits dem Betrieb der Wärme-

pumpe, andererseits kann überschüssiger Strom von den Vis-à-Vis-Nutzer*innen vergünstigt bezogen werden.

Bilanzierung & Herausforderungen

Das bauplatzübergreifende Anergienetz und die Versorgung über Erdsonden und PV-Anlagen ist ökologisch sinnvoll. Für die Bilanzierung ist das System allerdings herausfordernd: Von der Betreiberin Wien Energie konnten nur wenige Informationen über die eingesetzte Wärmepumpe gewonnen werden; die erwarteten Anteile von Geothermie und Fernwärme am Gesamtbedarf sind unklar. Für die Bilanzierung des Moduls B6 wurde daher folgende Annahmen getroffen:

- Warmwasserbereitung durch Fernwärme Wien
- Raumwärmeversorgung über das Anergienetz, Hilfsenergie teilweise aus Strom-Liefermix, teilweise aus PV-Strom
- Haushalts- und Betriebsstrom teilweise aus Strom-Liefermix, teilweise aus PV-Strom.

Die **Berechnung der Emissionen** aus dem betrieblichen Energieeinsatz erfolgt über den **prognostizierten Bedarf sowie Konversionsfaktoren (f_{CO_2e}) für jeden Energieträger**. Wie in Kapitel 3 erwähnt, sind diese Faktoren in Österreich in der OIB-Richtlinie 6 festgelegt. Für Strom aus österreichischem Liefermix ist lt. aktueller Richtlinie $f_{CO_2e} = 156 \text{ g/kWh}$ anzusetzen. Photovoltaik-Anlagen verursachen im Betrieb keine Emissionen. **Je mehr Strombedarf durch PV gedeckt** werden kann, desto geringer ist der Anteil an Strom aus dem üblichen Mix und **desto geringer sind die Emissionen**.

Fernwärme aus hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

ist derzeit mit dem Konversionsfaktor $f_{CO_2e} = 67 \text{ g/kWh}$ zu bilanzieren. Für die Fernwärme Wien gibt es einen eigenen, deutlich kleineren Konversionsfaktor ($f_{CO_2e} = 22 \text{ g/kWh}$).

Im Rahmen von Klimademo Vis-à-Vis wird allerdings der höhere **Default-Konversionsfaktor** für Fernwärme aus hocheffizienter KWK zur Berechnung der betriebsbedingten Emissionen heran-gezogen.

Das Modul B6 kann mit diesen Zahlen – sogenannten **statischen Konversionsfaktoren** – über eine Nutzungsdauer von 50 Jahren bilanziert werden. Dabei wird aber die **fortschreitende Dekarbonisierung vieler Energieträger nicht berücksichtigt**.

Es ist davon auszugehen, dass in Zukunft ein immer größerer Teil der Energie aus Quellen stammen wird, die keine oder kaum Emissionen verursachen. Entsprechend müssten auch die **Konversionsfaktoren im Laufe der Zeit immer kleiner werden**. Das verdeutlicht beispielsweise die Entwicklung der Faktoren für Strom der letzten Jahren:

- OIB-Richtlinie 6 (2019) - Elektrische Energie (Liefermix): $f_{\text{CO}_2\text{e}} = 227 \text{ g/kWh}$
- OIB-Richtlinie 6 (2023) - Elektrische Energie (Liefermix): $f_{\text{CO}_2\text{e}} = 156 \text{ g/kWh}$

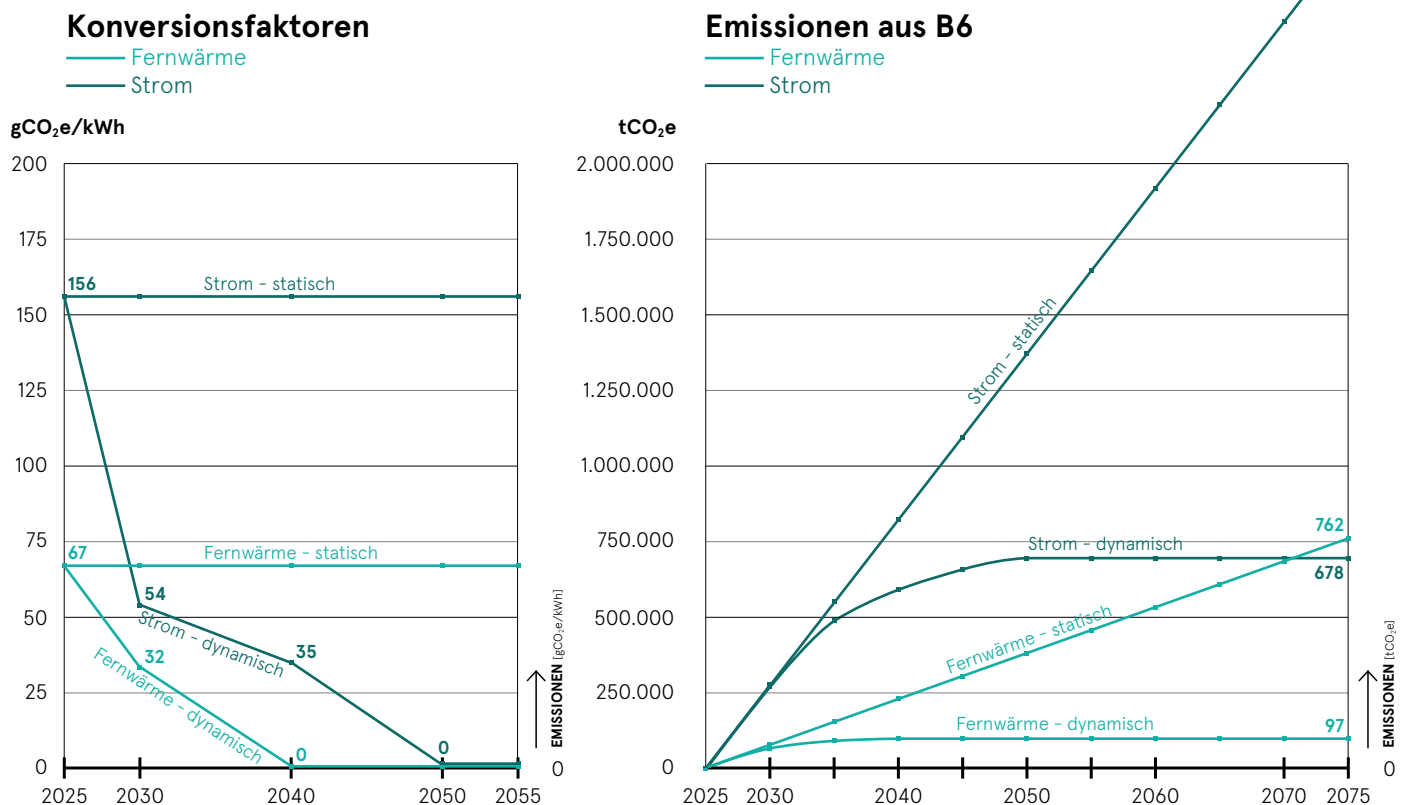
Die Fernwärme Wien verfolgt das Ziel, bis 2040 klimaneutral zu werden. Für die Stromversorgung muss Klimaneutralität gemäß den Klimazielen bis spätestens 2050 erreicht werden. Die Konversionsfaktoren sowohl für Fernwärme als auch für Strom wären zu diesen Zeitpunkten mit $f_{\text{CO}_2\text{e}} = 0 \text{ g/kWh}$ anzusetzen. Das würde bedeuten, dass **in rund 15 Jahren keine Emissionen mehr aus dem betrieblichen Energieeinsatz**

resultieren. Diese Entwicklung kann durch **dynamische bzw. degressive Konversionsfaktoren** dargestellt werden. Klimademo Vis-à-Vis greift hierfür auf unterschiedliche Studien²⁴ zurück, da es noch keine allgemein gültigen Werte gibt.

Statische und dynamische Faktoren führen zu sehr unterschiedlichen Bilanzen. Anstelle einer punktgenauen Angabe des GWP's nach 50 Jahren Nutzungsdauer wird deshalb **im Modul B6 ein Spektrum angegeben**, innerhalb dessen sich die tatsächlichen betriebsbedingten Emissionen bewegen werden.

In den Folgekapiteln werden **ausschließlich dynamische Faktoren** verwendet. Es muss zwar betont werden, dass es sich bei den Szenarien der Klimaneutralität 2040 bzw. 2050 um politische Zielsetzungen handelt, deren Erreichung aus heutiger Sicht nicht gesichert ist. **Die Ergebnisse dürften dennoch realitätsnäher sein** als eine Berechnung mit statischen Faktoren, d.h. ohne Berücksichtigung der Dekarbonisierung. Mit großer Sicherheit ist davon auszugehen, dass der **Anteil der Emissionen aus dem Betrieb am Gesamt-GWP weiter sinken**, der Anteil der Lebenszyklusphase-A-Emissionen hingegen zunehmen wird.

Abb. 5.2 (links) Konversionsfaktoren für Fernwärme (KWK) und Strom, Default-Werte **Abb. 5.3** (rechts) Emissionen der Betriebsenergie von Vis-à-Vis, statisch und dynamisch.



Themeneinschub

Konversionsfaktor Fernwärme

Der Konversionsfaktor für Fernwärme aus hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist laut OIB-Richtlinie 2023 mit 67 gCO₂e/kWh anzusetzen. Für die Fernwärme Wien gibt es einen eigenen Faktor, der mit 22 gCO₂e/kWh deutlich niedriger ist.²⁵

Der Produktionsmix der Fernwärme Wien beruht nicht nur auf KWK, sondern auch anderen Wärmequellen. Bis 2040 soll laut Angaben der Wien Energie bei erwarteter steigender Nachfrage nach Fernwärme (von 6,5 GWh im Jahr 2021 auf 8,4 GWh im Jahr 2040) Klimaneutralität erreicht werden.

Der Konversionsfaktor der Fernwärme Wien basiert auf einem Einzelnachweis nach ÖNORM EN 15316-4-5 in Verbindung mit den Randbedingungen, die in den Erläuternden Bemerkungen zur OIB-Richtlinie 6 festgelegt sind. Die **Berechnungsgrundlagen** des Einzelnachweises selbst sind **nicht veröffentlicht**.

Offenlegungspflichten gemäß §88 Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) zeigen, dass die Wiener Fernwärme 2023 **aus folgenden Primärenergieträgern erzeugt wurde**²⁶:

- Erneuerbare Energie: 16,71%
- Industrieabwärme: 19,03%
- Wärme aus hocheffizienten KWK-Anlagen mit fossiler Energie: 54,89%
- Fossile Energie: 9,29%
- Sonstige Energie: 0,00%

Im Rahmen der **Dekarbonisierungsstrategie** der Fernwärme Wien werden ausgehend vom Bezugsjahr 2021 die Änderung im Fernwärmeverbrauch und die Zusammenstellung der Energieträger dargelegt. Die Darstellungsform ist abweichend zu den Berichtspflichten gemäß §88 EAG.

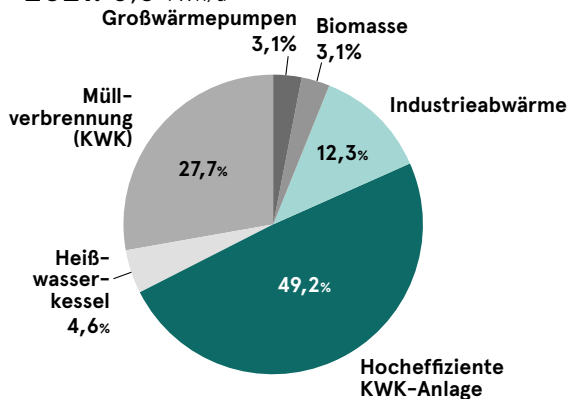
Im Projekt Klimademo Vis-à-Vis wurde für die Hochrechnung der Betriebsemissionen mit Bezug aus dem Hochtemperatur-Fernwärmenetz konservativ der Default-Wert für hocheffiziente KWK herangezogen, aber mit erwartetem Absenkpfad bis 2040. Die Erträge aus den Tiefsonden am Grundstück wurden dem Gebäude zugeschrieben und nicht dem allgemeinen Anergienetz der Fernwärme.

Im folgenden Abschnitt werden zum besseren Verständnis auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten die **wesentlichen Anteile des Fernwärme-Wien-Produktionsmix** und die **Strategie zur Dekarbonisierung bis 2040 analysiert**.

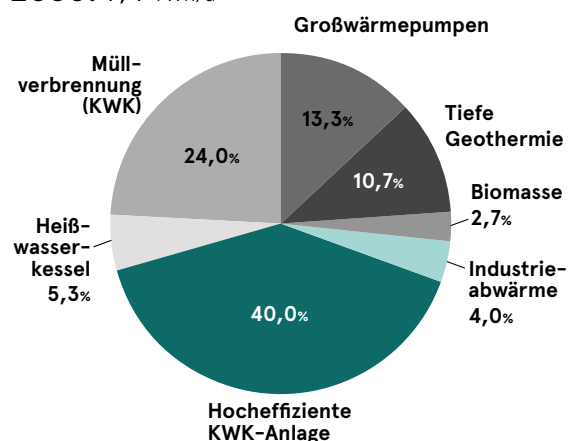
Abb. 5.4
Prognostizierte Zusammensetzung Fernwärme Wien

Prognostizierte Zusammensetzung Fernwärme Wien²⁷

2021: 6,5 TWh/a



2030: 7,4 TWh/a



Wärme aus gasbasierter Kraft-Wärme-Kopplung

Mehr als die Hälfte der Fernwärme stammt lt. Produktionsmix des Jahres 2023 aus hoch-effizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen auf Gas-Basis. Wie später dargelegt wird, sind sowohl unter der Summe erneuerbarer Energien als auch fossiler Energien laut §88-EAG-Nachweis ebenfalls Wärme-erzeugungsanlagen mit KWK (auf Basis Biomasse oder Müllverbrennung) integriert, die aber aufgrund niedrigerer Verbrennungstemperaturen grundsätzlich geringere Wirkungsgrade aufweisen.

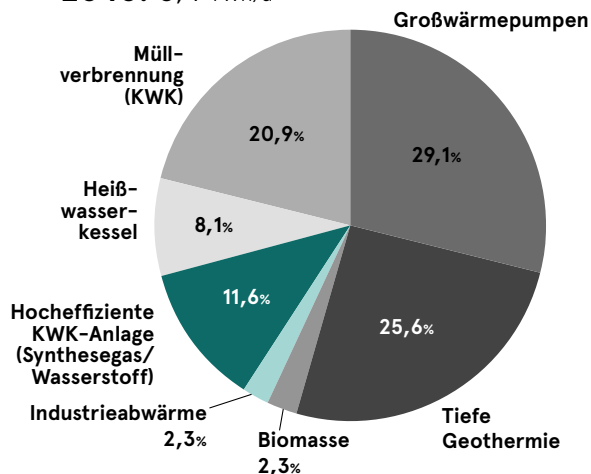
Kraft-Wärme-Kopplung bedeutet, dass in einem **einzigsten thermodynamischen Prozess Strom und Wärme parallel erzeugt** wird. KWK-Anlagen nutzen die bei der Stromproduktion entstehende Abwärme durch Auskopplung in Fernwärmenetze, wodurch höhere Gesamtwirkungsgrade im Vergleich zu Nur-Strom- oder Nur-Wärmeerzeugung erreicht werden. Eine weitere Verbesserung der Wirkungsgrade bringen sogenannte **Gas- und Dampf-kombikraftwerke** (dazu zählen das Kraftwerk Donaustadt, Leopoldstadt und einer der Blöcke des Kraftwerks Simmering).

Dabei werden zur Effizienzsteigerung Gas- und Dampfturbine kaskadisch kombiniert. Zunächst wird Erdgas in einer Brennkammer verbrannt. Denkbar ist in Zukunft auch die Verwendung von Wasserstoff oder Synthesegas. Die bis zu 1300 °C heißen Verbrennungsgase treiben eine Gasturbine an, die Strom erzeugt. Die Abgastemperaturen liegen nach der Gasturbine immer noch bei etwa 500-600 °C und werden weiter genutzt, um Wasser in einem Abhitzedampferzeuger zu erhitzen. Der dabei entstehende Dampf treibt eine Dampfturbine an, die zusätzlich Strom erzeugt.

In der Krafwerksanlage Simmering nutzt eine **Großwärmepumpe** die Wärmequelle des Kühlwassers, um das niedrige Temperaturniveau des Kühlwassers mittels Strom auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen. Damit kann zusätzlich die Effizienz einer Anlage gesteigert werden.

Darüber hinaus wird die **entstehende Abwärme ins Fernwärmenetz ausgekoppelt**. Eine große Differenz in den Temperaturniveaus verbessert den elektrischen Wirkungsgrad, verschlechtert aber den Wärmewirkungsgrad.

2040: 8,4 TWh/a



KWK-Anlagen können grundsätzlich – innerhalb der physikalisch machbaren Grenzen – mehr strom- oder wärmegeführt betrieben werden, das heißt **mit Vorrang für Strom- oder Wärmeerzeugung**. Auch individuelle Regelungen, die sich nach Marktpreisen oder Nachfrage orientieren, sind möglich.

Um bei starken Schwankungen in der Netzeinspeisung erneuerbarer Energien (Windkraft, PV) das Stromnetz auf konstant 50 Hertz zu stabilisieren, sind derzeit auch noch **Gaskraftwerke** notwendig, da sie rasch nieder- oder hochgefahren werden können.

Eine **Erhebung der CO₂-Emissionen** setzt **genaue Kenntnisse des Produktionsmix** zwischen Gaskraftwerken, kombinierten Gas- und Dampfkraftwerken, der Energieeffizienzsteigerungen durch Großwärmepumpen, des daraus erzeugten Strom- und Wärme-Outputs und der konkreten Energieeffizienzparameter der Anlagen voraus. Die CO₂-Emissionen sind darüber hinaus abhängig von der über den Jahresverlauf gegebenenfalls unterschiedlichen **Vorrangführung von Strom- oder Wärme-Output** und von den Temperaturniveaus auf der „warmen“ Input-Seite (Verbrennerseite) und der „kalten“ Output-Seite (Fernwärme). Dies führt zu **unterschiedlichen Wirkungsgraden** für die Strom- oder Wärmeerzeugung.

Die EN 15316-4-5 gibt eine Berechnungsmethode für den Energiebedarf, die Verluste und Systemwirkungsgrade für Fernwärme- und Fernkältesysteme vor. Sie berücksichtigt Wärmeverluste in den Netzen, aber auch Verluste durch Umwandlungsprozesse sowie die Effizienz von Wärmeüberträgern und ggf. Speichersystemen für Wärme. Die EN 15316-4-5 verwendet eine **exergiebasierte Methode**, um die CO₂-Emissionen zwischen Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen aufzuteilen. Das führt dazu, dass dem **Strom** aufgrund höherer Exergie **höhere Anteile zugeschrieben werden als der Wärme**. Der zu berücksichtigende Exeriefaktor der Wärme ist auch abhängig von der Temperatur.

Müllverbrennung und Kraft-Wärme-Kopplung mit biogenen und fossilen Anteilen

Auch die Müllverbrennungsanlagen in Wien (Spittelau, Flötzersteig, Pfaffenu, Simmeringer Haide) sind **mit Kraft-Wärme-Kopplung ausgestattet**. Sie lieferten 2021 laut Angabe der Wien Energie rund 28% der gesamten Fernwärmemenge.

Die niedrigeren Temperaturen in den Verbrennungskammern (im Vergleich zu den Gas- oder Gas-Kombikraftwerken) legen eine **prioritäre Wärmeführung** nahe, in diesem Fall ist die **produzierte Strommenge deutlich geringer als die gelieferte Wärmemenge**.

Laut BMK-Leitfaden für den Nachweis erneuerbarer Energiequellen gemäß §88 EAG wird der biogene Anteil an der Müllverbrennung der erneuerbaren Energie zugerechnet (und ist nicht unter KWK subsummiert). Analoges gilt für den fossilen Anteil der Müllverbrennung: Dieser wird den fossilen Energieträgern zugeordnet – unabhängig davon, ob in KWK-Anlagen oder nicht gekoppelt verbrannt. Biobasierte Anteile der Müllverbrennung gelten als CO₂-neutral, auch wenn sie geringe CO₂-Emissionen verursachen. Fossile Anteile fließen in die Hochrechnung mit ein. Zur Berechnung der Emissionen sind **detaillierte Kenntnisse zum Müllaufkommen** und dessen **Zusammensetzung** erforderlich.

Müllverbrennung könnte theoretisch auch der Abfallwirtschaft zugeordnet sein. Da die Vorteile dem Energiesektor zukommen (Wärme- und Stromproduktion), werden die verursachten CO₂-Emissionen den erzeugten Energieträgern zugeordnet. Für die KWK-Bilanzierung sind ebenfalls die Regeln der EN 15316-4-5 anzuwenden.

Weitere erneuerbare Energien

Die Zusammensetzung der erneuerbaren Energien ist im TÜV-Prüfstatement zur Fernwärme Wien gemäß §88 EAG für das Jahr 2023 **nicht im Detail ausgewiesen**. Unter Erneuerbare Energien sind nach dem Leitfaden des BMK zur Berichterstattung gemäß §88 EAG²⁸ Geothermie, Wärmepumpen mit Nutzung der Umgebungswärme, Solarthermie und biomassebefeuerte Kesselanlagen mit oder ohne gekoppelter Stromerzeugung (KWK) anzuführen.

Für das Berichtsjahr 2021 betrug der Anteil der **Großwärmepumpen** am Produktionsmix der Fernwärme laut Wien Energie (klimabereinigt) 3,1%²⁹. Die einem Gaskraftwerk nachgeschaltete Großwärmepumpe in Simmering, die im Dezember 2023 in Betrieb gegangen ist, ist in diesen Zahlen noch nicht erfasst.

Einen ähnlichen Anteil weist die **biomassebasierte Wärmeherzeugung** auf (3,1%). Darunter fällt das Biomassekraftwerk in Simmering, das auch Kraft-Wärme-Kopplung nutzt. Das ebenfalls biomassebasierte Heizwerk im Arsenal (ohne KWK) liefert Wärme nur in den Wintermonaten und ist im Sommer abgeschaltet. Die **Anteile** biomasse-basierter Fernwärme an der Gesamtproduktionsmenge sind derzeit **sehr gering** und werden auch in der geplanten Dekarbonisierungsstrategie **keine wesentliche Rolle einnehmen**. Grundsätzlich sollte einer stofflichen Nutzung von Biomasse (auf Basis Holz) der Vorzug vor Verbrennung gegeben werden.

Ausblick bis 2040

Die **Direktnutzung von tiefer Geothermie** (über 300 m Bohrtiefe) ohne Wärmepumpen-Prozess fiel 2021 noch nicht ins Gewicht, soll aber im Rahmen der **Dekarbonisierungsstrategie bis 2040 bis zu 26% der Wärmemengen** bereitstellen.

Großwärmepumpen, die Umgebungswärme (u.a. aus Grundwasser, Abwasser, Geothermie, Kühlwasser etc.) über **Strom-einsatz** auf ein höheres Temperaturniveau bringen, soll der größte Anteil zukommen (14% bis 2030 und **30% bis 2040**).

