



LEBENSZYKLUS BAU

Planen | Bauen | Betreiben | Finanzieren

KLIMANEUTRALE GEBÄUDE

Positionspapier der IG Lebenszyklus BAU



IMPRESSUM

Herausgeber und für den Inhalt verantwortlich:

IG LEBENSZYKLUS BAU,
Paniglgasse 17a/11, 1040 Wien
office@ig-lebenszyklus.at, www.ig-lebenszyklus.at

Autoren:

Arbeitsgruppenleitung:

DI Dr. Klaus Reisinger, iC consulenten Ziviltechniker GesmbH, k.reisinger@ic-group.org

Arbeitsgruppenmitglieder:

Felix Hitthaler, MSc, BIMbeam e.U., hitthaler@bimbeam.at
Arch. DI Gerhard Kopeinig, ARCH + MORE Ziviltechniker GmbH, arch@archmore.cc
Dr. Christian Plas, denkstatt gmbh, christian.plas@denkstatt.at
DI Vanessa Platzdasch, WGA ZT GmbH, vanessa.platzdasch@wg-a.com
DI Michaela Reiter-Benesch, WSE Wiener Standortentwicklung GmbH, michaela.reiter-benesch@wse.at
DIⁱⁿ (FH) Petra Schöfmann, MSc, UIV Urban Innovation Vienna GmbH, schoefmann@urbaninnovation.at
DI Wolfgang Stumpf, Donau-Universität Krems, wolfgang.stumpf@donau-uni.ac.at
DI Benjamin Wolf, ClimatePartner Austria GmbH, b.wolf@climatepartner.com
Dr. Manuel Ziegler, MSc, Allplan GmbH, manuel.ziegler@allplan.at

Peer Reviewer:

Ing. Lucas Artner, iC consulenten Ziviltechniker GesmbH
Ing. Markus Auinger, Porr Design & Engineering GmbH
Arch. DI Ursula Schneider, pos architekten ZT gmbh
DI Franziska Trebut, ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik

Schlussredaktion & grafische Gestaltung:

FINK | Kommunikations- und Projektagentur
Reh DESIGN

Stand: Oktober 2020

Hinweis im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes

Aus Gründen der leichten Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung, wie z.B. Leser/Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

Alle Rechte am Werk liegen bei der IG LEBENSZYKLUS BAU

Haftungshinweis

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Vereins und der Autoren unzulässig.
Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung,
Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

1. KLIMANEUTRALE GEBÄUDE

Motivation und Hintergrund der Aufgabenstellung

Klimaschutz ist eines der wichtigsten Zukunftsthemen der Menschheit. Viele sagen sogar: Das wichtigste Thema überhaupt! Es besteht auf wissenschaftlicher Ebene kein Zweifel mehr daran, dass fast ausschließlich der Mensch für den Klimawandel verantwortlich ist.

Gleichzeitig scheint dieses Thema für uns so schwer zu lösen, schließlich beschäftigt man sich mit Klimaschutz bereits seit mehr als 30 Jahren und Fortschritte sind kaum erkennbar, denn die für den Klimawandel verantwortlichen Treibhausgas-Emissionen nehmen weltweit nach wie vor jedes Jahr zu! Als Konsequenz daraus steigt auch die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre, allen voran jene von CO₂. Mit mehr als 400ppm hat die Konzentration einen Wert erreicht, den es noch nicht gab, seit Menschen den Planeten Erde bevölkern.

CO₂ entsteht hauptsächlich bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen. Die daraus gewonnene Energie kann für die Stromproduktion, die Mobilität, Prozesswärme und unter anderem auch für die Raumwärme genutzt werden. Daher sind Gebäude wesentliche Verursacher schädlicher Treibhausgase.

Dies war der Grund für die Gründung der Arbeitsgruppe „Klimaneutrale Gebäude“ im Rahmen der Tätigkeiten der IG LEBENSZYKLUS BAU zu Beginn des Jahres 2020. Die IG hat sich seit ihrer Gründung immer mehr zum Sprachrohr der Immobilienbranche entwickelt und hat in den Bereichen „Organisation, Prozesse, Technologie und Projektkultur“ erstmals unabhängig den Weg zum erfolgreichen lebenszyklusorientierten Hochbau aufgezeigt. Dabei wurden die Planung, die Errichtung, der Betrieb und die Finanzierung von nachhaltigen Immobilien betrachtet. Die Leistung der IG LEBENSZYKLUS BAU war unter anderem die Publikation zahlreicher Leitfäden zu diesen zentralen Themen.

Daher war es auch der Anspruch der IG LEBENSZYKLUS BAU beim Thema „Klimaschutz für Gebäude“ als Pionier tätig zu sein. Angespornt von nationalen und internationalen Entwicklungen wie dem Pariser Klimaschutzabkommen, dem Green Deal der EU, der weltweiten „Fridays for Future“-Bewegung und dem Bestreben der österreichischen Regierung bereits 2040 „klimaneutral“ sein zu wollen, hat sich die Arbeitsgruppe „Klimaneutrale Gebäude“ im Jänner 2020 konstituiert und als erstes Ergebnis den vorliegenden Leitfaden herausgebracht.

Warum sollten Sie diesen Leitfaden lesen?

Der Leitfaden richtet sich an sämtliche am Bau beteiligten Personen und Unternehmen. Er enthält mit hinreichender Genauigkeit Aussagen über die CO₂-Emissionen von verschiedenen Immobilien während der Lebensdauer. Der Leitfaden versteht sich als Ratgeber für Bauherren und Projektentwickler mit hohem ökologischen Bewusstsein, damit künftig klimafreundlichere Bauwerke entstehen können. Raumplaner und Stadtplaner sollten unbedingt über die klimarelevanten Auswirkungen der Standortentscheidung von künftigen Lebensräumen Bescheid wissen. Für Politik und Gesellschaft soll der Leitfaden einerseits zur Bewusstseinsbildung beitragen und andererseits Entscheidungen ermöglichen, die wegweisend für eine klimafreundlichere Zukunft sind.

Ziel des Leitfadens

Ziel der Arbeitsgruppe war es, neutral und unabhängig, einen CO₂-Fußabdruck eines Gebäudes zu erstellen, der erstmals nicht nur klimaschädliche Emissionen der Planung, der Errichtung, des Energiebedarfs und der Instandsetzungen betrachtet, sondern auch die Emissionen jener Mobilität berücksichtigt, die das Gebäude durch seinen Standort hervorruft.

Kompetenzen der Arbeitsgruppe

Wie bei der IG LEBENSZYKLUS BAU üblich, melden sich Interessierte von sich aus bei der Arbeitsgruppenleitung zur Teilnahme an. Glücklicherweise waren bereits zu Projektbeginn Architekten, Umweltkonsulten und Wissenschaftler mit ausgezeichneter Kompetenz im Team vertreten. Darüber hinaus wurden vom Leiter der Arbeitsgruppe gezielt Experten und/oder Organisationen zur weiteren Teilnahme aufgefordert, um zusätzliche spezielle Expertisen in das Projekt einzubringen. Daher konnten die interdisziplinären Fragestellungen vollständig abgedeckt werden.

Anmerkungen zur Vorgangsweise

Angelehnt an den IPCC-Prozess, der als „Mutter der Klimaschutzdiskussion“ bezeichnet werden kann, war die Kommunikation der Arbeitsgruppe von größtmöglicher Transparenz geprägt. Sämtliche Zwischenergebnisse wurden offen und transparent kommuniziert, sämtliche Aussagen wurden abgestimmt. Der Leitfaden entstand auf der Basis von Einstimmigkeit. Dies hat auch dazu beigetragen, dass die (doch überraschenden) Ergebnisse von allen Mitgliedern mitgetragen werden!

Peer Review

Die Autoren wollten die Ergebnisse vor der Veröffentlichung des Leitfadens mit verschiedenen anerkannten Experten der Branche diskutieren, um die Zahlen und Ergebnisse von einer nicht im Schaffungsprozess beteiligten Seite überprüfen zu lassen. Daher wurden die vier im Impressum angegebenen „Peer Review“-Experten eingeladen, Kommentare zu den Ergebnissen der Arbeitsgruppe abzugeben.

Sämtliche von den „Peer Review“-Experten erhaltenen Kommentare wurden in der Arbeitsgruppe diskutiert und einige davon haben dazu geführt, dass Werte und Aussagen nochmals geändert wurden.