Klimaneutralität bis 2040 setzt in diesem Fall voraus, dass **auch der EU-Strommarkt klimaneutral ist** oder zumindest die von der Wien Energie generierten Strommengen bis dahin klimaneutral sind und **kein Fremd-bezug** erforderlich ist.

Die Nutzung von **Industrieabwärme** (2021 bei 12%, 2023 bereits bei 19%) wird voraussichtlich aufgrund erwarteter Effizienzsteigerungen bei Industrieprozessen auf 2% des Gesamtmix **zurückgeschraubt** werden.

Energiequellen der Heißwasserkessel, die zur Spitzenlastabdeckung oder zur Ausfallsicherung zugeschalten werden, sind nicht näher spezifiziert.

Die **Müllverbrennung** wird als konstanter Wärmelieferant bis 2040 fortgeschrieben, ihr Anteil im Produktionsmix sinkt durch die erwarteten erhöhten Liefermengen der Fernwärme. Die **CO₂-Emissionen** hängen hier von der **Zusammensetzung** des Müllaufkommens ab.

Hocheffiziente gasbasierte **KWK-Anlagen** werden in Zukunft einen kleineren, aber immer noch bedeutenden Teil ausmachen (erwartet werden 12% bis 2040). Anstelle von fossilem Erdgas könnten 2040 **"grüne Gase"** wie Wasserstoff oder Synthesegas als Brennstoff eingesetzt werden, wobei fraglich ist, ob diese dann bereits in ausreichender Menge zur Verfügung stehen werden.³⁰

HOW TO READ



LEBENSZYKLUSBILANZ DES GEBÄUDES

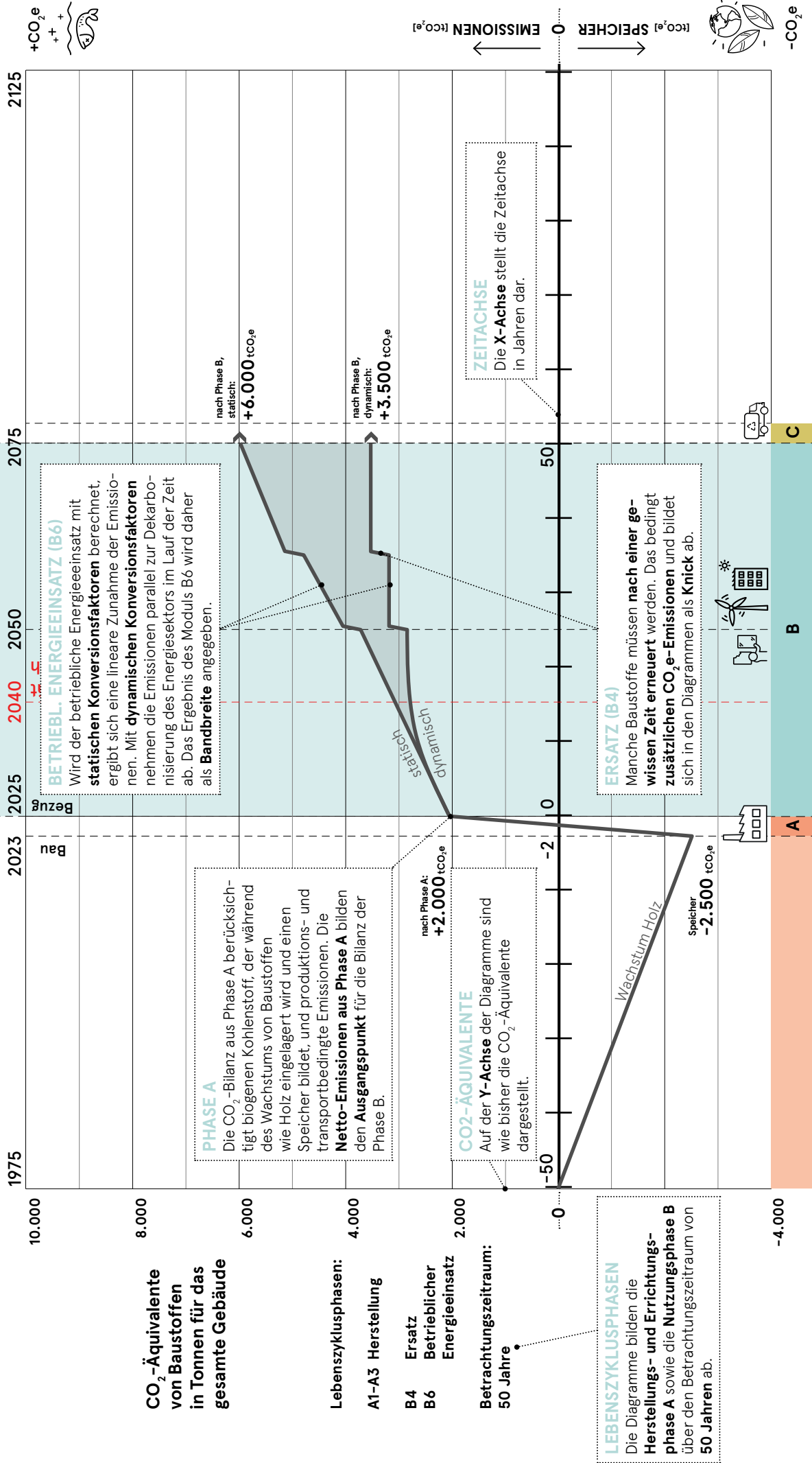
BEI BEZUG:

X
VARIANTE

+ 2.000 tCO₂e EMISSIONEN

NACH 50 JAHREN NUTZUNG:

+ 3.500 – 6.000 tCO₂e EMISSIONEN



HOW TO READ

LEBENSZYKLUSBILANZ DES GEBÄUDES

BEI BEZUG:

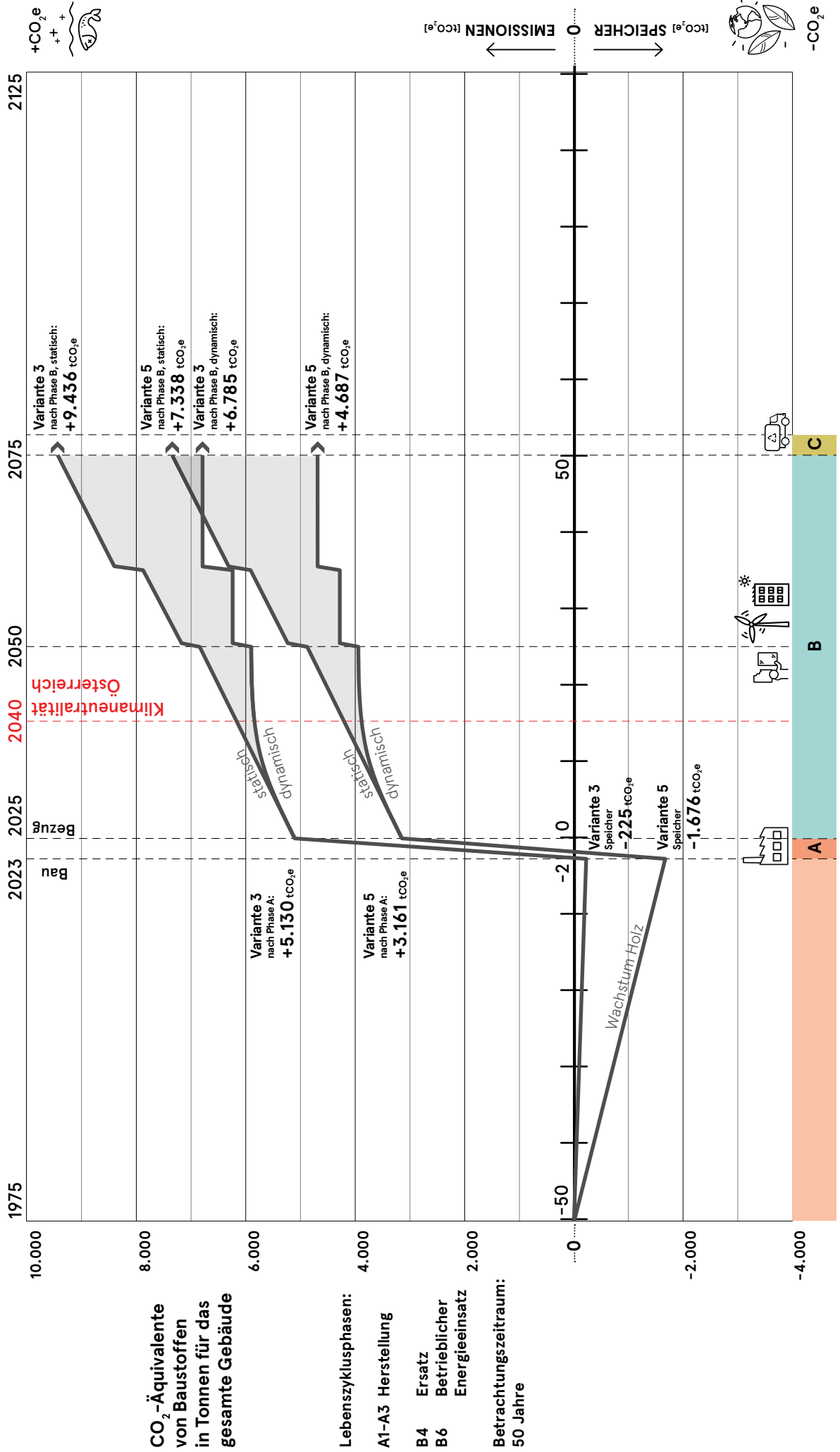
3
BETON
MASSIV
VARIANTE

+5.130 tCO₂e EMISSIONEN
NACH 50 JAHREN NUTZUNG:
+6.785-9.436 tCO₂e EMISSIONEN

BEI BEZUG:

5
GEBAUT
VIS-Ä-VIS
VARIANTE

+3.161 tCO₂e EMISSIONEN
NACH 50 JAHREN NUTZUNG:
+4.687-7.338 tCO₂e EMISSIONEN



EMISSIONEN PRO KOPF

ZAHLEN UND MENSCHEN
Bauteil-Quadratmeter, Baustoff-Kubikmeter oder Varianten des ganzen Gebäudes eignen sich gut für Vergleiche. Letztlich geht es aber darum, was die Zahlen heruntergebrochen auf die **zukünftigen Bewohner*innen** des Gebäudes bedeuten.

CO₂-Äquivalente in Tonnen pro Kopf

PERSONENANZAHL			
9.900,0 m ²	Nutzfläche		
/ 33,5 m ²	Ø Wohnfläche		
		pro Person	
		296	Personen

Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellungsphase •
B4 Ersatz
B6 Betrieblicher Energieeinsatz
Betrachtungszeitraum:
50 Jahre

HOW TO READ

HOW TO READ

VERGLEICHSGRÖSSE

Für die **Anzahl** der zukünftigen Vis-à-Vis-Bewohner*innen muss eine **Prognose** getroffen werden.

Laut **Statistik Austria** lag die durchschnittliche Wohnnutzfläche pro Person für Genossenschaftswohnungen in Wien 2023 bei **36,5 m²**. Rund ein Drittel der Vis-à-Vis-Wohnungen sind **kompakte SMART-Wohnungen**. Flächensuffizienz war für die Baugruppe ein wichtiges Planungsthema. Ein kleinerer Wert scheint daher realistisch. Als zweiter Referenzwert dient deshalb die durchschnittliche Wohnnutzfläche des **Wohnprojekts Wien** mit **31,0 m²**. Als durchschnittlicher Wert werden daher 33,5 m² Wohnnutzfläche pro Person angenommen. Bei einer Nutzfläche von 9.900 m² werden rund **296 Personen** das Gebäude bewohnen. Die Gewerbeflächen werden zur Vereinfachung wie Wohnflächen behandelt.

LEBENSZYKLUSPHASEN

Die Pro-Kopf-Bilanz wird sowohl bei Bezug, also **nach Phase A**, als auch nach 50 Jahren Nutzung, also **nach Phase B**, dargestellt.

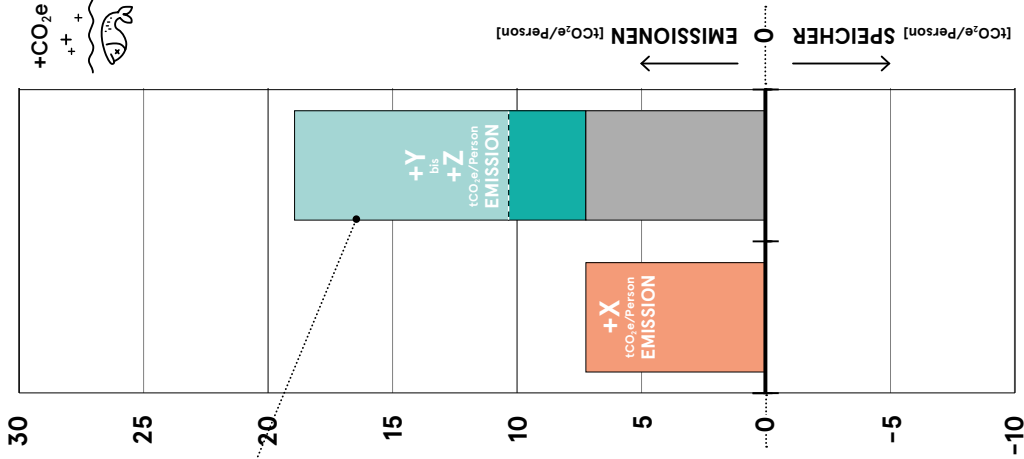
BANDBREITE

Da die Emissionen der Betriebsphase stark von der zukünftigen Entwicklung der Energieträger abhängen, ist die **Pro-Kopf-Bilanz** nach 50 Jahren in einer **Bandbreite** angegeben. Die Minimalwerte ergeben sich aus **dynamischen Konversionsfaktoren**, die für Fernwärme Klimaneutralität bis 2040 annehmen, für Strom bis 2050. Die Maximalwerte sind mit **statischen Konversionsfaktoren** gerechnet und berücksichtigen keine weitere Dekarbonisierung der Energieversorgung.



BEI BEZUG:
 $+X_{tCO_2e}$

NACH 50 JAHREN NUTZUNG:
 $+Y_{tCO_2e} - Z_{tCO_2e}$



EMISSIONEN
PRO KOPF

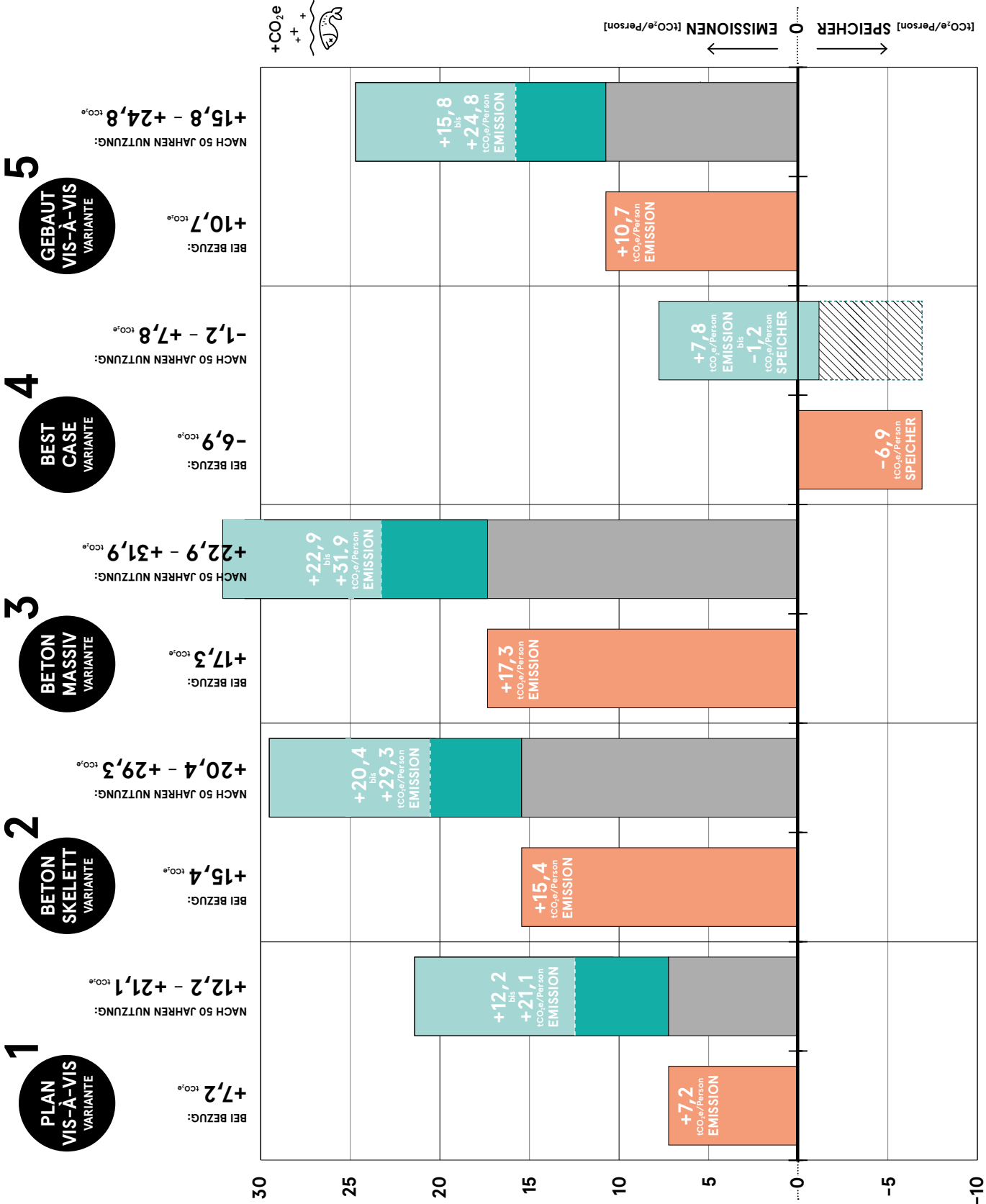
CO₂-Äquivalente
in Tonnen pro Kopf

PERSONENANZAHL	
9.900,0 m ² Nutzfläche	
/ 33,5 m ² ø Wohnfläche	
pro Person	
296 Personen	

Lebenszyklusphasen:
A1–A3 Herstellungsphase

B4 Ersatz
B6 Betrieblicher
Energieeinsatz

Betrachtungszeitraum:
50 Jahre



Themeneinschub

Echoräume & KlimaTische

Ein wesentlicher Aspekt von Klimademo Vis-à-Vis ist es, Informationen und Erkenntnisse zu nachhaltigem und klimaneutralem Bauen nicht nur an ein Fachpublikum zu kommunizieren, sondern auch für interessierte Personen ohne Fachhintergrund greifbar zu machen.

Die Baugruppe Vis-à-Wien setzte das intern in verschiedenen Formaten um.

Regelmäßig tauschten sich die am F&E-Projekt beteiligten Gruppenmitglieder mit der internen „Arbeitsgruppe Architektur“ und einzueins architektur aus. Im Rahmen der „KlimaTische“ bestand für den gesamten Verein die Möglichkeit, Erkenntnisse aus Klimademo Vis-à-Vis zu diskutieren. Ein weiteres Format waren vier „Echoräume“ – öffentliche, moderierte Diskussionsrunden zu bestimmten Themen mit inhaltlichen Inputs von Expert*innen und der anschließenden Einbindung aller Teilnehmer*innen.

Echoraum #1

Nachwachsende Dämmstoffe

Im ersten Echoraum waren zwei Expert*innen zum Thema nachwachsende Dämmstoffe eingeladen: Reinhard Appeltauer von der Firma Sonnenklee, die Dämmstoffe aus Stroh herstellt, und Karin Stieldorf, Professorin an der TU Wien und Expertin für nachhaltiges Bauen.

Neben Stroh gibt es zahlreiche andere nachwachsende Dämmstoffe wie Flachs, Hanf, Holzfaserdämmplatten, Kokos, Kork, Gras/Heu, Zellulose oder Wolle, die eine gute Wärmedämmfähigkeit aufweisen und die Umwelt deutlich weniger belasten als synthetische oder mineralische Dämmstoffe. Neben ökologischen Vorteilen bieten nachwachsende Dämmstoffe auch einen höheren Wohnkomfort und sind in der Regel gesundheitlich unbedenklich. Herausforderungen sind der Schutz vor Schädlingsbefall und die gute Brennbarkeit.

Das Dämmen mit nachwachsenden Rohstoffen ist noch wenig verbreitet, u.a. wegen der intensiven Lobbyarbeit der konventionellen Dämmstoffindustrie, der

auf synthetische/mineralische Dämmstoffe ausgerichteten Normen und Gesetze sowie schwer zugänglicher Umweltzeichen für nachwachsende Dämmstoffe. Auch wenn langsam ein Umdenken in Politik und Bauwirtschaft einsetzt, kommen z.B. notwendige Gesetzesänderungen nur langsam voran.

Echoraum #2

Energieversorgung

Im zweiten Echoraum ging es um die Energieversorgung im Gebäude und im Quartier. Dazu wurde Bernd Bradl von BPS Engineering eingeladen, der die haustechnischen Anlagen unseres Gebäudes geplant hat. Mitgliedern der Baugruppe bereiteten ebenfalls Inputs zur Energieversorgung vor. Eine Besonderheit stellt die Wärmeversorgung im Village im Dritten dar. Sie erfolgt für das gesamte Quartier gemeinsam über ein Erdwärmefeld der Wien Energie. 500 Sonden, die über das gesamte Quartier verteilt sind, werden zusammengeschlossen und bilden das größte Anergienetz Österreichs.

Abb. 5.5 (links)
Austausch nach dem inhaltlichen Input, Echoraum #1.

Abb. 5.6 (mittig)
Bernd Bradl stellt in Echoraum #2 das Energieversorgungs-konzept von Vis-à-Vis vor.

Abb. 5.7 (rechts)
Echoraum #4 zum Teilen von Gemeinschaftsräumen



Die Erdwärme wird in jedem Gebäude in Wärmepumpen weiter erhöht, die erforderliche Energie dafür stammt u.a. aus PV-Anlagen auf den Dächern. Das brachte einige Herausforderungen bei der Planung der Gebäude- und Energietechnik mit sich, da nicht nur die Anforderungen des Gebäudes, sondern des gesamten Energieverbundes berücksichtigt werden mussten. Interessant war auch zu erfahren, dass die Relevanz effizienterer Energienutzung durch Endverbraucher*innen als gering eingeschätzt wird, da Vis-à-Vis durch die gute Dämmung und die moderne Energieversorgung bereits einen geringen Energieverbrauch hat.

Echoraum #3

Holzbau im geförderten Wohnbau

Im dritten Echoraum wurde das Thema Holzbau im geförderten Wohnbau und damit verbundene rechtliche und wirtschaftliche Herausforderungen diskutiert. Franz Dolezal, Forscher am IBO gab einen Input zu den nachhaltigen Aspekten des Baustoffes Holz und dessen ökologischer Bewertung im Vergleich zu anderen Baustoffen.

Markus Zilker, Gründer und Gesellschafter von einszueins architektur, berichtete über die Herausforderungen in der Planungs- und Vergabephase von Vis-a-Vis und die entscheidenden Schritte, die schließlich zur Realisierung des Holzbaus führten.