Als Beispiel dafür seien folgende Kommentare genannt:

- Die Mobilität nur beim Mehrfamilienhaus berücksichtigen, nicht aber beim Bürohaus
- Die Mobilität der „am Bau beteiligten Personen“ berücksichtigen
- Der Heizwärmebedarf des Gründerzeithauses wurde reduziert, da bereits teilsaniert
- Die Lebenszyklen einiger Komponenten wurden geändert

Durch den Peer Review wurden die Ergebnisse geschärft, aber nicht wesentlich verändert. Es konnte durch diese Qualitätssicherung festgestellt werden, dass die verwendeten Annahmen plausibel sind und viele wesentliche Aussagen wurden von den Reviewern untermauert und bestätigt. In einigen Fällen konnten die Experten die getroffenen Annahmen durch eigene Erfahrungen ergänzen und tragen somit einen wesentlichen Teil zur Stabilität der im Bericht angegebenen Zahlen bei.

Vergleich mit ähnlichen Ergebnissen aus Forschungsprojekten und Praxiswerten

Die Berechnungsergebnisse dieser Untersuchungen wurden mit Kennwerten aus Projekten der Autoren und wissenschaftlichen Studien zu den betreffenden Themen verglichen. Beispielhaft sei hier der Forschungsbericht des Projekts von Oskar Mair am Tinkhof et al. „Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen“, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 39/2017 oder das Projekt „Zukunftsquartier 2.0“ erwähnt.

Weiterer Forschungsbedarf: In einem weiteren Schritt sollen die vorliegenden Ergebnisse hinsichtlich ihrer Belastbarkeit weiter abgesichert werden und weitere Varianten hinsichtlich Gebäudearten und Szenarien untersucht werden.

„Disclaimer“

Die offen formulierte Fragestellung wurde so interpretiert, dass mit „zumutbarem Aufwand auf Basis verfügbaren Wissens sowie bestehender Programme und Daten rasch Ergebnisse vorliegen, die in ihrer Größenordnung mit der Realität übereinstimmen und daher für erste Interpretationen verwendet werden können“.

Im Sinne einer 20/80-Regel (20% Aufwand liefert 80% Genauigkeit) gehen die Autoren davon aus, dass die veröffentlichten Zahlen in ihrer Größenordnung die Wirklichkeit abbilden und die getroffenen Schlussfolgerungen zulassen.

Um die Fragestellung mit hinreichender Genauigkeit beantworten zu können, mussten verschiedene Annahmen unter Berücksichtigung der zeitlichen Ressourcen der Arbeitsgruppenmitglieder getroffen werden. Die Arbeitsgruppe hat sich darauf verständigt, dass die wesentlichen Emissionsquellen möglichst genau ermittelt werden, die unwesentlichen mittels Abschätzungen berechnet werden und die zu vernachlässigenden über einen Sicherheitsaufschlag berücksichtigt werden. Diese Vorgangsweise entspricht auch dem üblichen Prozess bei der Berechnung eines CO₂-Fußabdrucks.

Nachstehend sind exemplarisch die wesentlichsten Annahmen beschrieben, die eine Abschätzung der Emissionen ermöglicht haben:

- Der Betrachtungszeitraum wurde mit 100 Jahren angenommen und beginnt im Jahr 2020. 100 Jahre deshalb, da dies in etwa der durchschnittlichen Verweildauer von CO₂ in der Atmosphäre entspricht und auch die Emissionsfaktoren von Treibhausgasen üblicherweise als GWP 100 (Global Warming Potential) ausgewiesen werden.
- Die in den Berechnungen verwendeten Häuser beherbergen im Sinne der Vergleichbarkeit dieselbe Anzahl an Bewohnern bzw. Mitarbeitern, unabhängig von Lage oder Type. Bei der Berechnung der Anzahl der Personen wurden statistische Daten verwendet.
- Für die Personen-Belegungszahl in den Objekten wird ein standortspezifischer statischer Wert für die durchschnittliche Wohnfläche berücksichtigt. Zur Ermittlung der möglichen Personenanzahl in Bürogebäuden wird, basierend auf der Arbeitsstättenverordnung und Regelwerken, ein durchschnittlicher personenbezogener Flächenbedarf mit 15 m² Energiebezugsfläche (EBF) pro Person angesetzt.

Es sei daher an dieser Stelle nochmals ausdrücklich erwähnt, dass die im Leitfaden angegebenen Zahlen als Größenordnungen zu verstehen sind, die einer Schwankungsbreite unterliegen. Sämtliche CO₂-Werte wurden berechnet und nicht gemessen, daher unterliegen diese naturgemäß einer gewissen Unschärfe. Um diesen Umstand zu berücksichtigen, wurden sämtliche Werte mit einem Sicherheitsaufschlag (in der Höhe von 10%) multipliziert. Dies ist bei vergleichbaren CO₂-Berechnungen üblich.

2. OBJEKTAUSWAHL, ENERGIESYSTEME, MOBILITÄT

Für die Untersuchung wurden zwei für Wien typische Gebäudebauformen ausgewählt: ein etwa 110 Jahre altes Gründerzeithaus und ein Neubau nach Wiener Bauordnung. Darüber hinaus wurde ein ökologisches Musterhaus mit einem hohen Anteil an kreislauffähigen Baustoffen entwickelt. Zur Vergleichbarkeit wurden alle Gebäude auf eine Bruttogeschossfläche von 2.500 m² umgerechnet. Auch wurden alle Gebäude nach der OIB Richtlinie 6 (2015) und gleichen Energiesystemen berechnet.

2.1. Nutzung

Für die Mustergebäude wurde jeweils eine Wohn- und eine Büronutzung betrachtet. Beim Wohngebäude ist keine aktive Kühlung vorgesehen. Die Belegungsdichte im Bürogebäude beträgt 15m² Bürofläche pro Person, im Mehrfamilienhaus 36m² Wohnungsfläche pro Person.

2.2. Standort

Für die Untersuchung der Mobilität war es notwendig verschiedene Standorte anzunehmen, da je nach Lage ein anderes Mobilitätsverhalten anzunehmen ist. So ist zum Beispiel der Bedarf eines Autos auf dem Land höher als in der Stadt, wo der öffentliche Personenverkehr gut ausgebaut ist. Als Standorte wurden Wien I bis IX für urbane Lage, Wien Donaustadt als Beispiel für ein Stadterweiterungsgebiet und Bad Vöslau stellvertretend für Stadtumland gewählt.

2.3. Gebäude

Gründerzeithaus



Abbildung 1: Gründerzeithaus Landstraße (Arch+more)

Gründerzeithäuser wurden in Wien zwischen 1840 und 1918 errichtet. Sie zeichnen sich durch eine lange und diverse Nutzung aus.

Vollziegelmauern, Raumhöhen von ca. 3,5m, Holzbalken oder Tram-Traversendecken, Keller und Ziegelgewölbe sind die typischen konstruktiven Merkmale eines Gründerzeithauses.

Zur Untersuchung wurde ein bestehendes Gründerzeithaus in Wien III gewählt.

Der Heizwärmebedarf liegt nach OIB Richtlinie 6 (2015) am Standortklima nach Sanierung der Fenster und der obersten Geschossdecke bei etwa 124 kWh/m²a.

Bauordnungshaus

Zur Untersuchung wurde eine nach der Wiener Bauordnung im Jahr 2020 errichtete Wohnhausanlage, bestehend aus Wohnungen und einer Tiefgarage, angenommen. Der Massivbau besteht vorwiegend aus Stahlbeton, Außenbauteilen mit Vollwärmeschutz und innenliegenden Wänden aus Gipskarton-Ständerkonstruktionen. Der Heizwärmebedarf am Standortklima liegt bei etwa 23 kWh/m²a (OIB 6/2015).

Öko-Musterhaus

Das Öko-Musterhaus wurde als modularer Wohnbau konzipiert und soll eine moderne Form des Gründerzeithauses darstellen. Die statische Struktur des Gebäudes besteht aus einer modularen Stützen-Platten-Konstruktion aus Holz, das durch lösbare Verbindungen wiederverwendet werden kann. Die Geschoßdecken bestehen aus gedübelten, mehrschichtigen Massivholzplatten, die Wände aus Stampflehm bzw. gedübelten, mehrschichtigen Massivholzplatten mit Dämmschichten aus einem Hanf-Kalk-Gemisch und Steinwolle. Der Heizwärmebedarf liegt nach OIB Richtlinie 6 (2015) am Standortklima bei etwa 22 kWh/m²a.