Senka Nikolic, Leiterin der Projektentwicklung bei Schwarzatal, gab einen Einblick in die aktuellen Entwicklungen im Bauprozess von Vis-à-Vis und berichtete über die Herausforderungen, die bei der Umsetzung des Holzbaus gelöst werden mussten. Christof Weissenseer, Gründer der Firma Weissenseer Holz-System-Bau, die die Holzriegel-Außenwände von Vis-à-Vis gefertigt hat, stellte in einer Videobotschaft seine Vision zur Zukunft des Holzbaus im urbanen Raum vor und berichtete über erfolgreich umgesetzte Projekte.

Die Atmosphäre war sehr motivierend und brachte viel Optimismus für die weiteren Schritte im Bauprozess. Im dritten Echoraum wurde spürbar, dass die vielen Stunden Arbeit und Lobbying wesentlich zur erfolgreichen Umsetzung des aktuell höchsten geförderten Holz-Wohnbaus in Wien beigetragen haben.



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

FFG
Forschung und
Entwicklung

STADT
der Zukunft

Echoraum #4

Gemeinschaftliche Raumnutzung

Im vierten Echoraum ging es um das Teilen von Gemeinschaftsräumen.

Sonja Schnögl berichtete von der Vision und den ersten Erfahrungen mit dem Nordbahnsaal, einem multimedialen Veranstaltungsraum, der 2023 in der HausWirtschaft, einem gemeinschaftlichen Wohnprojekt im 2. Bezirk in Wien, errichtet wurde.

Irene Lucas von der Plattform toZOMIA bespielt Räume mit künstlerischen Interventionen. In ihrer Arbeit spielen soziale Aspekte und Nachhaltigkeit eine große Rolle. Sie berichtete über alternative Vermietungskonzepte und die Herausforderungen bei der Finanzierung von gemeinschaftlich genutzten Räumen. Marieke van Geldermalsen – Mitglied der Baugruppe Vis-à-Wien, Aktivistin und Forscherin im Bereich Community Building – teilte ihre Erfahrungen mit offenen Räumen und deren bedürfnisorientierter Gestaltung. Dazu wurde das Reflexionsinstrument „Clara“ entwickelt, das als Entscheidungsgrundlage sowie zur Weiterentwicklung und Analyse öffentlicher Räume eingesetzt werden kann.

Der letzte Echoraum zeigte inspirierende Beispiele gemeinschaftlicher Raumnutzung und eröffnete Möglichkeiten für zukünftige Kooperationen.

Abb. 5.8

Einladung Echoraum #3.

6

LEBENSZYKLUSPHASE C: ENTSORGUNG

Die Entsorgungsphase C eines Gebäudes beginnt, wenn für das Gebäude keine weitere Nutzung vorgesehen ist. Sie umfasst den Rückbau (C1), den Transport zum Ort der weiteren Behandlung (C2) sowie Vorbereitungsmaßnahmen zur Wiederaufbereitung der Materialien bzw. Verwertungseffekte (C3) oder die Auswirkungen der Beseitigung und Deponierung (C4).

Module der Lebenszyklusphase C

C1 - Abbruch: Dieses Modul umfasst den Rückbau oder den Abbruch eines Gebäudes inklusive einer ersten Vorsortierung von Bau- und Abbruchabfällen am Grundstück.

C2 - Transport: Der Transport der rückgewonnenen Materialien oder Abbruchabfälle von der Rückbau-Baustelle zum Ort der Abfallbehandlung wird in C2 bilanziert.

C3 - Abfallbehandlung: Hier werden alle vorbereitenden Maßnahmen bilanziert, die für eine Wiederverwendung oder Recycling erforderlich sind und dazu führen, dass ein Material seinen Abfallstatus verliert. Recyclingprozesse selbst werden erst in A1-A3 des Gebäudes erfasst, in dem die Sekundärbaustoffe eingesetzt werden. Im Modul C3 werden unter Voraussetzung einer Effizienzrate von mehr als 60% auch Effekte der Energierückgewinnung positiv erfasst.

C4 - Deponierung: Die Aufwände für die energetische Beseitigung bei einer Effizienzrate von unter 60% sowie Aufwände einer Deponierung sind in Modul C4 zu erfassen.

Informationsmodul D

In Modul D werden Vorteile und Belastungen aufgelistet, die außerhalb der Systemgrenze liegen und die sich durch Wiederverwendung oder das Recycling von Baustoffen ergeben. Sie werden laut aktueller Normung nicht im Spendergebäude, sondern im Zielgebäude bilanziert. Zu erfassen sind dabei auch Energieträger, die bei einem anderen Produktionsprozess als Sekundärbrennstoffe eingesetzt werden können.

Lebenszyklusphase C bei Klimademo Vis-à-Vis

Die Bilanzierung der Phase C und des Informationsmoduls D wirft Fragen zur **Allokation**, also zur Zuordnung von **Belastungen oder Vorteilen** auf. Folgende Fragen sind für Gebäudezertifizierungen relevant:

Die Methodik der Ökobilanzierung beruht auf klar abgegrenzten, linear gedachten Lebenszyklen von Gebäuden. Das **in nachwachsenden Baustoffen gespeicherte CO₂** muss in Phase C als **freigesetzt** betrachtet werden, auch wenn das Bauprodukt im nächsten Gebäudezyklus wiederverwendet wird. Dort darf es erneut als negatives GWP berücksichtigt werden.

Gutschriften für die Energierückgewinnung aus Bau- und Abbruchabfällen können in Modul C3 zwar mitbilanziert und dem Spendergebäude positiv angerechnet werden. Um Doppelzählungen zu vermeiden, dürfen aber **Gutschriften aus Re-Use oder Recycling erst einem nachfolgenden Bauwerk positiv angerechnet** und nicht im End-of-Life des Spendergebäudes mitbilanziert werden. Die Vorteile aus Wiederverwendungsszenarien können nur als Zusatzinformation angeführt werden.

Innerhalb der Gebäudeökobilanzen ist dies ein konsistentes System. Um Kreislaufaspekte in Nachhaltigkeitsbewertungen zu forcieren, ist es jedoch nicht hilfreich. Die alleinige Betrachtung der Inputseite führt zur Unterrepräsentation zirkulären Bauens. Recycling erfordert oft aufwendige Aufbereitungsprozesse und generiert daher höhere Umweltwirkungen als typische Entsorgungswege.

Über eine Ökobilanz kann es dadurch zu paradoxen Ergebnissen kommen: **Vorbereitungsmaßnahmen zur stofflichen Verwertung** können in Phase C **schlechter abschneiden als Deponierung**.

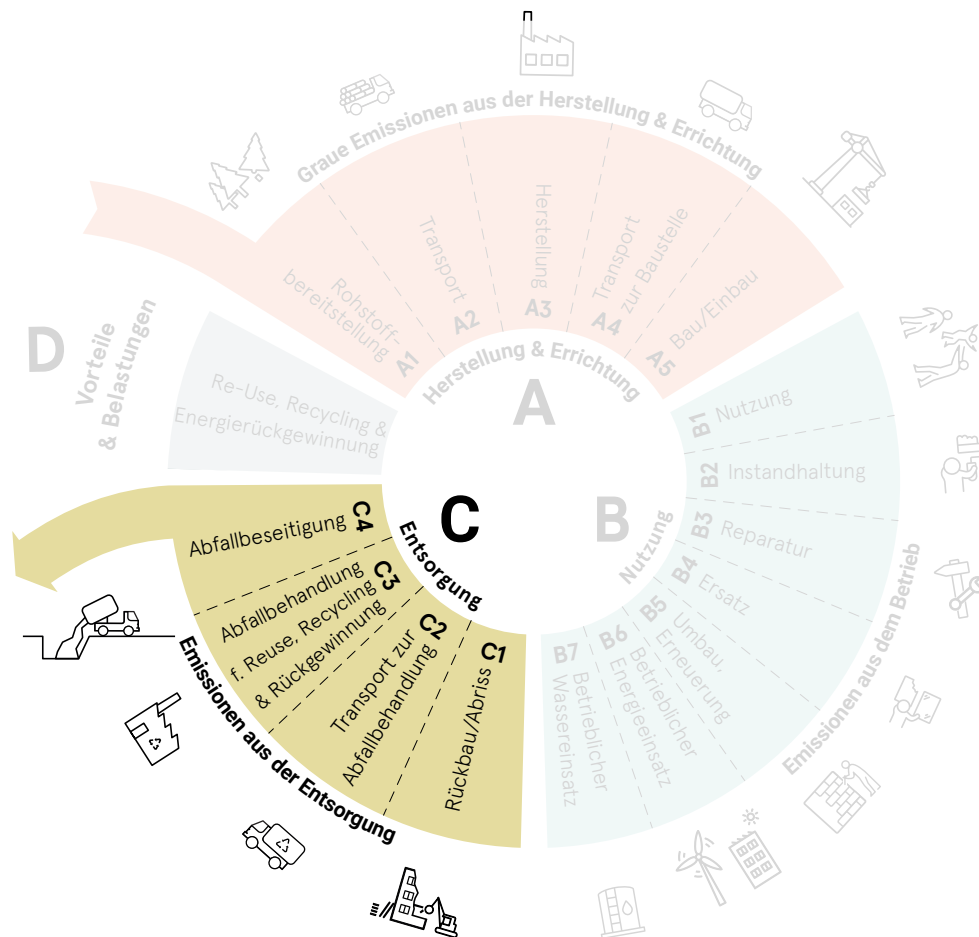


Abb. 6.1
Module der Lebenszyklusphase C nach
EN 15978

Insgesamt fehlt es an langjähriger Erfahrung und geeigneten material- oder rohstoffbezogenen Ressourcenindikatoren. Der Einfluss auf das Gesamtergebnis einer Gebäudeökobilanz ist zu gering, um Steuerungseffekte in Richtung Kreislaufwirtschaft erreichen zu können, zumal die Vorteile, wie dargelegt, außerhalb der Systemgrenze des betrachteten Spendergebäudes liegen.

Für Klimademo Vis-à-Vis steht die Allokation von CO₂-Speicher und -Emissionen nicht im Fokus. Sie verändert zwar das Ergebnis einer Gebäudebilanz, hat aber **keine Auswirkung auf die tatsächlichen Emissionen, die in die Atmosphäre gelangen**. Die Module C1 bis C4 werden trotz der genannten Schwächen unter Einhaltung der gängigen methodischen und normativen Vorgaben bilanziert. Um die Ergebnisse einordnen zu können, wird die realisierte Materialvariante 5 mit der konventionellen Variante 3 verglichen. Zusätzlich werden **alternative Szenarien zu einem Gebäudeabriss** entwickelt und untersucht, welche ökologische Konsequenz z.B. eine Verlängerung der Nutzungsdauer oder eine Weiterverwendung der eingebauten Baustoffe haben.

Methode und Datengrundlage

Verwendete Daten

- IBO-Richtwerte 2020,
Basis: ecoinvent

Betrachtete Umweltwirkungen

- Treibhauspotenzial (GWP fossil, GWP biogen, GWP total)

Funktionales Äquivalent

- C1- bis C4-Bilanz: gesamtes Gebäude

Betrachtungszeitraum

- 50 Jahre Nutzungsdauer (in Anlehnung an EU-Taxonomieverordnung)
- Zusätzliche Szenarien zu Laufzeitverlängerung

Räumliche Bilanzierungsgrenze

- Wie in Phase A

6.1

Modul C1-C4: Rückbau, Transport, Abfallbehandlung und Abfallbeseitigung

CO₂, das in nachwachsenden Rohstoffen gespeichert ist, muss lt. Norm **am Ende des Gebäude-Lebenszyklus „ausgespeichert“ oder „ausgebucht“ werden** – unabhängig davon, ob die Rohstoffe thermisch verwertet werden oder ins Re-Use oder Recycling gehen. **Je mehr biogener Kohlenstoff in den verbauten Materialien eingelagert ist, desto höher ist dieser** (bei Re-Use nur theoretische) **Ausbuchungsbetrag** in der Lebenszyklusphase C.

Für mineralische Baustoffe, für die es bereits Deponieverbote gibt, wurden Recycling-Szenarien angesetzt, wobei nur Prozesse der Abfallbehandlung für das Recycling in Phase C bilanziert werden, nicht der Recyclingprozess selbst. Für synthetische Baustoffe wurde thermische Beseitigung angesetzt. Mitbilanziert werden auch die CO₂-Emissionen des Rückbaus und Transporte zur Abfallbehandlung.

Der Vergleich der fünf Materialvarianten zeigt **deutliche Unterschiede zwischen Holz- und konventionellen Bauweisen**: Die Emissionen aus den Modulen C1-C4 betragen für die Variante 3 (Stahlbeton-Massivbau) 796 tCO₂e. Die realisierte Variante 5 weist dagegen bilanztechnische 2.349 tCO₂e auf. Die Best-Case-Variante mit einem möglichst hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen bilanziert in der Lebenszyklusphase C mit theoretischen 6.162 tCO₂e.

Alternative Szenarien für Phase C

Das Ausbuchen des CO₂-Speichers nach 50 Jahren, also am angenommenen Ende des Gebäude-Lebenszyklus, ist ein **bilanztechnisches Default-Szenario, das für Vergleichbarkeit sorgt**. Das **heißt nicht unbedingt**, dass die **berechneten Emissionen tatsächlich in die Atmosphäre gelangen**: Werden Bauteile wiederverwendet, darf der CO₂-Speicher im nächsten Gebäude wieder „eingebucht“ werden. Auch für die Entsorgung gibt es Möglichkeiten, die weniger CO₂ verursachen als das Verbrennen. Die Bilanzen wurden deshalb mit **alternativen Szenarien** ergänzt. Sie zeigen Möglichkeiten auf, wie der (rechnerische) Nachteil von nachwachsenden Rohstoffen in Phase C wettgemacht werden kann.

Die **Darstellung der Alternativszenarien in den Grafiken ist als Annäherung zu verstehen**, sie beruht im Unterschied zur normgemäßen Gebäudeökobilanz auf keiner alle Aspekte beinhaltenden Berechnung.

Re-Use:

Durch die **Wiederverwendung von Bauteilen verbleibt der gespeicherte Kohlenstoff in den Materialien**. Je mehr nachwachsende Bauteile wiederverwendet werden, desto geringer sind die tatsächlichen CO₂-Emissionen am Ende des Lebenszyklus.

Nutzungsverlängerung:

Der relativ kurze Betrachtungszeitraum von 50 Jahren dient der Vergleichbarkeit von Ökobilanzen, muss aber nicht der Realität entsprechen. Wird ein Gebäude **länger genutzt, verlängert sich auch der Zeitraum, in dem Kohlenstoff in den Komponenten gespeichert bleibt**. Für Reparatur-, Ersatz- und Umbauarbeiten fallen dabei analog zu den Emissionen aus Modul B4 zusätzliche Emissionen an. Das in der Tragstruktur und im Innenausbau eingespeicherte CO₂ verbleibt jedoch zur Gänze im Gebäude.

Ist ein organischer Baustoff am Ende seines Lebens angelangt, ist eine **Wiederverwendung oder stoffliche Verwertung nicht mehr möglich**, stellt **Pyrolyse** eine vielversprechende Alternative zur thermischen Verwertung dar: Organische Materialien wie Holz, Pflanzenreste oder Biomasse werden hierzu bei hohen Temperaturen ohne Sauerstoff erhitzt. Dabei entsteht Pflanzkohle. Ein **großer Teil des Kohlenstoffs**, der ursprünglich in den organischen Materialien enthalten war, verbleibt dort **in fester Form und gelangt im Unterschied zur thermischen Verwertung nicht als CO₂ in die Atmosphäre**. Lt. einer Studie kann bis zu 80% der eingebrachten Holzmenge in Pflanzkohle umgewandelt werden.³¹ Die Anwendung von Pflanzkohle im Gebäudesektor ist nur sehr eingeschränkt möglich, kann aber die CO₂-Bilanz mineralischer Baustoffe wie Beton verbessern. Um fundierte Aussagen zur Umweltwirkung von Pyrolyse und zu Nutzungsmöglichkeiten treffen zu können, sind weiterführende Untersuchungen erforderlich.

HOW TO READ

LEBENSZYKLUSBILANZ DES GEBÄUDES

X
VARIANTE

BEI BEZUG:

+2.000 tCO₂e EMISSIONEN

NACH 50 JAHREN NUTZUNG:

+3.000 tCO₂e EMISSIONEN

NACH RÜCKBAU:

+6.000 tCO₂e EMISSIONEN

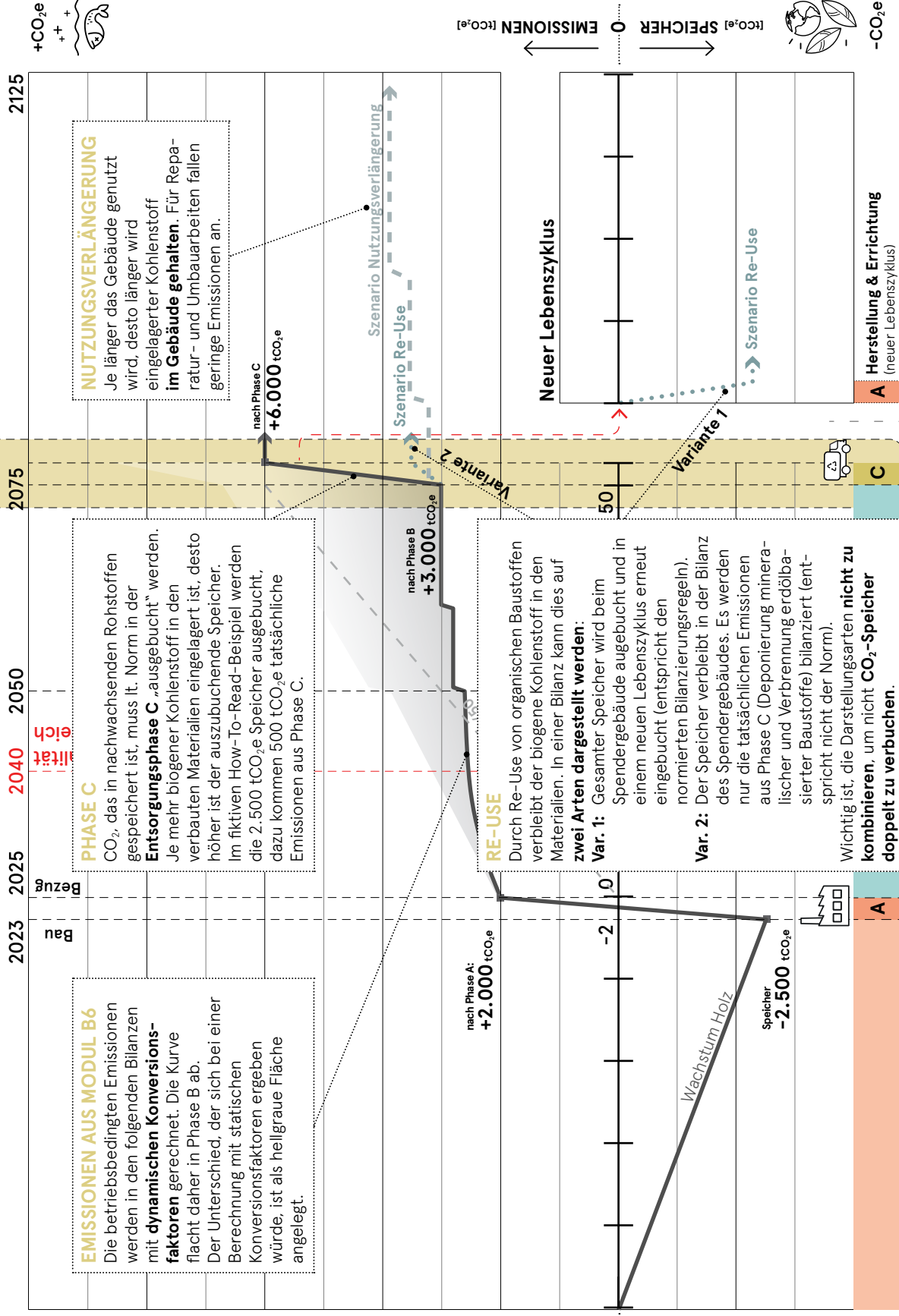
CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Tonnen für das
gesamte Gebäude

Lebenszyklusphasen:
A1-A3 Herstellung
B4 Ersatz
B6 Betrieblicher
Energieeinsatz
C1-C4 Entsorgung

Betrachtungszeitraum:
50/100 Jahre

LEBENSZYKLUSPHASEN

Die Diagramme bilden die **Herstellungs- und Errichtungsphase A**, die **Nutzungsphase B** über eine Dauer von 50 Jahren und die **Entsorgungsphase C** ab. Mit dem Alternativszenario einer Nutzungsverlängerung wird ein Gesamtzeitraum von **100 Jahren** abgedeckt



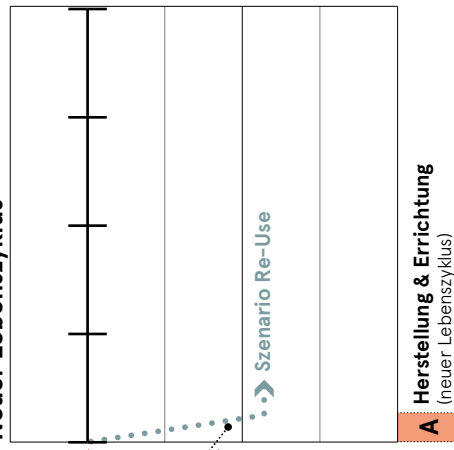
EMISSIONEN AUS MODUL B6
Die betriebsbedingten Emissionen werden in den folgenden Bilanzen mit **dynamischen Konversionsfaktoren** gerechnet. Die Kurve flacht daher in Phase B ab. Der Unterschied, der sich bei einer Berechnung mit statischen Konversionsfaktoren ergeben würde, ist als hellgraue Fläche angelegt.

PHASE C
CO₂, das in nachwachsenden Rohstoffen gespeichert ist, muss lt. Norm in der **Entsorgungsphase C** „ausgebucht“ werden. Je mehr biogener Kohlenstoff in den verbauten Materialien eingelagert ist, desto höher ist der auszubuchende Speicher. Im fiktiven How-To-Read-Beispiel werden die 2.500 tCO₂e Speicher ausgebucht, dazu kommen 500 tCO₂e tatsächliche Emissionen aus Phase C.

NUTZUNGSVERLÄNGERUNG
Je länger das Gebäude genutzt wird, desto länger wird **im Gebäude gehalten**. Für Reparatur- und Umbauarbeiten fallen geringe Emissionen an.