2.4. Energiesystem

Um das breite Anforderungsprofil der gewählten Gebäude aus technischer Sicht bestmöglich und konsistent abdecken zu können, wurde bei der Wahl der Energiesysteme viel Wert auf Allgemeingültigkeit gelegt. Dieser Umstand wurde zum einen bei der technischen Machbarkeit und zum anderen bei kalkulatorischen Methoden berücksichtigt. Dazu wurden drei thermische Energiesysteme ausgewählt, die innerhalb des betrachteten Gebäudeclusters anwendbar sind. Weiters wurden bei der kalkulatorischen Bilanzierung konsistent die Methoden und Rechenregeln der OIB Richtlinie 6 (2015) angewendet. In weiterer Folge werden die drei gewählten Energiesysteme hinsichtlich ihrer Konfiguration näher erläutert.

Erdgas: zentraler Erdgas-Brennwertkessel mit zentraler Warmwasserbereitung gemäß den Anforderungen und Defaultwerten der OIB Richtlinie 6 (2015).

Fernwärme: zentrale Fernwärme-Umformerstation mit zentraler Warmwasserbereitung gemäß den Anforderungen und Defaultwerten der OIB Richtlinie 6 (2015).

Wärmepumpe: zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe mit zentraler Warmwasserbereitung gemäß den Anforderungen und Defaultwerten der OIB Richtlinie 6 (2015).

2.5. Mobilität

Um einen möglichst aussagekräftigen Vergleich zu erhalten, wurden drei verschiedene Standorte für Gebäude gewählt:

- Wien I – IX Bezirk (Regionstyp 91)
- Wien Donaustadt, 1220 Wien (Regionstyp 93)
- Bad Vöslau, Peripherie (Regionstyp 12)

Diese Standorte stehen für sehr unterschiedliche Mobilitätsstrukturen und Mobilitätsaufkommen. In der standortspezifischen Mobilitätsbetrachtung werden alle Verkehrsformen berücksichtigt. Standorte, an denen mehr Mobilität passiert und die Summe der Bewegungen höher ist als an anderen Orten, weisen in Summe auch mehr Emissionen aus.

3. METHODEN UND ANNAHMEN DER CO₂-BERECHNUNGEN

Die CO₂-Emissionen wurden für die drei oben beschriebenen Gebäudearten sowohl für ein Mehrfamilien- als auch für ein Bürogebäude an jeweils drei Standorten untersucht. Berücksichtigt man noch die drei unterschiedlichen Energieträger, wurden insgesamt 54 Varianten von Gebäuden untersucht. Die Berechnungen umfassen jeweils die Gebäudekonstruktion, den Energiebedarf und die Mobilität der Bewohner bzw. Nutzer während der Betriebsphase sowie die Mobilität der direkt an der Errichtung beteiligten Personen. Der Betrachtungszeitraum umfasst 100 Jahre, das heißt, die Gebäude bleiben bis zum Jahr 2120 bestehen und werden nicht abgerissen.

Für die Quantifizierung der Gebäudesysteme wurde die Darstellung in Tonnen CO₂-Äquivalent (t CO₂e) gewählt, da andere Treibhausgase mittels Faktoren in CO₂ umgerechnet wurden. Die somit erhaltenen CO₂e-Emissionen (im Leitfaden wird aus Gründen der Lesbarkeit nur der Begriff CO₂ verwendet) wurden auf Basis aktuell gültiger Daten und in der Praxis angewendeter Methoden berechnet. Alle Emissionen, die im Zuge der Herstellungsprozesse und während der Transporte der Baumaterialien, der Energieversorgung während der Nutzungsphase sowie der Mobilität der Bewohner bzw. Nutzer und Errichtenden von Gebäuden anfallen, werden durch die Hinterlegung von Emissionsfaktoren für die verschiedenen Aktivitäten jeweils als CO₂-Wert angegeben.

Dabei werden auch andere Umweltwirkkategorien wie beispielsweise CH₄ (Methan) über deren Treibhausgaspotential auf CO₂e umgerechnet. Diese international verwendete Vorgehensweise erlaubt eine direkte Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Studien und Arbeiten zu diesem Thema und ist auch im Green House Gas Protocol (GHGP) beschrieben (Green House Gas Protocol Revised, World Business Council for Sustainable Development|World Resources Institute abrufbar unter <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>).

Die Emissionsfaktoren für die Berechnungen wurden aus der Datenbank ecoinvent (www.ecoinvent.org) entnommen und geben die äquivalente CO₂-Emission je Bezugseinheit wieder.

Es wurde angenommen, dass die Nutzung, Nutzerstruktur, bau- und gebäudetechnische Ausstattung, Mobilitätsverhalten, Wahl der Verkehrsmittel und die CO₂-Umrechnungsfaktoren bis 2120 konstant bleiben.

3.1. Gebäudeerrichtung

Die Bewertung der Gebäudekonstruktion umfasst die gesamte Primärkonstruktion, Fassaden, Zwischendecken, Wohnungstrennwände, Fundament, Elektroinstallationen, Sanitär- und Heizungsausstattung und – falls vorhanden – die Laubengänge, das Kellergeschoß, die Parkgarage im Untergeschoß und die Lüftungs- und Kühlanlagen. Zur besseren Vergleichbarkeit der Gebäude fanden die nicht-tragenden Trennwände und Bodenoberflächen keine Berücksichtigung, da es im Laufe des Betrachtungszeitraums in unregelmäßigen und daher nicht einheitlich bewertbaren Intervallen zu Änderungen der Raumaufteilung und der Oberflächenqualitäten kommen kann.

Die Baukonstruktionen und technischen Anlagen wurden von der Gewinnung der Rohstoffe über die Verarbeitung zu Baumaterialien samt aller damit verbundenen Transporte bis hin zur Montage auf der Baustelle bewertet. Die Instandsetzung berücksichtigt den Tausch einzelner Bauschichten, Bauelemente und Anlagenteile (z.B. Fenster, Abdichtungen, Dämmebenen, Leitungen, Wärmeerzeuger etc.) während des Betrachtungszeitraums, wenn deren Lebensdauer erreicht wurde. Abbruch und Entsorgung des Gebäudes am Ende des Betrachtungszeitraums im Jahr 2120 und bei Instandsetzungen wurden nicht bewertet.

Die Berechnung der CO₂e-Werte erfolgte mit dem Online-Tool eco2soft (www.baubook.info/eco2soft). Das in Baustoffen gespeicherte biogene Kohlendioxid (z.B. im Holz) wurde nicht als Gutschrift in die Baustoffbewertung aufgenommen, d.h. in der Gebäudekonstruktion wurde nur der fossile, nicht erneuerbare Anteil von Kohlendioxid berücksichtigt. Die Bilanzierungsmethode entspricht allen damit verbundenen normativen Vorgaben zur Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden.

Die Massenaufstellungen und Materiallisten basieren auf aktuellen Bauprojekten in Wien. Dazu wurden die Energieausweise, beim Gründerzeithaus der Bestandsplan, beim Bauordnungshaus die Einreichpläne und beim Öko-Musterhaus der Entwurfsplan herangezogen. Die Daten für die technische Gebäudeausrüstung stammen aus der Bewertung von fertiggestellten Gebäuden in ähnlicher Größe und Qualität. Die unterschiedlichen Gebäudegrößen der für die Untersuchungen zugrundeliegenden Bauprojekte wurden zur einheitlichen und vergleichbaren Darstellung in diesem Leitfaden auf eine Bruttogrundfläche von 2.500 m² umgerechnet.

Bei dem Gründerzeithaus wurden bei der Errichtung keine CO₂-Emissionen berücksichtigt, da die Gebäude vor mehr als 100 Jahren gebaut wurden. Lediglich die komplette Gebäudetechnik, die thermische Sanierung der obersten Geschoßdecke sowie neue Fenster wurden in die Bilanzierung aufgenommen.

Alle Gebäude sind unabhängig von Standort und Bauweise mit gleichen TGA-Systemen ausgestattet. Die graue Energie der unterschiedlichen Wärmeerzeuger wurde aufgrund des geringen Anteils am Gesamtsystem gleich gewichtet. Die aufwändigere technische Ausstattung bei Büro- und Nutzung durch Lüftungs- und Klimaanlage wurde in den Berechnungen berücksichtigt.