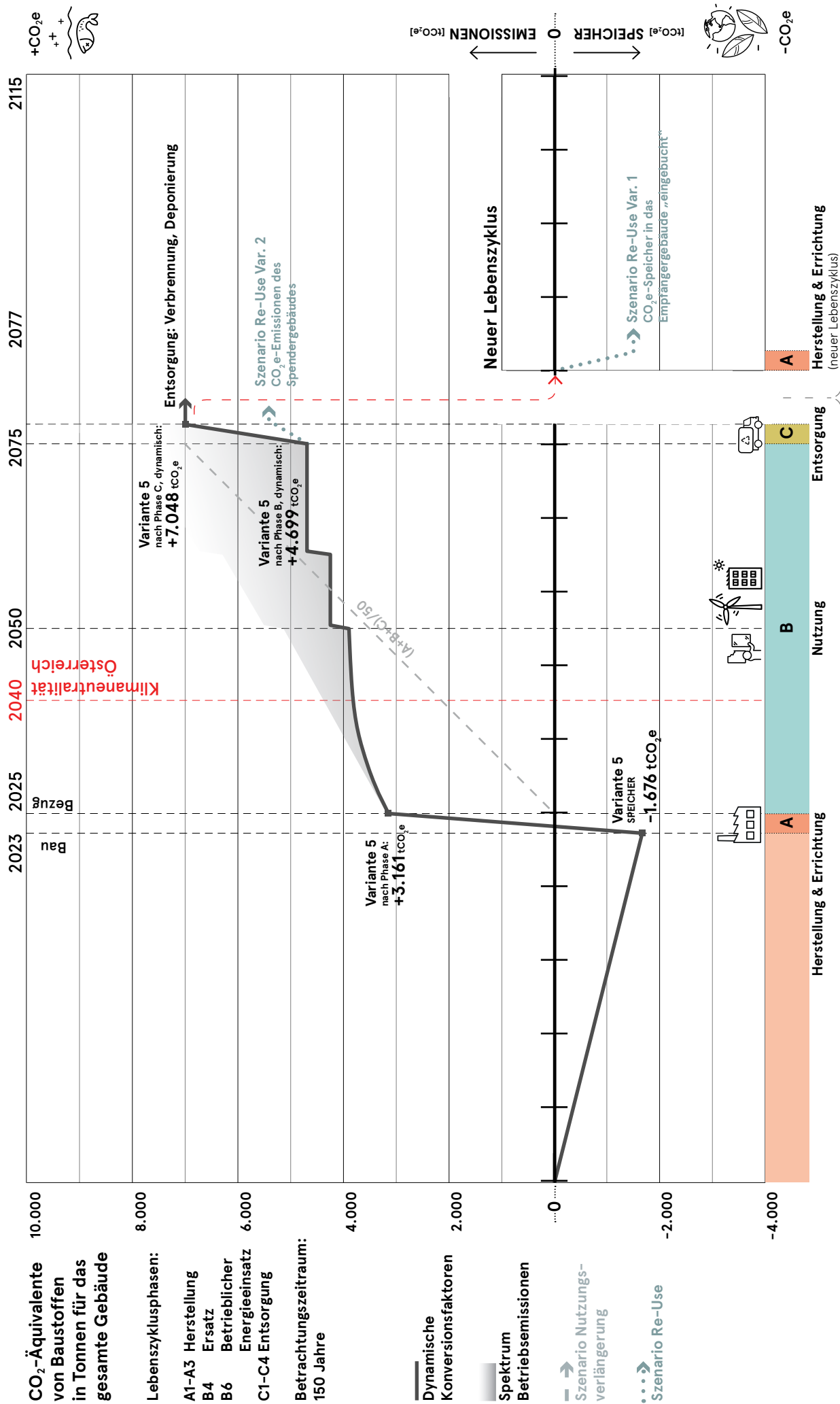
RE-USE
Durch Re-Use von organischen Baustoffen verbleibt der biogene Kohlenstoff in den Materialien. In einer Bilanz kann dies auf **zwei Arten dargestellt werden:**
Var. 1: Gesamter Speicher wird beim Spendergebäude abgebucht und in einem neuen Lebenszyklus erneut eingebucht (entspricht den normierten Bilanzierungsregeln).
Var. 2: Der Speicher verbleibt in der Bilanz des Spendergebäudes. Es werden nur die tatsächlichen Emissionen aus Phase C (Deponierung mineralischer und Verbrennung erdölbasierter Baustoffe) bilanziert (entspricht nicht der Norm).
Wichtig ist, die Darstellungsarten **nicht zu kombinieren**, um nicht CO₂-Speicher doppelt zu verbuchen.

Neuer Lebenszyklus

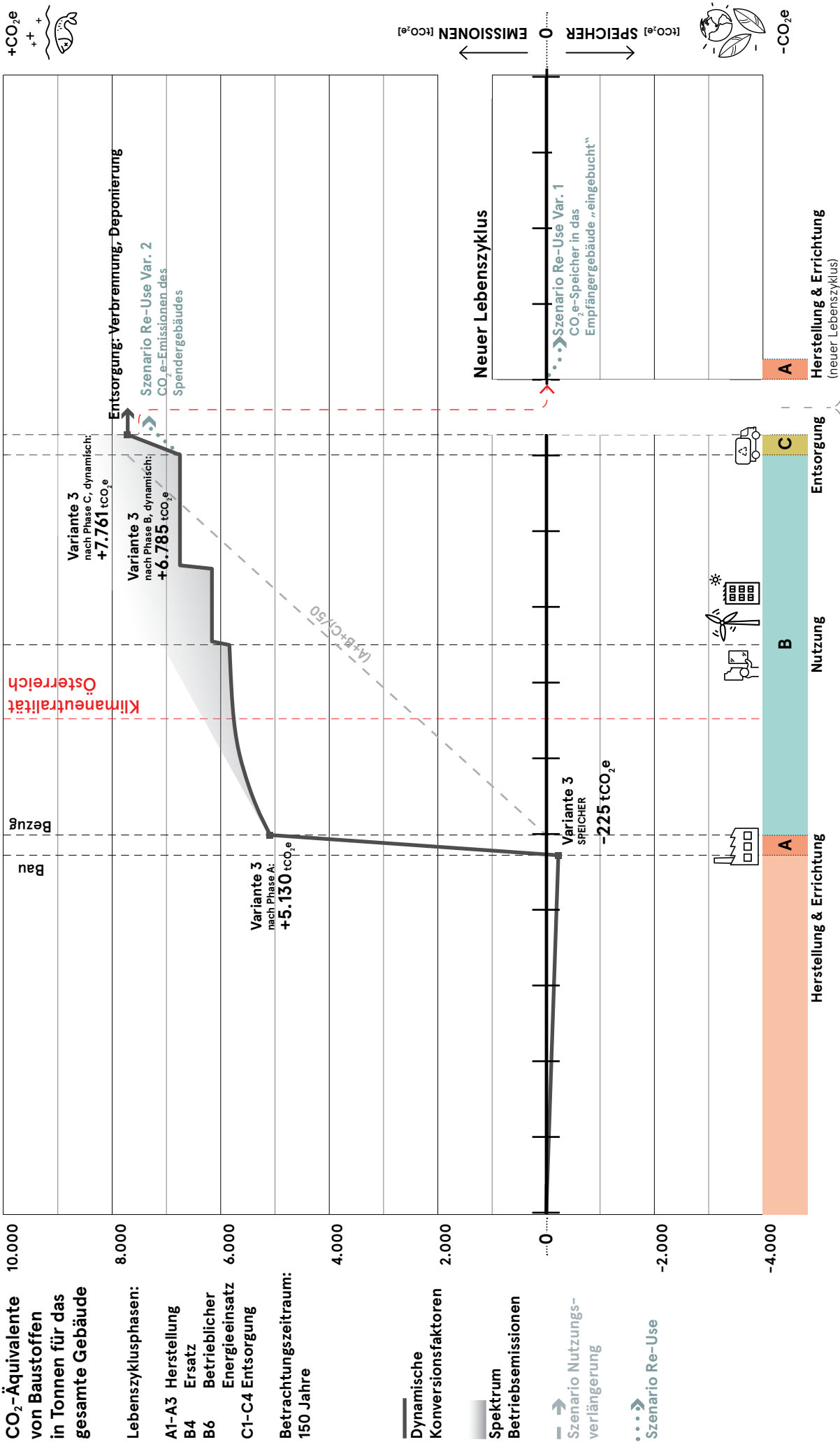


HOW TO READ

5



3 BETON MASSIV VARIANTE



7

BEWERTUNG VON RÜCKBAU UND ZIRKULARITÄT

Weil Materialkreisläufe in der Gebäude-Ökobilanzierung gemäß EN 15978 noch nicht ausreichend dargestellt werden können, entstanden in den letzten Jahren zahlreiche Zirkularitätsbewertungsverfahren, unter anderem der vom IBO im Auftrag des BBSR entwickelte BNB-Zirkularitäts-Index. Die darin verwendeten Bewertungskriterien beinhalten die Aspekte des möglichst zerstörungsfreien Rückbaus, die Trennbarkeit in sortenreine Baustoffe, bei nicht-trennbaren Materialverbünden deren Materialverträglichkeit sowie daraus resultierende Verwertungswege rückgebauter Baustoffe. Das Bewertungsverfahren kann sowohl auf Bauteil- als auch auf Gebäudeebene angewandt werden.

BNB-Methodik (IBO/BBSR)³²

Die Methode basiert auf einer Einstufung von drei Eigenschaften:

- dem **End-of-Life-Potenzial unverbaute Baustoffe** (Ausgangs-Zirkularitäts-Inventar)
- dem **Rückbaupotenzial** der Baustoffe bzw. Bauelemente (mit Fokus Trennbarkeit auf der Baustelle)
- der **Materialverträglichkeit** von Baustoffen aus aneinandergrenzenden Bauteilschichten

Daraus wird in Abhängigkeit von der Trennbarkeit und vorhandener Fremd-, Schad- und Störstoffe das **finale Zirkularitätspotenzial der rückgebauten Baustoffe** bestimmt.

Die Definition der **End-of-Life-Kategorien** orientiert sich an der Abfallhierarchie der EU-Abfallrahmen-Richtlinie mit dem

obersten Prinzip der Abfallvermeidung. Die Kategorien reichen von Wiederverwendung, Closed Loop Recycling über Recycling in offenen Kreisläufen bis hin zu Beseitigungsverfahren, die negativ eingestuft sind. Den End-of-Life-Kategorien sind Klassen von A bis G sowie zur Quantifizierbarkeit auch Punkte von 140 bis -60 zugeordnet.

Closed Loop RC (Recycling) bedeutet, dass die ausgebauten Baustoffe vollständig (bis auf unvermeidliche Prozessverluste) und ohne Qualitätsreduktion mehrmals im Kreislauf geführt werden können. Die stoffliche Identität des Primärrohstoffs bleibt dabei erhalten. **Open Loop RC** führt zu einer Auflösung der Formstruktur, es müssen wesentliche Anteile an Neumaterialien zugeführt werden (z.B. Bindemittel). Es können aber damit hochwertige Sekundär-(roh)stoffe hergestellt werden.

End-of-Life-Kategorien

Klasse	A	B	C	D	E	F	G
Abfallvermeidung	Wiederverwendung						
Stoffliche Verwertung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Closed Loop RC (CL+) erhöhte Aufwände	Closed Loop RC (CL-) erhöhte Aufwände / Open Loop RC	Open Loop RC (RC-) erhöhte Aufwände	Sonstige stoffliche Verwertung SV		
Thermische Behandlung					Energetische Verwert. EV+ hohe Energiedichte	Energetische Verwert. EV- mittlere Energiedichte	Energetische Beseitigung EB niedrige Energiedichte
Deponierung						Deponierung Inertabfälle	Deponierung nach Aufbereitung
Punkte	140	100	80	60	20	-20	-60

Abb. 7.1
 End-of-Life-Kategorien, Klassen und Punkte von neu verbaute Baustoffen

Rückbau-Kategorien

Baustoffe, Bauteilelemente bzw. Bauteile sind zerstörungsfrei rückbaubar
für Wiederverwendung geeignet

Baustoffe, Bauteilelemente bzw. Bauteile sind weitgehend zerstörungsfrei rückbaubar
nach Instandsetzung wiederverwendbar
geringfügige Materialverluste

Baustoffe sind nur zerstörend, aber ohne Fremd-, Stör- oder Schadstoffe rückbaubar
Die Form- und Materialstruktur wird bei Rückbau geschädigt,
zum Teil höhere Materialverluste

Baustoffe sind nur mit Fremd-, Stör- oder Schadstoffen verunreinigt rückbaubar
Verunreinigungen aus angrenzenden Schichten
Trennung in Aufbereitungsanlagen ist notwendig

Beispiele	Rückbau Klasse	Rückbau Punkte
z.B. Einblasdämmungen, lose Schüttungen, Türblätter	I	100
z.B. Holzwerkstoff-Platte auf Holz-Unterkonstruktion (geschraubt, leicht zugänglich)	II	75
z.B. Gipsfaserplatte Trockenestrich (bei schwimmend verlegtem Fußbodenbelag)	III	50
z.B. Stahlbetonverbund, Mauerwerk	IV	0

Abb. 7.2
Rückbau-Kategorien von Baustoffen und Bauteilen.

Das **Rückbaupotenzial** wird in vier Bewertungskategorien (I-IV) eingestuft. Von Rückbauklasse I bis III ist der rückgebaute Baustoff unbelastet von Verunreinigungen. Dafür werden Bonuspunkte vergeben. Auf Gebäudeebene spielen die konkrete Einbausituation, die Zugänglichkeit und die Lösbarkeit der Verbindungen eine wesentliche Rolle für einen effizienten Rückbau. In die Klassifizierung des Rückbaus fließt zusätzlich mit ein, ob ein Baustoff (weitgehend) **zerstörungsfrei oder nur zerstörend rückgewonnen** werden kann und ob er darüber hinaus durch **Fremd-, Stör- oder Schadstoffe verunreinigt** ist.

Kann ein **Materialverbund** nicht auf der Rückbau-Baustelle getrennt werden, wird geprüft, ob die Verunreinigungen wesent-

liche **Auswirkungen auf das Verwertungsszenario** des Hauptstoffes haben. Ist das der Fall, erfolgen höhere oder geringere Abzüge in der Bewertung des **finalen Zirkularitätspotenzials**, unter anderem für erhöhte Materialverluste, Aufbereitungs- und Trennaufwände oder reduzierte Rezyklat-Qualität (siehe Abb. Punkteabzüge).

Verunreinigungen werden dabei in vier Fremd- oder Störstoffkategorien eingeteilt (S1 bis S4). S1 bedeutet, dass anhaftende Schichten monomateriell sind und der Verwertungsweg ident zum Hauptstoff ist. Unverträgliche Störstoffe der Kategorie S4 hingegen führen zu deutlichen Abstufungen der End-of-Life-Option des Hauptmaterials. Fremd- und Störstoffe werden additiv erfasst.

Materialverträglichkeit / finales Zirkularitätspotenzial

Kürzel	Fremd- oder Störstoffkategorie	Zirkularitätspotenzial des unverbauten Baustoffs						
		A	B	C	D	E	F	G
		140	100	80	60	20	-20	-60
S1	Monomaterial	0	0	0	0	0	0	0
S2	Fremdstoff	0	-5	-5	-10	-10	-10	-10
S3	Beeinträchtigender Stör-/Schadstoff	0	-20	-20	-20	-20	-20	0
S4	Unverträglicher Stör-/Schadstoff	0	Neueinstufung erforderlich					

Abb. 7.3
Punkteabzüge in Abhängigkeit der Fremd- oder Störstoffkategorie und des Zirkularitätspotenzials des Baustoffs

Zirkularitätsbewertung Vis-à-Vis

Die Rückbaufähigkeit und das Kreislaufpotenzial der bei Vis-à-Vis verbauten Baustoffe wurden mit dem BNB-Zirkularitäts-Index untersucht. Volumen- und massengewichtete Auswertungen wurden **einzeln für alle Bauteile** und **aggregiert auf Gebäudeebene** durchgeführt und die Ergebnisse mit einer klassischen Stahlbeton-Massivbauweise verglichen. Dabei zeigen sich wesentliche Vorteile der gewählten Bauweise.

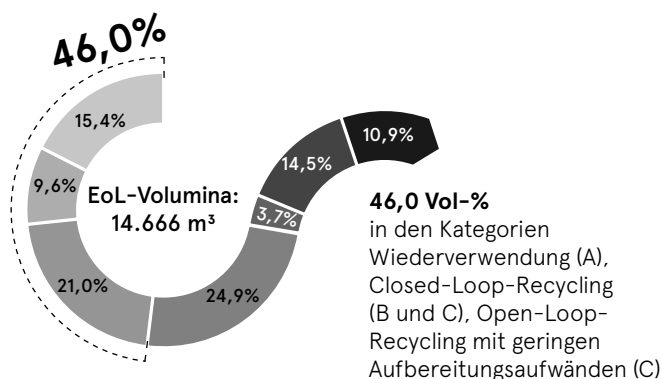
Bewertung auf Gebäudeebene

Die Zirkularitätsbewertung auf Gebäudeebene berücksichtigt alle im Gebäude verbauten Materialien in Hinblick auf ihre Verwertungsoptionen nach einem selektiven Rückbau. Die **Ergebnisse der End-of-Life-Klassen sind volumsbezogen** dargestellt. Um die Ergebnisse einzuordnen, werden sie der Zirkularitätsbewertung eines konventionellen Stahlbetonbaus gleicher Größenordnung gegenübergestellt.

5 GEBAUT VIS-À-VIS VARIANTE

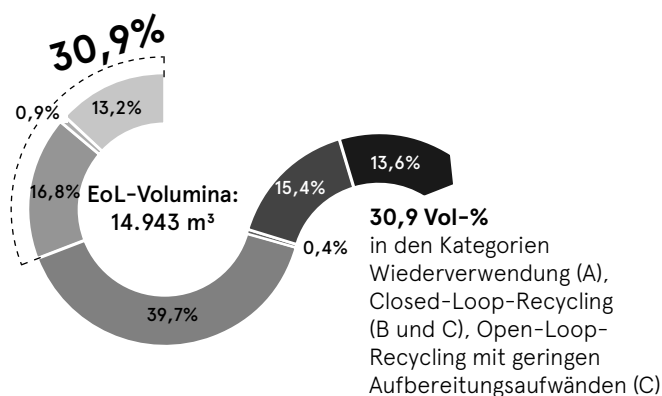
Materialvariante 5 Bewertung auf Gebäudeebene

Die gewählte Bauweise punktet damit, dass insbesondere Dämmstoffe so verbaut sind, dass sie zerstörungsfrei rückbaubar sind und das Potenzial für Re-Use haben. Die gewählten Baustoffe können aufgrund geringerer Störstoffanteile zu Sekundärstoffen höherer Qualität verarbeitet bzw. mit geringerem Aufwand aufbereitet werden.



3 BETON- MASSIV VARIANTE

Materialvariante 3 Bewertung auf Gebäudeebene



Bewertung auf Bauteilebene

Der Außenwand-Vergleich zeigt, dass Stahlbeton-Bauteile sowohl in der Variante mit Wärmedämmverbundsystem als auch mit der vorgehängten Fassade nur zerstörend oder teilzerstörend und mit Störstoffen behaftet rückbaubar sind.

Für die **Holzriegel-Fertigteilelemente** können im Minimum Re-Use-Szenarien für alle verwendeten Dämmstoffe angesetzt werden. Der Rückbau ist **für alle wesentlichen Bauteilkomponenten entweder zerstörungsfrei oder zumindest zerstörungsarm** möglich.

Bei den Geschoßdecken weist die Stahlbetondecke ein schlechteres Rückbaupotenzial als die Brettsperrholzdecke auf, da letztere potenziell zerstörungsarm rückbaubar ist.

In Bezug auf das finale Zirkularitätspotenzial weisen beide Konstruktionen aufgrund des verwendeten **Zement-Heizestrichs** (keine sortenreine Trennbarkeit der TGA-Komponenten vom Estrich auf der Rückbaubaustelle möglich) und des **organisch-mineralischen Kompositmaterials für die Schüttungen** eine volumengemittelte Einstufung in die **EoL-Klasse E** auf. Der Alternativaufbau mit loser „gefaster“ Schüttung, Trockenestrich und Dielenboden auf Sparschalung stellt – sowohl, was das Rückbau- als auch das Zirkularitätspotenzial anlangt – eine wesentliche Verbesserung dar, wurde allerdings aus Kostengründen nicht umgesetzt.

Bauteile	Rückbau- punkte (V)	Rückbau- Klasse (V)	Zirkularitäts- punkte (V) °	Zirkularitäts- Klasse
° mit Wiederverw.-Szenarien				
 Außenwand Stahlbetonfertigteile mit EPS-Putzfassade (Wärmedämmverbundsystem)	0,0	IV	-9,0	E/F
 Außenwand Stahlbetonfertigteile mit vorgehängter Holzfassade	4,4	IV	33	D/E
 Außenwand Holzriegelkonstruktion mit hinterlüfteter Holzfassade	84,2	I/II	112,3	A/B
 Geschoßdecke Stahlbetonfertigteile mit zementgebundener Schüttung und Zement-Heizestrich	7,1	IV	12,1	E
 Geschoßdecke Brettsperrholz mit elastisch gebundener Schüttung und Zement-Heizestrich	38,9	III	19,4	E
 Alternativaufbau: Geschoßdecke Brettsperrholz lose Schüttung und Trockenestrich	81,0	II	102,9	B

Re-Use im Wohnhaus Vis-à-Vis

Die Wiederverwendung von Bauteilen und Gebäudekomponenten, die aus Abbruchgebäuden oder bei Sanierungen ausgebaut werden, kann zu erheblichen Ressourceneinsparungen führen.

In einer Kooperation mit den Re-Use-Spezialist*innen materialnomaden wurden Möglichkeiten der ressourcenschonenden Ausstattung von Gemeinschaftsräumen mit Re-Use-Elementen und -Materialien entwickelt.

Obwohl der „verwertungsorientierte Rückbau“ in Österreich durch die Recycling-Baustoffverordnung bereits vorgeschrieben ist, wird er in der Praxis nur eingeschränkt umgesetzt. Eine große Herausforderung bei der Wiederverwertung ist die Materialaufbereitung: **Viele Baustoffe sind verklebt oder anderweitig dauerhaft miteinander verbunden**, sodass eine **Zerlegung in Einzelkomponenten nur mit großem Aufwand** möglich ist. Um in Zukunft die Verwertung – im besten Fall die Wiederverwendung – von Bauteilen zu erleichtern, sollte dies bereits in der Planung berücksichtigt werden. Wichtig ist, dass die **Materialien sortenrein und ohne Beschädigung ausgebaut werden können**. Herausfordernde Aspekte sind insbesondere Zulassungsverfahren und Prüfungen wiederverwendeter Bauprodukte sowie Haftungs- und Gewährleistungsfragen bei Re-Use in Gebäuden.

Der Einsatz von **Re-Use-Komponenten in der Primärkonstruktion hat ökologisch die größten Auswirkungen**. In der aktuellen Baupraxis ist dies aber noch wenig etabliert. Der Innenausbau spielt in ökologischer Hinsicht hingegen nur eine untergeordnete Rolle. Bei Vis-à-Vis stellte die Verwendung nachwachsender Rohstoffe in der Primärkonstruktion bereits eine große rechtliche und wirtschaftliche Herausforderung dar. Die Verwendung von wiederverwendeten Materialien beschränkt sich **daher auf den Innenausbau der Gemeinschaftsbereiche**.

Gemeinsam mit den **materialnomaden** lernte die Baugruppe in einer Workshopreihe die Herausforderungen und Möglichkeiten des Einsatzes von wiederverwendeten Elementen kennen. Es wurden Grundlagen der „Materialernte“ und Planung erarbeitet. Um den Entwurf der Re-Use-Elemente an den verfügbaren Materialien orientieren zu können, widmete sich die Baugruppe auch dem Scouting und der Dokumentation von wiederverwendbaren Materialien.

Vis-à-Wien-Mitglieder gingen an zwei Orten auf **Materialernte**: Deckenpaneele, Haltegriffe und Gepäckablagen für die Konstruktion von Regalen wurden aus einer **alten ÖBB-Zuggarnitur** ausgebaut. Aus einem **Hotel** wurden Vorhänge, Pölster, Holzelemente und buntes Bleiglas entnommen, um daraus Trennwände, Aufbewahrungselemente, Sitzkissen sowie eine Deckenlampe zu gestalten.

Nach dem Vorbild der materialnomaden wurde außerdem eine **baugruppeninterne Sammlung von Re-Use-Gegenständen** aufgebaut. Seit Anfang 2024 werden hier verschiedene Einrichtungsgegenstände und Materialien, die Baugruppen-Mitglieder privat nicht mehr benötigen, aufgelistet und dokumentiert. Zwei Arbeitsgruppen – die Neigungsgruppen „Architektur“ und „Sharing und Betriebskonzepte“ – sichten diese Angebote und planen diese in die Ausstattung der Gemeinschaftsräume ein.

Um den Re-Use-Gedanken weiterzutragen, hat Vis-à-Wien im Rahmen des vereinsinternen Austauschformats KlimaTische einen gut besuchten **Workshop zum Thema Küchen in Re-Use-Bauweise** veranstaltet. Hier wurden Erfahrungen und Kenntnisse zu Re-Use reflektiert und diskutiert, wie wiederverwendete Möbel in den einzelnen Wohnungen zum Einsatz kommen können.

Die Zusammenarbeit mit den materialnomaden ermöglichte der Baugruppe, ökologische Aspekte in die eigene Wohnraumgestaltung zu integrieren. In den gemeinschaftlichen, kokreativen Re-Use-Prozessen wurden neue Nutzungen für gebrauchte Materialien entwickelt. **Re-Use-Materialien in größerem Umfang umzusetzen**, beispielsweise bei Oberflächen, Böden oder gesamten Küchenausstattungen, **gelang jedoch nicht**. Dafür gibt es mehrere Gründe: Die **Lagerung und der Transport** zwischen Materialernte und Einbau sind mit **hohem Aufwand**

verbunden. Die fehlende Gewährleistung für die verwendeten Materialien stellt ein zusätzliches Risiko dar.

Obwohl Re-Use-Optionen manchmal kostengünstiger erscheinen, wurde der **Aufwand für die Materialernte** und die erforderliche **Anpassung an die spezifischen Bedürfnisse** als signifikante Herausforderung angesehen. Die Gestaltung, Individualisierung und Anpassung der Materialien sind **zeitintensiv und verursachen hohe Kosten.**

Zudem ergaben sich **Zielkonflikte:** Die Vision der Baugruppe beinhaltet nicht nur das Ziel, ökologische Materialien zu verwenden, sondern auch, soziale Nachhaltigkeit durch Niederschwelligkeit, Leistbarkeit und Barrierefreiheit zu berücksichtigen. Dementsprechend sollte die Grätzlküche barrierefrei gestaltet werden und auch für Rollstuhlfahrende und Kinder nutzbar sein, z.B. durch unterfahrbares Mobiliar oder niedrigere Arbeitsflächen. Hierfür konnten keine geeigneten Re-Use-Materialien gefunden werden.



Abb. 7.4 (links)
Die materialnomaden stellen ihre Arbeitsweisen und ihr Materiallager vor.

Abb. 7.5 (mittig)
Abb. 7.6 (rechts)
Materialernte in einem Hotel für Aufbewahrungselemente und Sitzobjekte.



Abb. 7.7
Materialernte in einer ÖBB-Zuggarnitur.

8

LEBENSZYKLUSBILANZ

Die Kombination der drei Lebenszyklusphasen A, B und C ergibt ein Gesamtbild aller CO₂e-Emissionen, die ein Gebäude verursacht, und des CO₂-Speichers im Gebäude.

Der Vergleich der fünf Materialvarianten zeigt die deutlichen Unterschiede, die sich durch die Verwendung nachwachsender bzw. mineralischer und synthetischer Baustoffe ergeben. Klar wird außerdem die Bedeutung der Lebenszyklusphase A zur Erreichung der Klimaziele (Klimaneutralität bis 2040 in Wien und bis 2050 in Europa).

Das Diagramm des Gesamt-Lebenszyklus zeigt **drei Teile, die jeweils einen Zeitraum von rund 50 Jahren abdecken**: die Herstellung und Errichtung inkl. Vorlauf, die Nutzung und der Rückbau inkl. „Nachleben“.

Der erste Teil umfasst die Herstellung und die Errichtung eines Bauwerks. Die tatsächliche Herstellung der Baustoffe dauert zwar nicht 50 Jahre lang, hat aber einen Vorlauf: Die **Einlagerung von biogenem Kohlenstoff während der Wachstumsphase** von Rohstoffen wie Holz ist ein **kontinuierlicher Prozess**. Ein nicht bewirtschafteter Wald lagert etwa 150 Jahre lang Kohlenstoff ein und gibt diesen danach über einen ähnlichen Zeitraum durch Zerfall als CO₂ wieder ab. Danach beginnt der Zyklus von neuem. In einem bewirtschafteten Wald wird der Zyklus nach 60 bis 150 Jahren unterbrochen, wenn Holz entnommen wird. Der Kohlenstoff wird nicht durch Zerfall freigesetzt, sondern bleibt im Rohstoff gebunden, bis das Holz z.B. thermisch verwertet wird.³³

Unmittelbar vor dem Beginn der Baustoff-Herstellung und bevor durch Produktion und Transporte Emissionen entstehen, ist der CO₂-Speicher, der einem Gebäude zugeschrieben werden kann, am größten. Der Vergleich der fünf Materialvarianten zeigt, dass der **gespeicherte Kohlenstoff die Netto-Emissionen in Phase A** in den Varianten 1 und 5 **deutlich reduziert** und in der Best-Case-Variante 4 sogar **mehr als ausgleicht**.

Die Varianten 2 und 3, bei denen überwiegend mineralische und synthetische Produkte verbaut sind, haben kein oder kaum gespeichertes Kohlenstoff-Budget, das gegengerechnet werden kann.

Da die Materialvarianten jeweils mit den gleichen Haustechnik-Systemen bilanziert wurden, gibt es in der **Nutzungsphase B wenig Unterschiede**. Der Ausschlag, den der Austausch von Gebäudekomponenten am Ende ihrer Nutzungsdauer verursacht, differiert geringfügig. Die Logik entspricht Phase A: Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen fließen mit einem Speicher- und einem Emissionsanteil in die Bilanz ein, konventionelle Baustoffe verursachen nur Emissionen. Der Kohlenstoffspeicher des auszutauschenden Produkts muss allerdings ausgebucht werden.

Die betriebsbedingten Emissionen hängen sehr stark von der zukünftigen Entwicklung des Energiesektors ab.

Mit den **heutigen Konversionsfaktoren** der Energieträger Strom und Fernwärme würde der Betrieb am Ende der angenommenen 50-jährigen Nutzungsdauer **ca. 36% der Emissionen bei Materialvariante 3 und ca. 47% bei Variante 5** ausmachen. Diese Rechnung ist aber **unrealistisch**, weil zu erwarten ist, dass die **Dekarbonisierung der Energieträger fortschreiten** wird. Der Anteil der betriebsbedingten Emissionen wird dann deutlich kleiner.

Das in Kapitel 5 beschriebene Szenario für dynamische Konversionsfaktoren (Klimaneutralität Fernwärme bis 2040 und Strom bis 2050) ist zwar sehr optimistisch, dürfte aber der Realität näher kommen.

Die Lebenszyklusbilanzen für Klimademo Vis-à-Vis sind **daher mit dynamischen Konversionsfaktoren berechnet**. Die betriebsbedingten Emissionen machen in diesem Fall **nur mehr 11% der Emissionen nach Lebenszyklusphase B bei Variante 3 und 16% bei Variante 5 aus**.

Die Bilanzierung des Rückbaus weist, wie in Kapitel 6 beschrieben, methodische Schwächen auf: Es fehlen langjährige Erfahrungen und es ist schwierig, weit in die Zukunft reichende Prognosen mit einer einzelnen, konkreten Zahl auszudrücken. Normgemäß muss der **gesamte biogene Kohlenstoff**, der dem Gebäude im Vorlauf von Phase A zugeordnet wurde, **in Phase C ausgebucht werden**. In der Entsorgungsphase verursachen Gebäuden mit einem hohen Anteil nachwachsender Rohstoffe deshalb rechnerisch deutlich mehr Emissionen als konventionelle Gebäude. Der Abstand zwischen den fünf Vis-à-Vis-Materialvarianten verringert sich dadurch. **Insgesamt ist die Lebenszyklusbilanz der Varianten 1, 4 und 5 allerdings auch nach Phase C niedriger als die der Varianten 2 und 3**. Zusätzlich entwickelte Szenarien wie Re-Use von Baustoffen, Verlängerung der Nutzungsdauer oder Pyrolyse von organischen Stoffen (s. Kapitel 6) zielen darauf ab, den Nachteil nachwachsender Rohstoffe in Phase C zu reduzieren und Kohlenstoff länger zu binden.

Die **Zeitachse der Lebenszyklusbilanz** verdeutlicht die **Rolle der Herstellungs- und Errichtungsphase für die Einhaltung der Klimaziele**. In den Jahren 2040 und 2050, also 15 bzw. 25 Jahre nach Bezug, ist der Anteil der kontinuierlich ansteigenden nutzungsbezogenen Emissionen vergleichsweise gering. Im Szenario mit dynamischen Konversionsfaktoren machen die Emissionen aus Phase B generell nur mehr einen kleinen Bruchteil der Gesamtemissionen aus. Dagegen sind die Emissionen aus Phase A **zu diesen Zeitpunkten bereits vollständig in die Atmosphäre gelangt**.

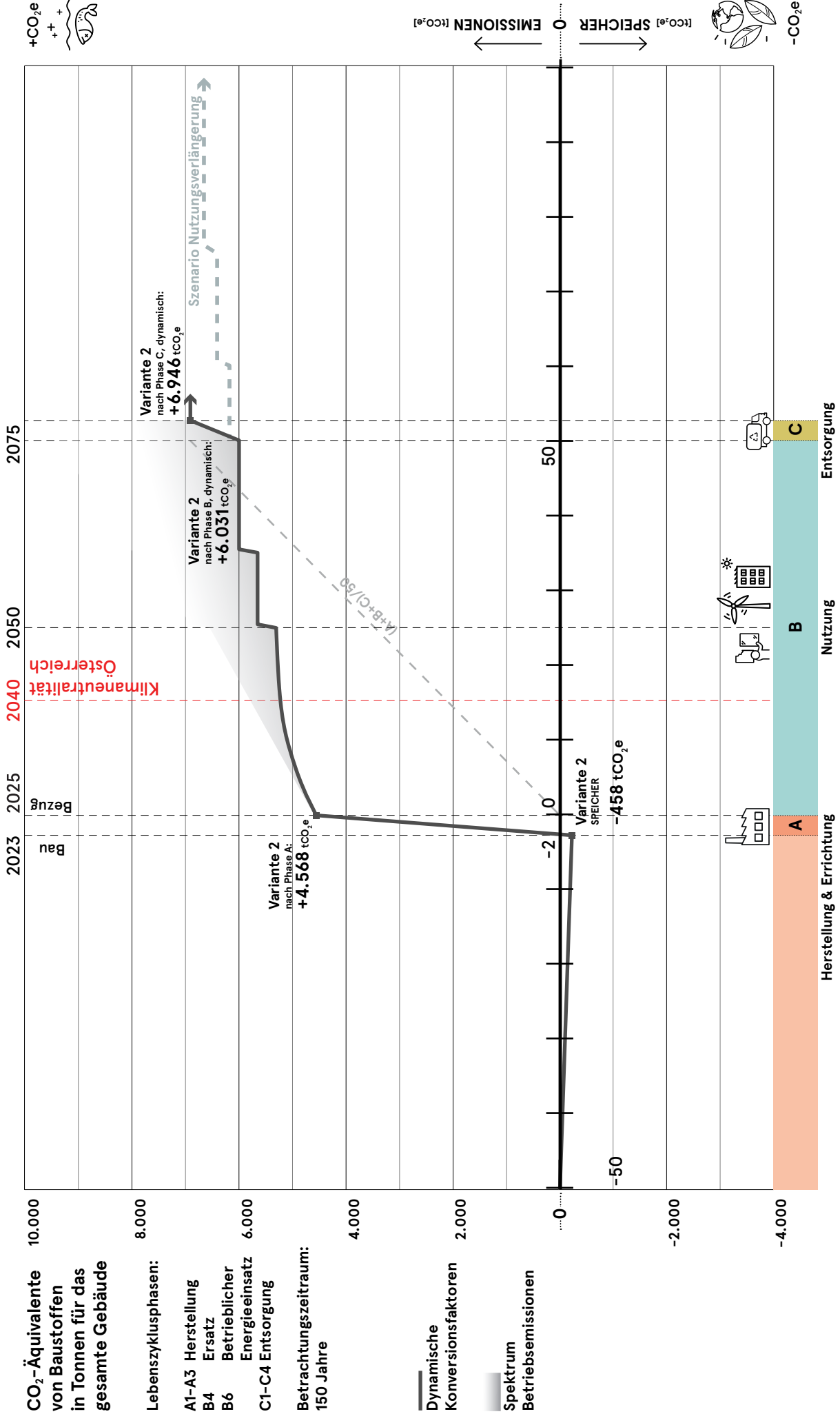
Es ist daher wichtig, Emissionen in Berechnungen, Richtwerten oder in Grafiken **nicht linear über die Nutzungsdauer von 50 Jahren aufzuteilen**. Eine solche Darstellung ist irreführend und verortet Umweltauswirkungen zeitlich nicht an den Stellen, an denen sie entstehen. Die rechnerische Aufteilung der sprunghaften Emissionen aus Phase A auf den restlichen Lebenszyklus führt dazu, dass **über einen langen Zeitraum die bereits emittierte CO₂-Menge höher ist**, als es in der linearen Darstellung **ablesbar ist**.

Globale Klimaschutzmaßnahmen gehen davon aus, dass zur Erreichung definierter Ziele und zur Vermeidung von Kipppunkten in bestimmten Zeiträumen nur mehr bestimmte CO₂-Budgets emittiert werden dürfen. Um dem Rechnung zu tragen, ist die präzise zeitliche Verortung von CO₂-Emissionen in Ökobilanzen wichtig.

VARIANTE 2:
LEBENSZYKLUSBILANZ
DES GEBÄUDES

2
BETON
SKELETT
VARIANTE

BEI BEZUG:
+4.568 tCO_{2,e} EMISSIONEN
NACH 50 JAHREN NUTZUNG:
+6.031 tCO_{2,e} EMISSIONEN
NACH RÜCKBAU:
+6.946 tCO_{2,e} EMISSIONEN



VARIANTE 3: LEBENSZYKLUSBILANZ DES GEBÄUDES

3
 BETON
 MASSIV
 VARIANTE

BEI BEZUG:

+5.130 tCO₂e EMISSIONEN

NACH 50 JAHREN NUTZUNG:

+6.785 tCO₂e EMISSIONEN

NACH RÜCKBAU:

+7.761 tCO₂e EMISSIONEN

CO₂-Äquivalente
von Baustoffen
in Tonnen für das
gesamte Gebäude

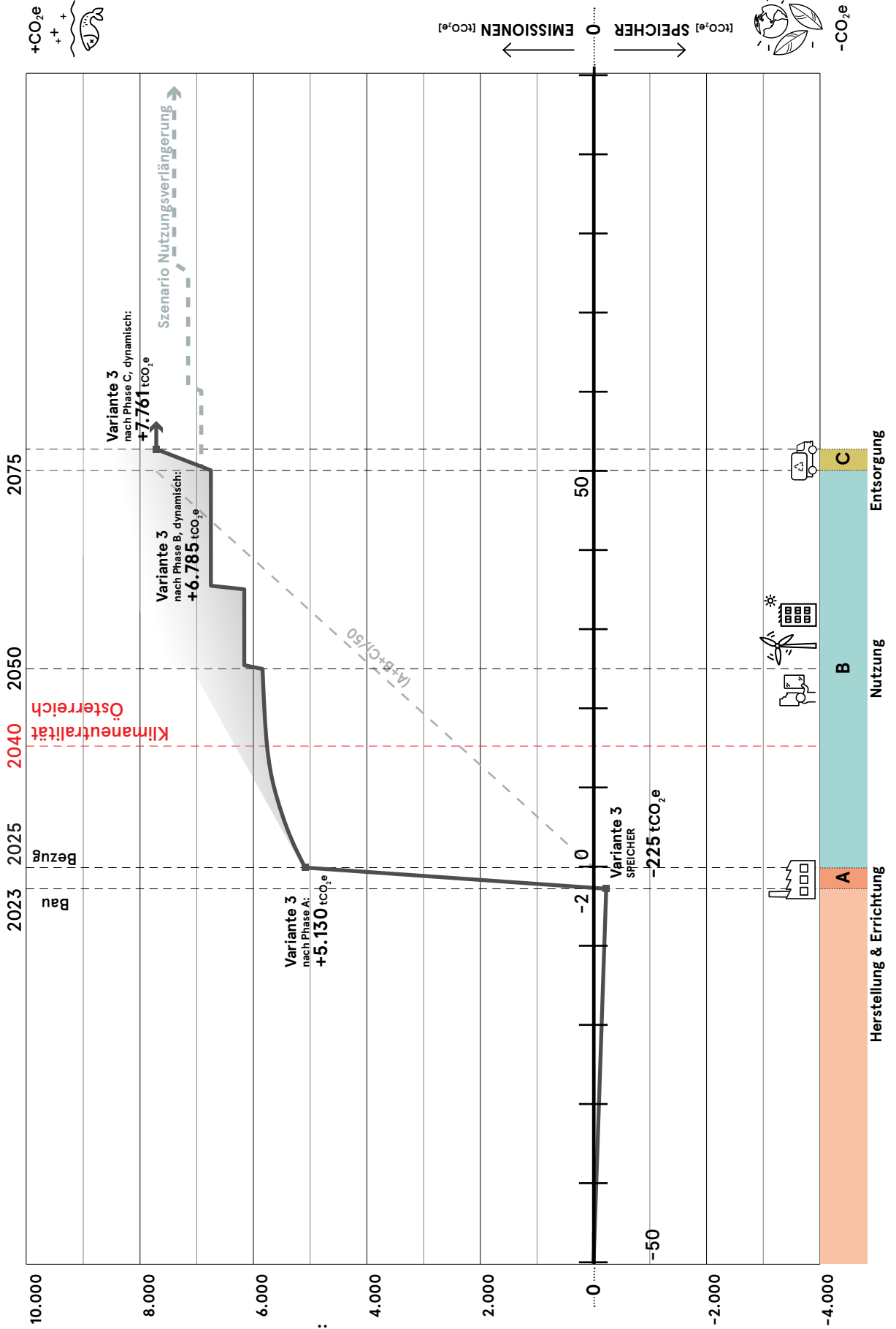
Lebenszyklusphasen:

A1-A3 Herstellung
 B4 Ersatz
 B6 Betrieblicher
 Energieeinsatz
 C1-C4 Entsorgung

Betrachtungszeitraum:
150 Jahre

Dynamische
Konversionsfaktoren

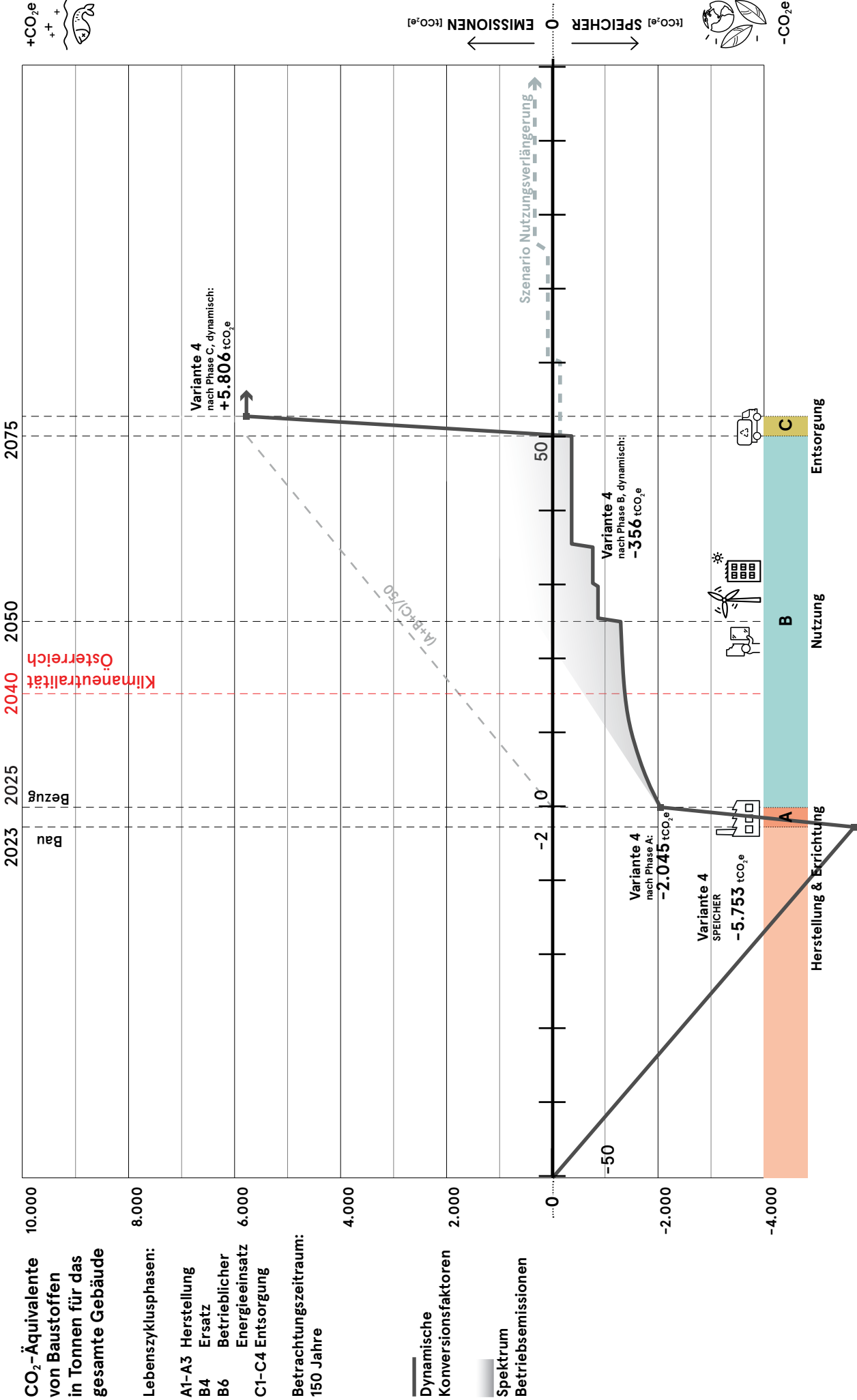
Spektrum
Betriebsemissionen



VARIANTE 4:
LEBENSZYKLUSBILANZ
DES GEBÄUDES

4
BEST
CASE
VARIANTE

BEI BEZUG:
-2.045 tCO₂e SPEICHER
NACH 50 JAHREN NUTZUNG:
- 356 tCO₂e SPEICHER
NACH RÜCKBAU:
+5.806 tCO₂e EMISSIONEN

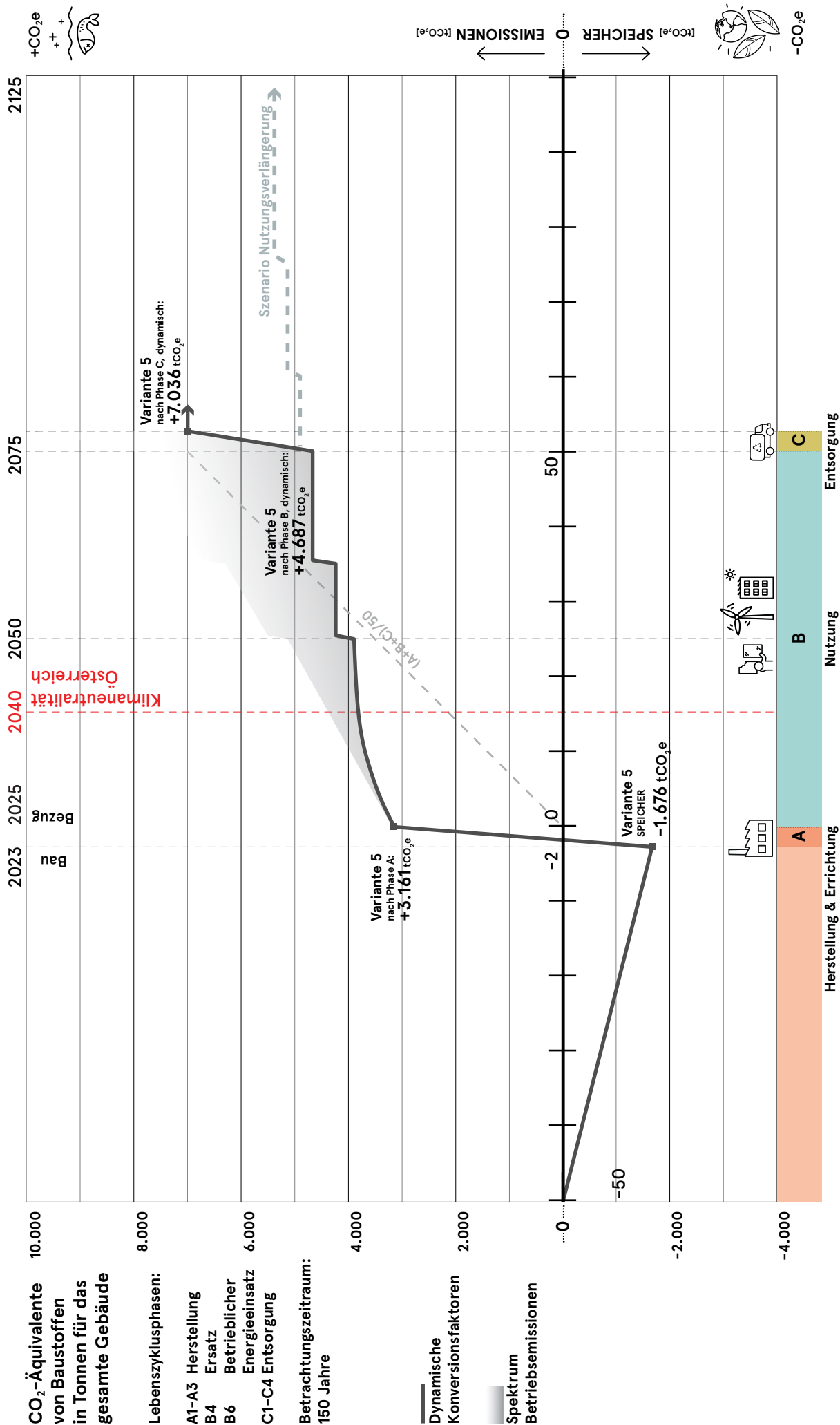


5
GEBAUT
VIS-À-VIS
VARIANTE

+3.161%

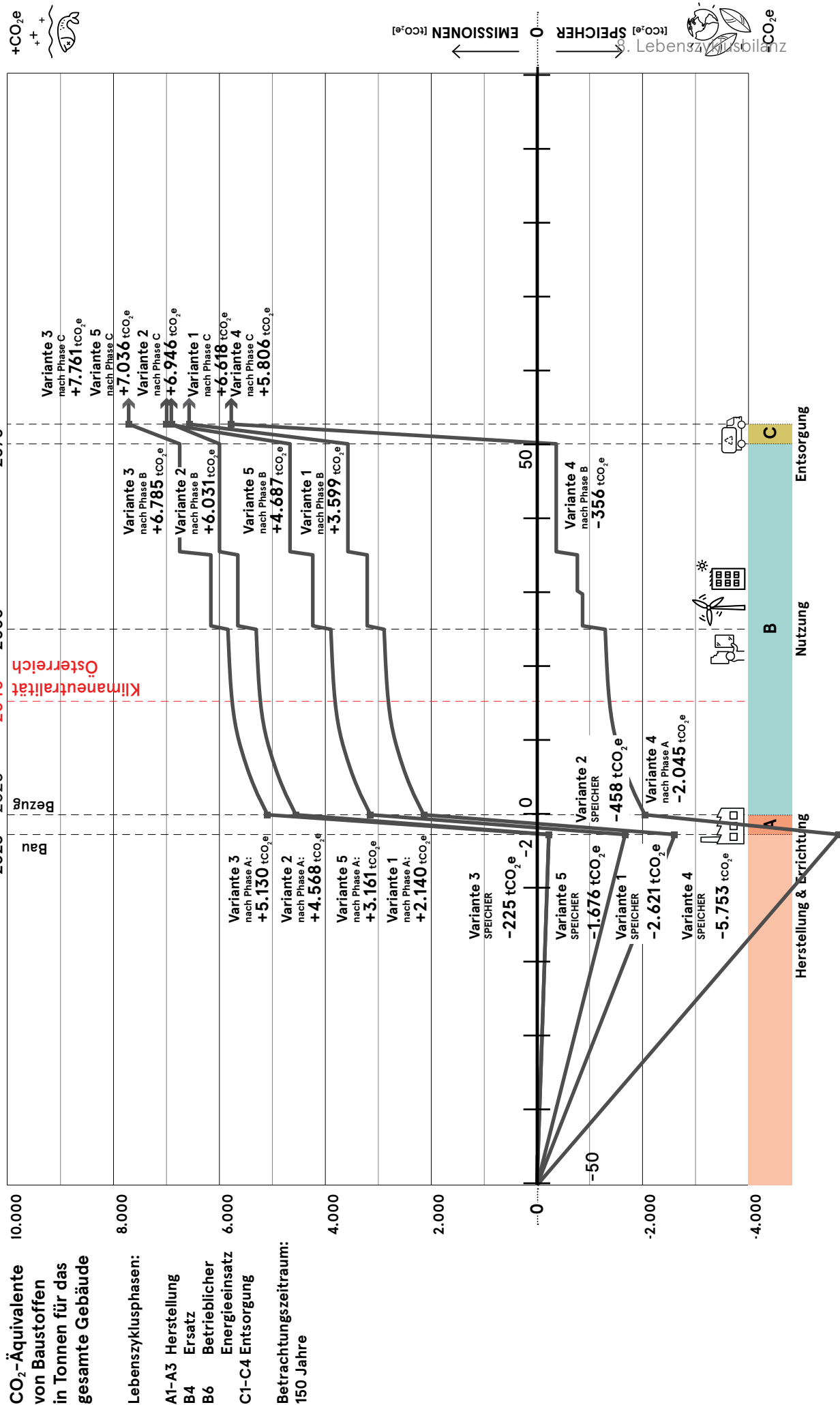
NACH 50 JAHREN NUTZUNG:
+4.687 tCO₂e EMISSIONEN

NACH RÜCKBAU:
+7.036_{tcO₂e} EMISSIONEN



VARIANTE ÜBERLAGERT: LEBENSZYKLUSBILANZEN DES GEBÄUDES

- 1 PLAN
VIS-A-VIS
VARIANTE
- 2 BETON
SKELETT
VARIANTE
- 3 BETON
MASSIV
VARIANTE
- 4 BEST
CASE
VARIANTE
- 5 GEBAUT
VIS-A-VIS
VARIANTE



9 EMISSIONSREDUKTION UND KONSUMVERHALTEN

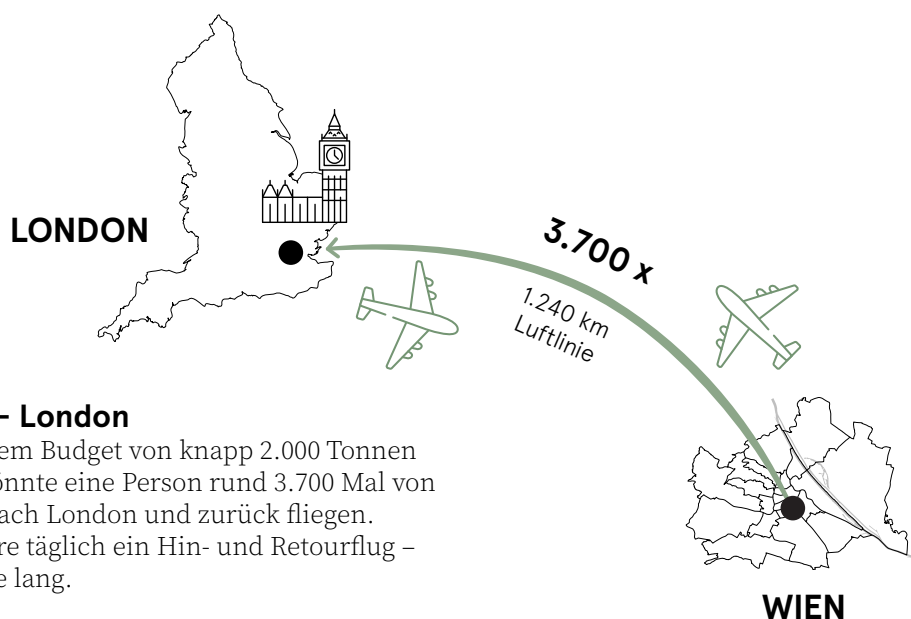
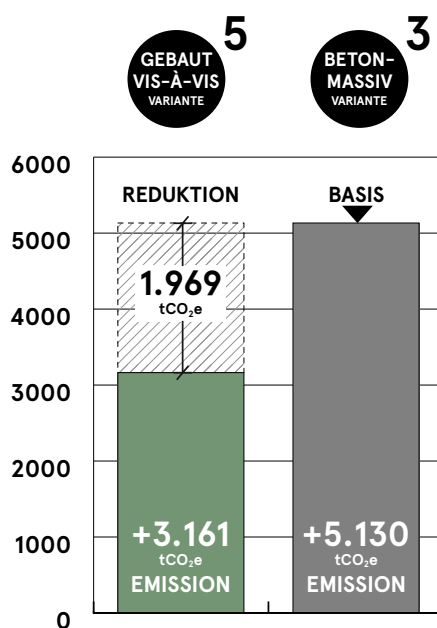
Die Kennzahl „CO₂-Äquivalent“ gibt den Beitrag von Produkten, Baustoffen – oder eines gesamten Gebäudes – zur globalen Erwärmung an.

Greifbar wird die Wirkung ökologischen Bauens durch diese Quantifizierung noch nicht. Um ein Gefühl für den Umfang der CO₂e-Emissionen zu bekommen, die bei Vis-à-Vis im Vergleich zu einer konventionellen Bauweise eingespart wurden, werden sie exemplarisch in konsumbedingte Emissionen wie Flüge oder Autofahrten übersetzt.

Reduktionspotenziale

Als Grundlage für den Vergleich zwischen Emissionen, die durch Vis-à-Vis verursacht werden, und Emissionen, die durch Konsum entstehen, dient die Differenz zwischen dem umgesetztem Gebäude (Materialvariante 5) und einem konventionellen Stahlbeton-Gebäude (Materialvariante 3) zum Zeitpunkt des Bezugs im Sommer 2025, also nach Lebenszyklusphase A.

Für konsumbedingte Emissionen werden Daten des Umweltbundesamts Deutschland herangezogen³⁴.

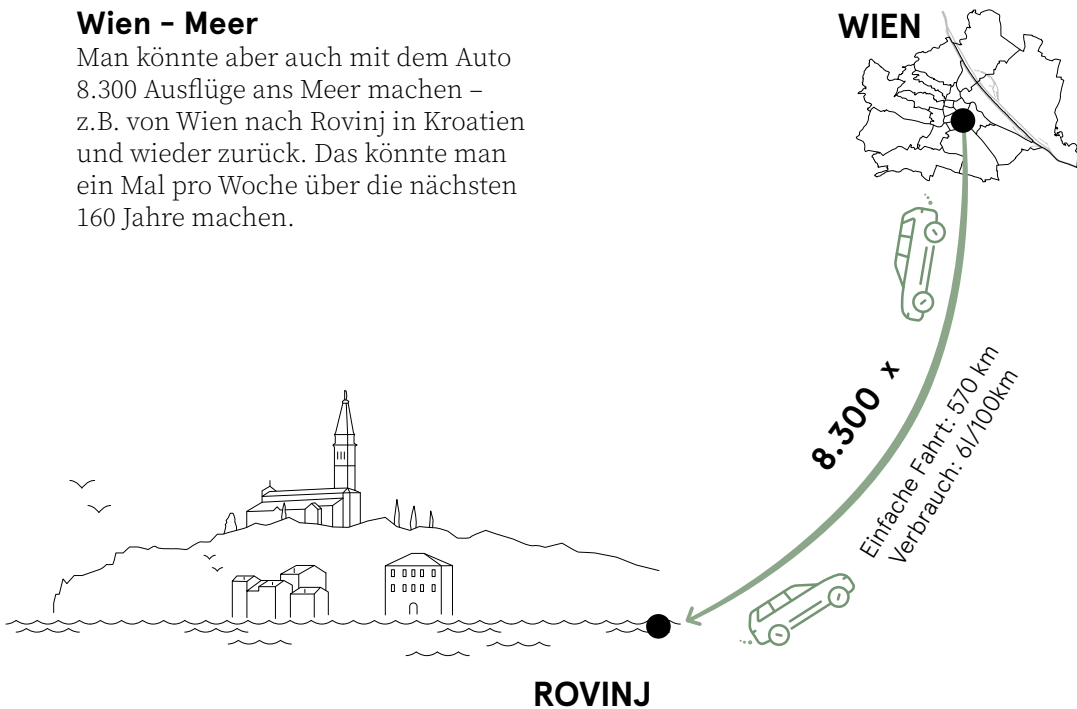


Wien - London

Mit einem Budget von knapp 2.000 Tonnen CO₂e könnte eine Person rund 3.700 Mal von Wien nach London und zurück fliegen. Das wäre täglich ein Hin- und Retourflug – 11 Jahre lang.

Wien - Meer

Man könnte aber auch mit dem Auto 8.300 Ausflüge ans Meer machen – z.B. von Wien nach Rovinj in Kroatien und wieder zurück. Das könnte man ein Mal pro Woche über die nächsten 160 Jahre machen.



113 PKW

= 1 PKW pro Wohneinheit
Einfache Fahrt: 40.000 km
Verbrauch: 6l/100km

Um die Welt

Angenommen, statt einer einzelnen Person möchten alle Bewohner*innen von Vis-à-Vis gemeinsam einen Ausflug machen: 113 PKWs, einer für jede Wohnung, könnten mit der Differenz zwischen der umgesetzten und der konventionellen Vis-à-Vis-Variante mehr als zwei Mal um die Welt fahren.

10

INTERPRETATION UND FAZIT

Das Gebäude Vis-à-Vis erreicht zwar keine vollständige CO₂-Neutralität, aber eine deutliche Reduktion der Emissionen gegenüber konventionellen Bauweisen. Da in der Lebenszyklusphase A (Herstellung und Errichtung) mittlerweile mehr Emissionen entstehen als in der Lebenszyklusphase B (Nutzung), wurde vor allem versucht, auf Baustoff-Ebene Verbesserungen zu erzielen.

Das Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen ist zwar politisch gewollt. Vor allem bei großmaßstäblichen Gebäuden sind dafür jedoch zahlreiche rechtliche und wirtschaftliche Hürden zu meistern.

Klimaneutralität Vis-à-Vis

Die vollständige CO₂-Neutralität wurde für Vis-à-Vis **nicht erreicht**. Geltende Brandschutzbestimmungen, aber auch statische Erfordernisse und die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eines geförderten Wohnbaus machen es für Gebäude in der Größenordnung von Vis-à-Vis in Österreich aktuell sehr herausfordernd, Klimaneutralität umzusetzen.

Im Vergleich zu einem konventionellen Gebäude sind die Emissionen aus der Herstellung und Errichtung mit der ursprünglich geplanten Materialvariante 1 aber um fast 60%, mit der realisierten Variante 5 um 40% geringer.

Phase A ist wichtiger als Phase B

Der **Zeitpunkt, zu dem Emissionen freigesetzt werden**, ist für die Erreichung der Klimaziele entscheidend. Im Neubau spielt insbesondere die Lebenszyklusphase A eine zentrale Rolle:

In den Bilanzen wird sichtbar, dass bei der Herstellung und Errichtung von Gebäuden deutlich mehr Emissionen anfallen als in der späteren Betriebsphase. Das liegt einerseits an den mittlerweile sehr energieeffizienten Gebäuden und an der **fortschreitenden Dekarbonisierung der Energieträger**. Andererseits **steigen die Emissionen der Phase A nicht nur relativ zur Phase B, sondern auch absolut** nach wie vor an. Im Mittelpunkt der Diskussion über die Ökologisierung der Baubranche stehen trotzdem oft Emissionen aus der Betriebsphase. Aus einem Gebäude, das z.B. klimaneutral mit Wärme versorgt wird, wird nicht nur in der Vermarktung sehr schnell ein "klimaneutrales Gebäude".

Niedrige Betriebsemissionen können aber hohe Emissionen aus Phase A nicht ausgleichen

, sondern „bestenfalls“ verschleiern. Wenn das Ziel die Klimaneutralität bis 2040 ist, steht schlicht nicht mehr genug Zeit zur Verfügung, um eine sehr steile Emissionskurve aus Phase A über den Lebenszyklus durch eine flache Kurve in Phase B abzuschwächen.

Um dies in Ökobilanzen sichtbar zu machen, ist es wichtig, jede Lebenszyklusphase einzeln zu betrachten und entsprechende Grenzwerte festzulegen.

Bilanzierung Status Quo

Die Emissionen der Phase A können derzeit relativ genau berechnet werden. Für Phase B muss auf 50 Jahre in die Zukunft reichende Prognosen zurückgegriffen werden.

Phase C kann für einen Neubau aus heutiger Sicht nur über Szenarien abgebildet werden. Eine exakte Angabe der CO₂-Emissionen, die beim Abbruch entstehen werden, ist kaum möglich, da sich Abbruchs- und Verwertungsmethoden bis dahin verändern und weiterentwickeln können. Kreislaufaspekte sind in normgemäßen Ökobilanzen generell unterrepräsentiert, da beim Spendergebäude nur vorbereitende Maßnahmen für Wiederverwendung oder Recycling abgebildet werden. Diese aus ökologischer Sicht sinnvollen Maßnahmen können in einer Bilanz zu einem schlechteren Ergebnis als eine Deponierung führen.

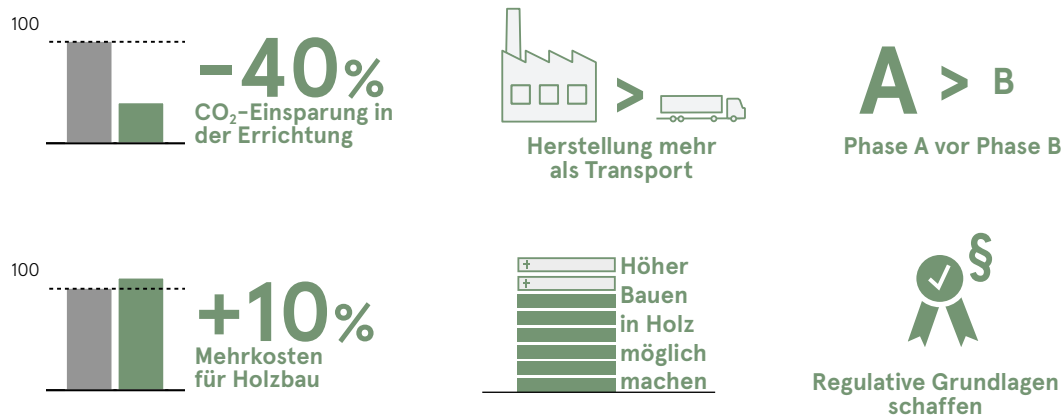


Abb. 10.1
Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen für das Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen

Transport

Die **Emissionen aus dem Transport** sind im Vergleich zu den Emissionen, die während der Herstellung und Errichtung eines Gebäudes anfallen, **nicht ausschlaggebend**. Zement und Beton haben zwar oft kürzere Transportwege als die Komponenten von Holzbauteilen, das kompensiert aber die hohen Emissionen aus der Baustoffherstellung bei Weitem nicht. Je schwerer ein Baustoff ist, desto höhere Emissionen verursacht sein Transport und desto relevanter ist deshalb die Länge des Transportweges.

Konstruktion

Ein Großteil der CO₂-Emissionen eines Gebäudes steckt in den **tragenden Bauteilen** – insbesondere in zwei Teilbereiche der Konstruktion: im **Untergeschoß**, da hier aus statischen Gründen meist große Bauteilstärken erforderlich sind, und in den **Geschoßdecken**, die einen wesentlichen Teil des verbauten Materialvolumens eines Gebäudes ausmachen.

Planungsparameter

Um in wachsenden Städten die Neuversiegelung von Boden gering zu halten, steigt in Entwicklungsgebieten einerseits die Bebauungsdichte und andererseits die gewidmete **Gebäudehöhe**.

Zweiteres erschwert den Einsatz nachwachsender Baustoffe und erfordert ein Umdenken in der politischen und planerischen Landschaft. Es ist dringend notwendig, neue **Richtlinien** zu etablieren, die **nachhaltiges Bauen unterstützen** und diese mit den **Anforderungen an Brandschutz, Statik und Leistungsfähigkeit** in Einklang bringen. Die langwierige brandschutz-

technische Genehmigung von Vis-à-Vis hat gezeigt, dass das Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen zwar politisch gewollt, aber auf Verwaltungsebene noch nicht angekommen und umgesetzt ist. Derzeit wird durch die OIB-Richtlinie 2, die zentraler Bestandteil der österreichischen Bauvorschriften ist, der Holzbau in Gebäuden mit mehr als sechs Geschoßen erheblich erschwert. Die Integration **geprüfter Holzbau-Aufbauten in die Regelwerke** wäre ein wesentlicher Schritt, um die Anwendung von nachwachsenden Baustoffen zu fördern und somit den nachhaltigen Bau voranzutreiben. Es ist an der Zeit, dass Politik und Verwaltung die dafür notwendigen Rahmenbedingungen schaffen, damit die Umsetzung großvolumiger ökologischer Projekte nicht mehr hauptsächlich vom langen Atem des Projektteams und von der persönlichen Verantwortungsübernahme behördlicher Vertreter*innen abhängt.

Auto- und Fahrradstellplätze sowie Lager Räume werden üblicherweise im **Untergeschoß** untergebracht – dem Bereich eines Gebäudes, der aus Gründen der Statik und des Feuchteschutzes de facto nicht aus nachwachsenden Baustoffen errichtet werden kann. Eine Reduktion der Emissionen kann hier eher über die Umsetzung von Funktionen oder Flächeneffizienzmaßnahmen als über die richtige Baustoffwahl erreicht werden: Anstelle eines starren **Stellplatzschlüssels** sollten individuelle, projektbezogene Analysen der tatsächlichen Nutzung, Lage und Anbindung an den öffentlichen Verkehr die Entscheidungsgrundlage bilden.

Die Errichtung von **Lagerflächen** ist laut Wiener Bauordnung nicht mehr zwingend erforderlich. Aus ökologischer Sicht wäre es sinnvoll, sie entfallen zu lassen oder in die Obergeschoße zu verlegen, um das emissionsintensive Untergeschoß möglichst klein halten zu können. Sie könnten entweder in schlecht belichteten Zonen positioniert oder in den Wohnungsverband integriert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Emissionsreduktion bei mineralischen Bauteilen ist die Verwendung von **tragenden Re-Use-Bauteilen**. Insbesondere bei hauptsächlich vertikal belasteten Bauteilen wie Innenwänden und Stützen ist das technisch keine allzu große Herausforderung. Bei Vis-à-Vis konnte Re-Use aber noch nicht im großen Maßstab umgesetzt werden.

Der Flächenverlust bei Holzbauweisen im Vergleich zu Stahlbeton ist zwar minimal, kann aber wirtschaftlich trotzdem ein entscheidendes Kriterium sein. Idealerweise sollte die **Ausnutzbarkeit von Grundstücken** stärker über die erzielbaren Nettoflächen statt über Brutto-Geschoßflächen reguliert werden.

Ökonomie

Die Herstellung und Errichtung von Gebäuden mit nachwachsenden Rohstoffen ist aktuell teurer als eine konventionelle Bauweise mit mineralischen Baustoffen. Das liegt nicht zuletzt daran, dass die **Umweltkosten** eines Gebäudes nach wie vor weitgehend **externalisiert werden**, also von der Allgemeinheit getragen werden.

Im Fall von Vis-à-Vis haben die Mehrkosten des Holzbaus im Vergleich zu einer konventionellen Bauweise rund 10% betragen. Im freifinanzierten Sektor kann eine nachhaltige Bauweise durchaus verwertbar sein. Im geförderten Wohnbau entsteht hingegen ein Konflikt zum Ziel, möglichst leistbar zu bauen.

Sicherheit

Nachwachsende Baustoffe haben im Vergleich zu ihren mineralischen Pendanten einen entscheidenden Nachteil: Sie sind brennbar. Durch konstruktive und technische Lösungen lässt sich dieser Nachteil beheben. **Brandschutztechnische Kompensationsmaßnahmen** sind aber meist aufwendig und sorgen für Mehrkosten. Da sie der Sicherheit der Nutzer*innen dienen, können sie trotzdem gut argumentiert werden.

Auch der **Klimawandel** ist jedoch nicht zuletzt ein **Sicherheitsrisiko**. Er führt zu vermehrten Extremwetterereignissen, gefährdet die Ernährungssicherheit und kann ganze Regionen unbewohnbar machen. Hitzewellen schaden der Gesundheit. Die Ökologisierung der Baubranche ist ein wichtiger Schritt, um dieses Risiko zu reduzieren.

Aktuell stehen Brandschutz und Klimaschutz oft im Widerspruch zueinander – und Brandschutz hat einen größeren, etablierteren Hebel. Das Bewusstsein über die Gefahr, die vom Klimawandel ausgeht, entwickelt sich erst. Sie ist für die meisten Menschen abstrakter, als die Gefahr, die ein Wohnungsbrand darstellt. Ziel für die Zukunft ist nicht, die zwei Bereiche gegeneinander auszuspielen, sondern **beiden angemessene Bedeutung zu geben**.

Partizipation und Klimaneutralität

Die Baugruppe spielte eine wesentliche Rolle in der Entscheidung, trotz höherer Kosten das Ziel eines möglichst ökologischen Gebäudes weiterzuverfolgen. Obwohl konkrete Planungsentscheidungen über die konstruktive Ausgestaltung des Hauses außerhalb der Einflussosphäre von Vis-à-Vis lagen, war die **breite Unterstützung durch die zukünftigen Nutzer*innen** für das Team des Bauprojekts wichtig. Direkteren Einfluss hatte und hat die Baugruppe auf Ausstattung und optimierte Nutzung. Diese Themen spielen zwar in einer Ökobilanz eine vergleichsweise geringe Rolle, die Einbindung von Vis-à-

Wien in das Forschungsprojekt hat aber zu einer tiefgehenden Sensibilisierung der zukünftigen Nutzer*innen geführt. Die emotionale Verbindung, die sie zum Gebäude entwickelt haben, kann nicht zuletzt zu einem sorgsameren Umgang mit der Substanz und zu einer längeren Lebensdauer führen.

Leistbarkeit für Bewohner*innen

Das motivierte Projektteam und die engagierte Baugruppe haben trotz der schwierigen Rahmenbedingungen am Ziel der Umsetzung von Vis-à-Vis als Holz(misch)bau festgehalten. Der ökonomische Druck, als Kompensation für die hohen Kosten andere Einsparungen zu finden, war hoch. Das betraf unter anderem Ausstattungsmerkmale oder das Ausmaß der Gemeinschaftsflächen. Einen Teil dieser Einsparungen haben Baugruppen-Mitglieder selbst "zurückgeholt" und finanziert – eine große Herausforderung für die Privatpersonen. Auch die Mietkosten und der hohe zeitliche Aufwand verhinderten für einige Personen die Möglichkeit, in der Baugruppe zu bleiben oder sich um eine Aufnahme zu bewerben.

Baugruppen im geförderten Wohnbau

Die Rahmenbedingungen für geförderte Wohnungen in Wien legen eine minimale und maximale Einkommensgrenze der Bewohner*innen fest. Der Bauteil der Baugruppe gilt rechtlich als **Wohnheim**, wodurch auf einige finanzielle Unterstützungsangebote der Stadt Wien (unter anderem günstige Kredite und Wohnbeihilfe) nicht zurückgegriffen werden kann. Diese Einschränkungen und die bereits erwähnten Mehrkosten haben dazu geführt, dass Personen mit sehr niedrigem Einkommen nicht in die Baugruppe Vis-à-Wien aufgenommen werden konnten. Am Ziel der **Leistbarkeit** ist die Umsetzung von Vis-à-Vis in der Praxis gescheitert. In Anbetracht der Pionierarbeit, die das gesamte Projektteam von Vis-à-Vis hinsichtlich der Klimaziele und der sozialen Nachhaltigkeit des Grätzels leistet, sind dringend **unterstützende Strukturen für Wohnprojekte** notwendig.

Förderungen

In den letzten Jahren hat die Bedeutung nachhaltiger Immobilienprojekte in der urbanen Planung stark zugenommen. Besonders ressourcenschonende und klimafreundliche Holzbauprojekte stehen im Mittelpunkt verschiedener **Förderprogramme**. Die Stadt Wien hat spezifische gesetzliche Regelungen implementiert, um diese Initiativen zu unterstützen. Die **Wiener Neubauverordnung** fördert etwa Projekte, die nachhaltige Qualitätskriterien erfüllen, über ein unverzinstes Förderdarlehen mit bis zu 150 Euro pro m² Nutzfläche.

Diese und weitere Maßnahmen sollen wirtschaftliche Anreize für nachhaltige Bauprojekte schaffen und helfen, einen Teil der Mehrkosten für ökologische Materialien und für die komplexe Planung bei Holzbauprojekten zu decken.

Im **europäischen Vergleich** gibt es jedoch einige Beispiele für eine noch umfangreichere Förderung des nachhaltigen Bauens, welche den Holzbau zu einer auch wirtschaftlich attraktiven Alternative zur konventionellen Bauweise machen: Das Nawaro-Programm in Deutschland fördert nachwachsende Rohstoffe pro Kilogramm und ist analog zur Nachhaltigkeit der Materialien gestaffelt: Je mehr nachwachsende Rohstoffe insgesamt verbaut werden, desto höher fällt die Förderung aus. Dadurch ist nachhaltiges Bauen wie am Beispiel des Prinz-Eugen-Parks in München wirtschaftlich möglich.

In Dänemark wird über CO₂-Grenzwerte nach dem EU-Climate-Law reguliert. Durch die Vorgabe von gesetzlichen Mindestanforderungen an die CO₂-Gebäudebilanz wird ein nachhaltiges Bauen vorausgesetzt. Bei weiterem Unterschreiten dieses Grenzwertes durch ökologische Bauweisen werden staatliche Förderungen gewährt.

Förderungen in Wien sind unerlässlich für klimaneutrales Bauen, reichen aber aktuell nicht aus, um die Mehrkosten bei Holzbauprojekten effektiv zu decken. Es müssen Anreize geschaffen werden, die das nachhaltige Bauen attraktiv und wettbewerbsfähig machen.

GLOSSAR

Abfall

Stoff oder Gegenstand, dessen der Besitzer/ die Besitzerin sich entledigt, sich zu entledigen plant oder gesetzlich gezwungen ist, sich zu entledigen.

Anergie

Als Anergie wird jede Form von Energie bezeichnet, deren Temperatur zu niedrig ist, um damit direkt ein Gebäude zu beheizen. Sie ist allerdings warm genug, um in Verbindung mit einer Wärmepumpe Heizwärme oder Warmwasser zu erzeugen.

baubook

baubook ist eine österreichische Datenbasis für Gebäude-Ökobilanzen.

Bilanzgrenze (BG)

Eine Bilanzgrenze legt fest, welche Bauteile und Elemente eines Gebäudes in eine Ökobilanz miteinbezogen werden.

Kohlendioxid (CO₂)

CO₂ ist ein unsichtbares und geruchloses Gas und ein wichtiger Bestandteil der Atmosphäre. CO₂ absorbiert und reflektiert einen Teil der von der Erde abgestrahlten Wärme und macht die Erde dadurch für Menschen und Tiere bewohnbar. Durch menschliche Aktivitäten wird seit der Industrialisierung immer mehr CO₂ freigesetzt. Dieses anthropogene CO₂ entsteht beim Verbrennen von Holz, Kohle, Heizöl, Benzin oder Gas, steigt in die Luft und konzentriert sich in der Atmosphäre. CO₂ verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und verändert dadurch das Klima – die Erde wird immer wärmer.

CO₂-Äquivalent (CO₂e)

Der Begriff „CO₂-Äquivalent“, abgekürzt „CO₂e“, fasst verschiedene Gase zusammen, die zur Verstärkung des natürlichen Treibhauseffekts beitragen. Neben CO₂ sind das zum Beispiel Methan oder Lachgas.

CO₂-Bilanz

Eine CO₂-Bilanz bildet ab, wie viel CO₂ durch einen Prozess, z.B. eine Dienstleistung oder

eine Produktion, ausgestoßen wird. Anhand der Bilanz können die Emissionen analysiert und Maßnahmen entwickelt werden, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren und zu vermeiden.

CO₂-Budget

Das CO₂-Budget ist die Gesamtmenge an anthropogenem CO₂, für die man annimmt, dass sie innerhalb eines bestimmten Zeitraums noch emittiert werden darf, um definierte Klimaziele zu erreichen. Das CO₂-Budget muss global festgelegt werden, um beispielsweise das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen. Es sollte basierend auf Erwägungen der Klima-Gerechtigkeit, Kosten oder Effizienz auch auf regionaler oder nationaler Ebene definiert werden.

CO₂-Emission

Als CO₂- oder Kohlendioxid-Emission wird der Ausstoß von CO₂ in die Erdatmosphäre bezeichnet.

CO₂-Kompensation

Mithilfe von CO₂-Kompensationen wird versucht, CO₂-Emissionen auszugleichen, also zu „kompensieren“. Ziel ist es, den von Menschen verursachten Klimawandel zu bremsen.

Das Prinzip beruht darauf, anthropogene CO₂-Emissionen zu berechnen und über Klimaschutzprojekte zu kompensieren. Beispielsweise werden Bäume gepflanzt, um Flugreisen zu kompensieren. Siehe auch Senken.

ecoinvent

ecoinvent ist eine Basisdatenbank für Lebenszyklusbilanzen, auf die z.B. baubook zurückgreift.

EPD

Eine EPD ist eine Umweltproduktdeklaration (engl.: environmental product declaration).

Die EPD kommuniziert genaue und verifizierte Umweltinformationen zu Produkten und Anwendungen.

Sie unterstützt damit wissenschaftlich fundierte Entscheidungen und schafft einen Anreiz für eine kontinuierliche Verbesserung der Umweltqualität.

Erneuerbare Energie

Energie aus erneuerbaren, nichtfossilen Quellen. Beispiele sind Windenergie, Sonnenenergie, aerothermische, geothermische, hydrothermische Energie oder Meeresenergie, Wasserkraft, Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Biogas.

Erneuerbare Ressource

Ressource, die in einem für menschliche Planungen relevanten Zeitraum nachwächst oder auf natürliche Art erneuert oder gereinigt werden kann. Durch angemessene Bewirtschaftung können erneuerbare Ressourcen dauerhaft bereitgehalten werden. Beispiele sind unter anderem Holz aus Wäldern, Gras auf Weiden und fruchtbarer Boden. Erneuerbare Ressourcen können aber auch versiegen. Aktivitäten, die in der Technosphäre stattfinden, wie z. B. Recycling, werden nicht als natürliche Erneuerung oder natürliche Reinigung angesehen.

ESG-Kriterien

„ESG“ steht für „Environment, Social, Governance“ bzw. „Umwelt, Soziales, Aufsichtsstrukturen“.

ESG-Kriterien haben sich als Standard nachhaltiger Anlagen etabliert und beschreiben nachhaltigkeitsbezogene Verantwortungsbereiche von Unternehmen.

EU-Taxonomie

Die EU-Taxonomie-Verordnung bildet gemeinsam mit der Offenlegungsverordnung ein mögliches Instrumentarium zur Klassifizierung nachhaltiger Wirtschaftstätigkeiten. Ziel ist die transparente Darstellung des Beitrags zum Klimawandel verschiedener wirtschaftlicher Aktivitäten (u.a. von Neubauten und Sanierungen). Betroffen von der Offenlegungsverpflichtung sind im ersten Schritt Finanzunternehmen

und Unternehmen von öffentlichem Interesse mit mehr als 500 Mitarbeitenden, die unter nichtfinanzielle Berichterstattungspflichten fallen.

Als ökologisch nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten werden Aktivitäten eingestuft, die jeden der drei Bereiche erfüllen:

- a. einen wesentlichen Beitrag zu mindestens einem der sechs Umweltziele der europäischen Union leisten (siehe unten);
- b. Do No Significant Harm – keinen erheblichen Schaden an einem der anderen fünf Umweltziele anrichten;
- c. Einhaltung sozialer Mindestkriterien.

Umweltziele der Europäischen Union:

1. Klimaschutz
2. Anpassung an den Klimawandel
3. Nachhaltige Nutzung und Schutz der Wasser- und Meeresressourcen
4. Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft
5. Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
6. Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität

In „delegierten Rechtsakten“ werden die Kriterien, wie ein wesentlicher Beitrag zu einem Umweltziel auszusehen hat, als technische Bewertungskriterien definiert.

Die EU-Taxonomie ist kein Label für grüne Finanzprodukte und ebensowenig eine Verpflichtung für grünes Handeln oder für die Festlegung von Standards. Sie verpflichtet zur Veröffentlichung, ob eine Wirtschaftstätigkeit ökologisch nachhaltig ist oder nicht. Der entstehende Druck auf den Finanzmarkt soll zu Lenkungseffekten führen: Erwartet wird, dass dadurch ein Anreiz für grüne Investments sowie die Verschlechterung von Konditionen für ökologisch nicht nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten entsteht. Für die Finanzierung von nicht taxonomiekonformen (Bau-)Projekten können Banken beispielsweise Risikoaufschläge einfordern.

Für das Bauwesen ist aktuell vor allem das erste Umweltziel „Klimaschutz“ relevant. Um einen „wesentlichen Beitrag“ zu diesem Ziel zu leisten, muss Folgendes zutreffen:

1. Der Primärenergiebedarf PEB (nicht erneuerbar) für Heizenergie und Beleuchtung liegt mindestens 10% unter dem nationalen Schwellenwert für Niedrigstenergiegebäude;
2. Bei Gebäuden mit mehr als 5.000 m² Netto-Geschoßfläche ist eine Luftdichtheitsmessung und eine Thermographie (mit Schwachstellenanalyse) vorzulegen;
3. Bei Gebäuden mit mehr als 5.000 m² Netto-Geschoßfläche gibt es eine Berechnung des Lebenszyklus-Treibhauspotenzials (und Offenlegung gegenüber Investor*innen und Kund*innen).

Die Systemgrenzen für die Ökobilanzierung gemäß EU-Taxonomie-Verordnung sind in Level(s) definiert.

Graue Emissionen

Der Begriff bezeichnet Treibhausgas-emissionen, die bei der Herstellung, dem Transport und der Entsorgung von Produkten, z.B. Baustoffen, entstehen - also in den Lebenszyklusphasen A und C.

IPCC

Die Abkürzung steht für „Intergovernmental Panel on Climate Change“ und wird häufig als „Weltklimarat“ übersetzt.

Das IPCC wurde 1988 von den Vereinten Nationen und der Weltorganisation für Meteorologie gegründet. Es ist eine zwischenstaatliche Organisation mit der Aufgabe, die politischen Entscheidungsträger über den Stand der Forschung zum Klimawandel zu informieren. Ziel ist, wissenschaftsbasierte politische Entscheidungen zu ermöglichen. Derzeit sind 195 Länder Mitglieder des IPCC.

Klimaneutralität

Für den Begriff „Klimaneutralität“ gibt es keine allgemeingültige Definition. Das IPCC versteht lt. Definition von 2018 unter Klimaneutralität das Konzept eines Zustands, in

dem menschliche Aktivitäten keine Netto-Wirkung auf das Klima haben.

Das Erreichen eines solchen Zustands erfordert einen Ausgleich von verbleibenden Emissionen mit dem Abbau von Emissionen, sowie die Einberechnung regionaler oder lokaler biogeophysikalischer Effekte menschlicher Aktivitäten, die bspw. die Albedo oder lokale Klimata beeinflussen.

Klimaneutrales Gebäude

Das F&E-Projekt Klimademo Vis-à-Vis verwendet folgende Definition:

Ein klimaneutrales Gebäude ist ein Gebäude, das über den gesamten Lebenszyklus bei Berücksichtigung aller Bauteile samt Nebenflächen/-gebäuden unter Berücksichtigung von Kompensationsmaßnahmen netto keine CO₂e-Emissionen verursacht.

Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich genutzt, geleast, wiederverwendet, repariert und recycelt werden. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert.

In der Praxis bedeutet dies, dass Abfälle auf ein Minimum reduziert werden. Nachdem ein Produkt das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, verbleiben die Ressourcen und Materialien so weit wie möglich in der Wirtschaft.

MLC

MLC steht für Managed LCA Content und bezeichnet eine Basisdatenbank für Lebenszyklusbilanzen, auf die z.B. ÖKOBAUDAT zurückgreift.

Netto-Null-Emissionen

Netto-Null-Emissionen werden erreicht, wenn von Menschen verursachte Emissionen von Treibhausgasen in die Atmosphäre durch von Menschen verursachte Entnahmen über einen bestimmten Zeitraum ausgeglichen sind.

Oekoindex OI3

Der Oekoindex OI3 ist ein Instrument zur ökologischen Optimierung von Gebäuden und wurde vom IBO entwickelt. Dabei wird die ökologische Qualität aller Materialien anhand von drei Umweltindikatoren bewertet: Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial und Bedarf an nicht-erneuerbarer Primärenergie. Je nach Bedarf kann der Oekoindex OI3 für Baustoffe, Konstruktionen und gesamte Gebäude berechnet werden. Abgekürzt wird mit „OI3“. Ein wichtiges Merkmal zur Berechnung des OI3 sind die Bilanzgrenzen.

ÖKOBAUDAT

Eine deutsche Datenbasis für Gebäude-Ökobilanzen.

Ökobilanz (LCA)

Eine Ökobilanz bezeichnet die Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potenziellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebenszyklus. Die englische Bezeichnung einer Ökobilanz lautet Life Cycle Assessment oder LCA.

Resilienz

Die Fähigkeit von sozialen, Wirtschafts- oder Umweltsystemen, ein gefährliches Ereignis bzw. einen solchen Trend oder eine Störung zu bewältigen und dabei derart zu reagieren bzw. sich zu reorganisieren, dass ihre Grundfunktion, Identität und Struktur erhalten bleiben und sie sich gleichzeitig die Fähigkeit zur Anpassung, zum Lernen und zur Transformation bewahren.

Riduro-Holzbauplatte

Riduro-Platten sind Gipsplatten, die von Rigips speziell für brandschutztechnische Anforderungen im Holzbau entwickelt und geprüft wurden.

Senken

Jegliche Prozesse, Aktivitäten oder Mechanismen, die ein Treibhausgas, ein Aerosol oder einen Vorläufer eines Treibhausgases/ Aerosols aus der Atmosphäre entfernen.



Abb. 10.2
Holzfassade Vis-à-Vis
im März 2025

Sequestrierung

Verfahren, mit denen überschüssige kohlenstoffhaltige Substanzen, insbesondere CO₂, aus der Atmosphäre entnommen und in terrestrischen oder marinen Reservoirs eingelagert werden.

Speicher

Eine Komponente des Klimasystems (nicht die Atmosphäre) mit der Fähigkeit zur Speicherung, Ansammlung oder Freigabe einer bestimmten Substanz, zum Beispiel Kohlendioxid oder eines anderen Treibhausgases. Ozeane, Böden und Wälder sind Beispiele für Kohlenstoffspeicher.

Systemgrenze

Grenze zwischen dem betrachteten System und dem Systemumfeld.

Abkürzungen

BMK

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

BSH

Brettschichtholz

BSP

Brettsperrholz

EAG

Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz

GKB

Gipskartonplatte

GWP

Global Warming Potential

HBV-Decke

Holzbeton-Verbunddecke

KSB

Kompetenzstelle für Brandschutz der Stadt Wien

Treibhauspotenzial

Das Treibhauspotenzial (THP) oder Global Warming Potential (GWP) gibt den Beitrag einer chemischen Verbindung zur globalen Erwärmung an. Es wird in Ökobilanzen mit der Kennzahl „CO₂-Äquivalent“ bzw. CO₂e angegeben und als Masse erfasst (kgCO₂e). Das THP von Kohlenstoffdioxid dient als Referenzwert, andere Gase wie Methan und verschiedene Stickstoffverbindungen werden relativ dazu berücksichtigt.

U-Wert

Der U-Wert oder Wärmedurchgangskoeffizient ist ein wichtiger bauphysikalischer Kennwert, an dem sich die Wärmedämmeigenschaften eines Baustoffs ablesen lassen.

KWK

Kraft-Wärme-Kopplung

KVH

Konstruktionsvollholz

Nawaro

Nachwachsender Rohstoff

OIB

Österreichisches Institut für Bautechnik

STB

Stahlbetonhauspotenzial in CO₂-Äquivalent

THP

Treibhauspotenzial in CO₂-Äquivalent

UK Metall

Unterkonstruktion aus Metall

UK Holz

Unterkonstruktion aus Holz



Abb. 10.3
Laubengang Vis-à-Vis
im März 2025

ENDNOTEN

- 1 Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen zum effizienten Ressourceneinsatz im Gebäudesektor, KOM (2014) 445 endg.
- 2 United Nations Environment Programme (2020). *2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*.
Online: https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT_v2.pdf
- 3 Kairi, Johanna (2021). Whitepaper: 10 reasons why wooden buildings are good for you and the scientific research to back it up. Online: <https://www.storaenso.com/en/newsroom/news/2021/4/study-on-wellbeing-benefits-of-wooden-buildings>
- 4 Lawrence, Michael et al. (2024). Global Polycrisis: The Causal Mechanisms of Crisis Entanglement. In: *Global Sustainability*, Vol. 7, Nr. 6.
- 5 Bundeszentrale für politische Bildung (2018). *Begleittexte der Grafiken zur großen Beschleunigung*.
Online: <https://www.bpb.de/themen/umwelt/anthropozoen/261927/begleittexte-der-grafiken-zur-grossen-beschleunigung/>
- 6 Richardson, Katherine et al. (2023). Earth Beyond Six of Nine Planetary Boundaries.
In: *Science Advances*, Vol. 9, Ausg. 37.
- 7 United Nations Environment Programme (2020)
- 8 KOM (2014) 445 endg.
- 9 Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2023). *Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2023*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.
- 10 Magistrat der Stadt Wien (2022). *Smart Klima City Strategie Wien*. Wien: Magistrat der Stadt Wien.
- 11 United Nations Environment Programme (2020)
- 12 KOM (2014) 445 endg.
- 13 Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2023).
- 14 Röck, Martin et al. (2020). Embodied GHG emissions of buildings - The hidden challenge for effective climate change mitigation. In: *Applied Energy*, Vol. 258. Online: 10.1016/j.apenergy.2019.114107
- 15 Bau-EPD (o.D.). *Der Weg zur EPD*. Online: <https://www.bau-epd.at/epd/der-weg-zur-epd>
- 16 Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (o.D.). *ÖKOBAUDAT*.
Online: <https://www.oekobaudat.de/>
- 17 baubook GmbH (o.D.). *Richtwerte*. Online: <https://www.baubook.info/de/kennwerte/richtwerte>
- 18 ecobau (2024). *Ökobilanzen*. Online: <https://www.ecobau.ch/de/instrumente/oekobilanzen>
- 19 FÖD Volksgesundheit, Sicherheit der Nahrungsmittelkette und Umwelt (2016). *Datenbank für Umweltproduktdeklarationen (EPD)*. Online: <https://www.health.belgium.be/de/datenbank-fuer-umweltproduktdeklarationen-epd>
- 20 Österreichisches Institut für Bautechnik (2023). *OIB-Richtlinie 7, Grundlegendokument. OIB-Grundlegendokument zur Ausarbeitung einer OIB-Richtlinie 7 Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen*. Online: <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2023/oib-richtlinie-7-grundlegendokument>

- 21 Röck, Martin et al. (2020).
- 22 Röck, Martin et al. (2022). *Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe. #2 Setting the baseline: A bottom-up approach*. Online: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5895051>
- 23 dataholz.eu (2023). *Aussenwand awrrho13a-00*. Online: <https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/variante/kz/awrho13a/nr/00.htm>
- 24 Zelger, Thomas et al. (2025). *LehB:Klimafit! Lebe heute im Bestand: Zusammen klimafit*, Forschungsprojekt im Rahmen des BMK Forschungsprogramms Energie der Zukunft, Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Nicht veröffentlicht.

Böhmer, Siegmund et al. (2023). *Szenarien für die realisierbare erneuerbare Stromerzeugung im Jahr 2030 und 2040: Begleitdokument zum integrierten österreichischen Netzinfrastukturplan*. Wien: Umweltbundesamt GmbH.

Streicher, Wolfgang et al. (2020). *Energieautarkie für Österreich 2050: Feasibility Study, Endbericht*. Forschungsprojekt im Rahmen der Programmlinie Energie der Zukunft. Endbericht 2020.

Steininger, Karl et al. (2022): *1,5° C: Wieviel Treibhausgase dürfen wir noch emittieren? Hintergrundpapier zu globalen und nationalen Treibhausgasbudgets*. Wien: CCCA.
- 25 Magistrat der Stadt Wien (o.D.). *Wiener unabhängiges Kontrollsystem für Energieausweise (WUKSEA)*. Online: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/wuksea.html>
- 26 TÜV Süd Landesgesellschaft Österreich GmbH (2024). *Anlage 1/1 zum Prüfstatement: 2223496 - 2 AT der Wien Energie GmbH - Aufschlüsselung der Primärenergieträger Gemäß §88 EAG*.
- 27 Wien Energie (2023). *Dekarbonisierung der Fernwärme*. Online: <https://positionen.wienenergie.at/ueberuns/nachhaltigkeitsziele/dekarbonisierung-der-fernwaerme/>
- 28 Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie & Umweltbundesamt GmbH (2022). *Nachweis über den Anteil erneuerbarer Energie für Fernwärme oder -kälte*. Online: <https://www.bmaw.gv.at/Themen/Energie/energieversorgung/fernwaerme.html>
- 29 Wien Energie (2023)
- 30 Wien Energie (o.D.). *Kraft-Wärme-Kopplung*. Online: <https://positionen.wienenergie.at/wissenshub/einfach-erklart/rund-um-die-energiehende/kwk/>
- 31 Balat, Mustafa (2008). Experimental Study on Pyrolysis of Black Alder Wood. In: *Energy Exploration & Exploitation*, Vol. 26, Nr. 4.
- 32 Figl, Hildegund et al. (2024). *Fortentwicklung und Evaluierung des BNB-Kriteriensteckbriefs 4.1.4 Rückbau, Trennung, Verwertung: Endbericht*. Forschungsprojekt im Rahmen von Zukunft Bau im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Endbericht 2024.

Figl, Hildegund et al. (2018). *Untersuchung von gebäudegebundenen Stoffströmen in der Entsorgungsphase*. Projekt im Rahmen von Zukunft Bau, im Auftrag des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Deutschland, SWD 10.08.17.7–16.39. Endbericht, 2018.

Figl, Hildegund et al. (2020). *Sekundärbaustoff-Kreisläufe im BNB als Beitrag zum ressourceneffizienten Bauen*. Projekt im Rahmen von Zukunft Bau, im Auftrag des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (BBR) -Deutschland, SWD 10.08.17.7–18.18. Endbericht, 2020.
- 33 Hasenauer, Hubert (2023). Kohlenstoffspeicherung im Wald: Bewirtschafteter und unbewirtschafteter Wald im Vergleich. In: *Zuschnitt Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz*, Nr. 91
- 34 Umweltbundesam Deutschland (2025). *Berechnen Sie Ihren CO2-Fußabdruck*. Online: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/

QUELLENVERZEICHNIS

Balat, Mustafa (2008). Experimental Study on Pyrolysis of Black Alder Wood. In: *Energy Exploration & Exploitation*, Vol. 26, Nr. 4.

baubook GmbH (o.D.). *Richtwerte*. Online: <https://www.baubook.info/de/kennwerte/richtwerte>, Zugriffsdatum: 17.9.2024.

Bau-EPD (o.D.). *Der Weg zur EPD*. Online: <https://www.bau-epd.at/epd/der-weg-zur-epd>, Zugriffsdatum: 06.08.2023.

Böhmer, Siegmund et al. (2023). *Szenarien für die realisierbare erneuerbare Stromerzeugung im Jahr 2030 und 2040: Begleitdokument zum integrierten österreichischen Netzinfrastukturanplan*. Wien: Umweltbundesamt GmbH.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie & Umweltbundesamt GmbH (2022). *Nachweis über den Anteil erneuerbarer Energie für Fernwärme oder -kälte*. Online: <https://www.bmaw.gv.at/Themen/Energie/energieversorgung/fernwaerme.html>, Zugriffsdatum: 27.03.2025

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2023). *Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2023*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (o.D.). ÖKOBAUDAT. Online: <https://www.oekobaudat.de/>, Zugriffsdatum: 30.09.2024.

Bundeszentrale für politische Bildung (2018). *Begleittexte der Grafiken zur großen Beschleunigung*. Online: <https://www.bpb.de/themen/umwelt/anthropozan/261927/begleittexte-der-grafiken-zur-grossen-beschleunigung/>, Zugriffsdatum: 11.03.2025.

ecobau (2024). *Ökobilanzen*. Online: <https://www.ecobau.ch/de/instrumente/oekobilanzen>, Zugriffsdatum: 17.9.2024.

dataholz.eu (2023). *Aussenwand awrhho13a-00*. Online: <https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/variante/kz/awrhho13a/nr/00.htm>, Zugriffsdatum: 21.03.2025.

Figl, Hildegund et al. (2018). *Untersuchung von gebäudegebundenen Stoffströmen in der Entsorgungsphase*. Projekt im Rahmen von Zukunft Bau, im Auftrag des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Deutschland, SWD 10.08.17.7–16.39. Endbericht, 2018.

Figl, Hildegund et al. (2020). *Sekundärbaustoff-Kreisläufe im BNB als Beitrag zum ressourceneffizienten Bauen*. Projekt im Rahmen von Zukunft Bau, im Auftrag des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (BBR) –Deutschland, SWD 10.08.17.7–18.18. Endbericht, 2020.

Figl, Hildegund et al. (2024). *Fortentwicklung und Evaluierung des BNB-Kriteriensteckbriefs 4.1.4 Rückbau, Trennung, Verwertung: Endbericht*. Forschungsprojekt im Rahmen von Zukunft Bau im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Endbericht 2024.

FÖD Volksgesundheit, Sicherheit der Nahrungsmittelkette und Umwelt (2016). *Datenbank für Umweltproduktdeklarationen (EPD)*. Online: <https://www.health.belgium.be/de/datenbank-fuer-umweltproduktdeklarationen-epd>, Zugriffsdatum: 07.03.2025.

Hasenauer, Hubert (2023). Kohlenstoffspeicherung im Wald: Bewirtschafteter und unbewirtschafteter Wald im Vergleich. In: *Zuschnitt Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz*, Nr. 91

Kairi, Johanna (2021). *Whitepaper: 10 reasons why wooden buildings are good for you and the scientific research to back it up*. Online: <https://www.storaenso.com/en/newsroom/news/2021/4/study-on-wellbeing-benefits-of-wooden-buildings>, Zugriffsdatum: 19.03.2025.

Lawrence, Michael et al. (2024). Global Polycrisis: The Causal Mechanisms of Crisis Entanglement. In: *Global Sustainability*, Vol. 7, Nr. 6.

- Magistratsabteilung 39** (2024). Laborbericht über das Verhalten eines Wand-/Deckenelements im Brandfall hinsichtlich einer Brandweiterleitung im Element unter Einbeziehung eines praxisgerechten Löschangriffs (Prüfung vom 1. Februar 2024). Nicht veröffentlicht.
- Magistrat der Stadt Wien** (2022). *Smart Klima City Strategie Wien*. Wien: Magistrat der Stadt Wien.
- Magistrat der Stadt Wien** (o.D.). *Wiener unabhängiges Kontrollsystem für Energieausweise (WUKSEA)*. Online: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/wuksea.html>
- Mitteilung der Kommission** an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen zum effizienten Ressourceneinsatz im Gebäudesektor, KOM (2014) 445 endg.
- Österreichisches Institut für Bautechnik** (2023). *OIB-Richtlinie 7, Grundlagendokument. OIB-Grundlagendokument zur Ausarbeitung einer OIB-Richtlinie 7 Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen*. Online: <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2023/oib-richtlinie-7-grundlagendokument>, Zugriffsdatum: 11.03.2025
- Richardson**, Katherine et al. (2023). Earth Beyond Six of Nine Planetary Boundaries. In: *Science Advances*, Vol. 9, Ausg. 37.
- Röck**, Martin et al. (2020). Embodied GHG emissions of buildings - The hidden challenge for effective climate change mitigation. In: *Applied Energy*, Vol. 258. Online: 10.1016/j.apenergy.2019.114107, Zugriffsdatum: 07.03.2025.
- Röck**, Martin et al. (2022). *Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe. #2 Setting the baseline: A bottom-up approach*. Online: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5895051>, Zugriffsdatum: 07.03.2025.
- Steffen**, Will et al. (2015). The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. In: *The Anthropocene Review*, März 2015.
- Steininger**, Karl et al. (2022): 1,5° C: *Wieviel Treibhausgase dürfen wir noch emittieren? Hintergrundpapier zu globalen und nationalen Treibhausgasbudgets*. Wien: CCCA.
- Streicher**, Wolfgang et al. (2020). *Energieautarkie für Österreich 2050: Feasibility Study, Endbericht*. Forschungsprojekt im Rahmen der Programmlinie Energie der Zukunft. Endbericht 2020.
- Teibinger**, Martin (2024). Gutachten: Brandversuch zur Verhinderung eines Einbrandes in die Holzkonstruktion bzw. Durchbrand im Bereich des Wand-Deckenknosens und der Kabeldurchführungen in der Sichtholzdecke während eines Zimmerbrandes. Nicht veröffentlicht.
- TÜV Süd Landesgesellschaft Österreich GmbH** (2024). *Anlage 1/1 zum Prüfstatement: 2223496 - 2 AT der Wien Energie GmbH - Aufschlüsselung der Primärenergieträger Gemäß §88 EAG*
- Umweltbundesamt Deutschland** (2025). *Berechnen Sie Ihren CO₂-Fußabdruck*. Online: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/, Zugriffsdatum: 20.03.2025
- United Nations Environment Programme** (2020). *2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. Online: https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT_v2.pdf, Zugriffsdatum: 11.03.2025.
- Wien Energie** (2023). *Dekarbonisierung der Fernwärme*. Online: <https://positionen.wienenergie.at/ueber-uns/nachhaltigkeitsziele/dekarbonisierung-der-fernwaerme/>, Zugriffsdatum: 20.03.2025.
- Wien Energie** (o.D). *Kraft-Wärme-Kopplung*. Online: <https://positionen.wienenergie.at/wissenshub/einfach-erklart/rund-um-die-energiehende/kwk/>, Zugriffsdatum: 20.03.2025.
- Zelger**, Thomas et al. (2025). *LehB:Klimafit! Lebe heute im Bestand: Zusammen klimafit*, Forschungsprojekt im Rahmen des BMK Forschungsprogramms Energie der Zukunft, Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Nicht veröffentlicht.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Cover

Vis-à-Vis im März 2025, Foto: Hertha Hurnaus

Kapitel 1

Abb. 1.1	S. 9	Forschungsteam im Herbst 2022, Foto: einszueins
Abb. 1.2	S. 10	Axonometrie Vis-à-Vis, Grafik: einszueins, feld72
Abb. 1.3	S. 11	Vis-à-Vis, Lageplan, Grafik: einszueins, feld72
Abb. 1.4	S. 12	Vis-à-Vis, Grundriss Erdgeschoß, Grafik: einszueins
Abb. 1.5	S. 13	Innenhof Vis-à-Vis im März 2025, Foto: Hertha Hurnaus
Abb. 1.6	S. 14	Vis-à-Vis, Grundriss 1. Obergeschoß, Grafik: einszueins
Abb. 1.7	S. 14	Vis-à-Vis, Konstruktionsprinzip, Grafik: einszueins
Abb. 1.8	S. 15	Wohnung Vis-à-Vis im März 2025, Foto: Hertha Hurnaus
Abb. 1.9	S. 15	Innenhof Vis-à-Vis im März 2025, Foto: Hertha Hurnaus
Abb. 1.10	S. 16	Vis-à-Wien, Fotos + Grafik: vis-à-wien
Abb. 1.11	S. 17	Laterne Vis-à-Vis im März 2025, Foto: Hertha Hurnaus
Abb. 1.12	S. 18	Globale sozioökonomische Trends, Grafik einszueins, nach Steffen et al. (2015)
Abb. 1.13	S. 19	Planetare Grenzen, Grafik: einszueins, nach Richardson et al. (2023)
Abb. 1.14	S. 21	Drei Ks, Grafik: einszueins
Abb. 1.15	S. 22	Exkursionsziele in München, Grafik: einszueins, nach OpenStreetMaps
Abb. 1.16	S. 23	Quartierscafé GeQo, Foto: einszueins
Abb. 1.17	S. 23	WA 15 West, Foto: einszueins
Abb. 1.18	S. 23	WA 14 West, Foto: einszueins
Abb. 1.19	S. 23	Der kleine Prinz, Foto: einszueins
Abb. 1.20	S. 23	Transsolar, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 1.21	S. 24	Holz-Hybrid-Hochhaus CARL, Foto: einszueins
Abb. 1.22	S. 24	Klimaquartier Neue Weststadt, Foto: einszueins
Abb. 1.23	S. 24	Massivholzbau MaxAcht, Foto: einszueins
Abb. 1.24	S. 25	Exkursionsziele in Pforzheim, Esslingen am Neckar und Stuttgart, Grafik: einszueins, nach OpenStreetMaps

Kapitel 3

Abb. 3.1	S. 29	Ökobilanz-Phasen und -Module, Grafik: einszueins, nach: EN 15978
Abb. 3.2	S. 31	Ökobilanz-Datenbanken, Grafik: einszueins
Abb. 3.3	S. 37	Zeitliche Entwicklung grauer THG-Emissionen, Grafik: einszueins, nach: Röck et al. (2020)

Kapitel 4

Abb. 4.1	S. 39	Module der Lebenszyklusphase A, Grafik: einszueins, nach: EN 15978
Abb. 4.2	S. 40-41	Fünf Materialvarianten, Grafik: einszueins
Abb. 4.3	S. 60	Konstruktionsschema Vis-à-Vis, Grafik: RWT plus
Abb. 4.4	S. 61	Brandschutz-Rettungswege, Grafik: einszueins
Abb. 4.5	S. 61	KSB-Varianten 1+2, Grafik: einszueins
Abb. 4.6	S. 62	KSB-Variante 3, Grafik: einszueins
Abb. 4.7	S. 62	Konstruktionsdetail Brettsperrholz-Außenwand, Grafik: einszueins, feld72
Abb. 4.8	S. 62	Konstruktionsdetail Holzriegel-Außenwand, Grafik: einszueins, feld72
Abb. 4.9	S. 63	Nordansicht Vis-à-Vis, Grafik: einszueins
Abb. 4.10	S. 63	Regelgeschoß mit Brandschutz-Anpassungen, Grafik: einszueins, feld72
Abb. 4.11	S. 64	Brandversuch, Foto: einszueins
Abb. 4.12	S. 64	Brandversuch, Foto: einszueins
Abb. 4.13	S. 64	Brandversuch, Foto: einszueins
Abb. 4.14	S. 64	Brandversuch, Foto: einszueins
Abb. 4.15	S. 65	Prüfkörper nach Brandversuch und Löschangriff, Foto: Teibinger 2024: 15
Abb. 4.16	S. 65	Temperaturverlauf während Brandversuch, Grafik: einszueins, nach: Teibinger (2024): 12
Abb. 4.17	S. 67	Rohstoffherkunft und Herstellungsorte Vis-à-Vis, Grafik: feld72
Abb. 4.18	S. 78	Besichtigung Weissenseer in Greifenburg, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 4.19	S. 78	Besichtigung Weissenseer in Greifenburg, Foto: Vis-à-Wien

Abb. 4.20	S. 78	Besichtigung Weissenseer in Greifenburg, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 4.21	S. 79	Besichtigung Theurl in Steinfeld, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 4.22	S. 79	Besichtigung Theurl in Steinfeld, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 4.23	S. 79	Besichtigung Theurl in Steinfeld, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 4.24	S. 80	Vis-à-Vis, Grundriss Untergeschoß, Grafik: einzueins
Abb. 4.25	S. 81	Vis-à-Vis, Grundriss ohne Untergeschoß, Grafik: einzueins
Abb. 4.26	S. 81	Vis-à-Vis, Grundriss Untergeschoß ohne Tiefgarage, Grafik: einzueins
Abb. 4.27	S. 82	Vis-à-Vis, Grundriss Untergeschoß ohne Lagerräume, Grafik: einzueins
Abb. 4.28	S. 82	Vis-à-Vis, Grundriss Untergeschoß ohne Fahrradräume, Grafik: einzueins
Abb. 4.29	S. 83	Stellplatzschlüssel-Varianten, Grafik: feld72
Abb. 4.30	S. 84	Deckenkonstruktionen und Gebäudehöhen, Grafik: feld72
Abb. 4.31	S. 85	Montage letztes Brettsperreholzelement, Foto: Weissenseer
Abb. 4.32	S. 85	Nordfassade Vis-à-Vis im März 2025, Foto: feld72
Abb. 4.33	S. 86	Vis-à-Vis, Schnitt Bauteil Nord, Grafik: einzueins

Kapitel 5

Abb. 5.1	S. 89	Module der Lebenszyklusphase B, Grafik: einzueins, nach: EN 15978
Abb. 5.2	S. 93	Konversionsfaktoren für Fernwärme (KWK) und Strom, OIB-Richtlinie 6 (2023)
Abb. 5.3	S. 93	Emissionen der Betriebsenergie von Vis-à-Vis, statisch und dynamisch, Grafik und Berechnung nach: Zelger, Thomas et al (2025); Böhmer, Siegmund et al. (2023); Streicher, Wolfgang et al. (2020); Steininger, Karl et al. (2022)
Abb. 5.4	S. 94	Prognostizierte Zusammensetzung Fernwärme Wien, Wien Energie (2023)
Abb. 5.5	S. 102	Echoraum #1, Foto: einzueins
Abb. 5.6	S. 102	Echoraum #2, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 5.7	S. 102	Echoraum #4, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 5.8	S. 103	Einladung Echoraum #3, Grafik: Vis-à-Wien

Kapitel 6

Abb. 6.1	S. 105	Module der Lebenszyklusphase C, Grafik: einzueins, nach: EN 15978
-----------------	--------	---

Kapitel 7

Abb. 7.1	S. 110	End-of-Life-Klassen von unverbauten Baustoffen, Grafik: einzueins, nach: Figl et al. (2024)
Abb. 7.2	S. 111	Rückbau-Kategorien, Grafik: einzueins, nach: Figl et al. (2024)
Abb. 7.3	S. 111	Materialverträglichkeit, Grafik: einzueins, nach: Figl et al. (2024)
Abb. 7.4	S. 115	Lager materialnomaden, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 7.5	S. 115	Materialernte Hotel, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 7.6	S. 115	Materialernte Hotel, Foto: Vis-à-Wien
Abb. 7.7	S. 115	Materialernte ÖBB, Foto: Vis-à-Wien

Kapitel 10

Abb. 10.1	S. 127	Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen für das Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen, Grafik: einzueins
Abb. 10.2	S. 133	Holzfassade Vis-à-Vis im März 2025, Foto: feld72
Abb. 10.3	S. 135	Laubengang Vis-à-Vis im März 2025, Foto: feld72

[illegible]

[illegible]