Die Mobilität der am Bau beteiligten Personen wird als gesonderter Wert ausgewiesen und enthält neben der vollständigen Mobilität der Mitarbeiter von und zur Baustelle auch Logistikemissionen. Die Berechnung basiert auf Daten der europäischen Bauindustrie.

3.2. Energiebedarf (Wärme und Strom)

Die CO₂-Emissionen der Endenergiebedarfe für Wärme und Strom wurden den Gebäudeenergieausweisen nach OIB Richtlinie entnommen bzw. daraus abgeleitet. Alle Berechnungen für die CO₂-Werte während des Betriebs unterliegen der OIB RL6 Stand: 2015.

Es wurde das Nutzerverhalten nach ÖNORM B 8110-5 angenommen. Bei Wohn-Nutzung wurde keine aktive Kühlung berücksichtigt, bei Büro-Nutzung wurde die Kühlung mittels Kältemaschinen mit ausschließlich natürlichen Kältemitteln berücksichtigt.

Zur Bewertung des jährlich zu erwartenden thermischen und elektrischen Energiebedarfs wird die Bilanzgrenze gemäß OIB Richtlinie 6 (2015) für den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen definiert. Das normative quasistationäre Verfahren zur Ermittlung der Energiekennzahlen (Energieausweisberechnung) für den Heizwärmebedarf (HWB), Warmwasserwärmebedarf (WWWB) und Endenergiebedarf (EEB) unterstellt normierte Default Werte (z.B. innere Lasten, Nutzerprofil etc.).

Die ermittelten Bedarfswerte HWB und WWWB werden für alle Gebäude innerhalb des Gebäudeclusters auf Basis der vorgegebenen bauphysikalischen Randbedingungen und der normierten Werte berechnet. Dies ermöglicht eine allgemeingültige Vergleichbarkeit von Gebäuden hinsichtlich des Energiebedarfs. Im nächsten Schritt werden der thermische und der elektrische Energiebedarf mit einer normierten Energieaufwandszahl (EAWZ) unter Berücksichtigung einer definierten charakteristischen Länge (Verhältnis des umschlossenen Volumens zur Hüllfläche des thermisch konditionierten Gebäudes) in die Ebene des Endenergiebedarfes umgewandelt. Dabei werden dem Nutzenergiebedarf die System- und Verteilverluste der technischen Systeme aufgeschlagen. Um die Vergleichbarkeit und Konsistenz zu gewährleisten, wurde allen Gebäuden eine charakteristische Länge von 3,56 m unterstellt.

Das Ergebnis für alle Gebäude ist ein Endenergiebedarf (EEB), differenziert nach thermischem und elektrischem Energiebedarf. Diese Werte werden wiederum für die Berechnung der CO₂-Emissionen unter Annahme der Konversionsfaktoren nach OIB Richtlinie 6 (2015) verwendet. Für Gebäude mit Standort Wien wurde die Fernwärme gemäß der Wiener Techniknovelle 2012 mit $f_{CO_2} = 20 \text{ g/kWh}_{EEB}$ und nicht mit 51 g/kWh_{EEB} (Fernwärme aus einem Heizwerk mit erneuerbarem Energieträger) bewertet. Bei allen Nicht-Wohngebäuden, bis auf das Gründerzeithaus, wurde der Kühlenergiebedarf in der Bilanzierung berücksichtigt.

Es wurde angenommen, dass der Dämmstandard des Bauordnungshaus und des Öko-Musterhauses auf annähernd gleichem Niveau ist. Beim Gründerzeithaus entspricht der Heizwärmebedarf dem originalen Baustandard mit im Jahr 2020 nach aktuellem Baustandard gedämmter oberster Geschoßdecke, erneuerten Fenstern und neuer Technischer Gebäudeausrüstung (TGA). Da das Gründerzeithaus bereits seit mehr als 100 Jahren besteht, wurde die Errichtung nicht berücksichtigt und nur die baulichen Erneuerungen im Jahr 2020 und deren Instandsetzungen über 100 Jahre berechnet.

3.3. Berechnung der Mobilitätsemissionen

Alle Berechnungen im Bereich Mobilität verwenden die umfassenden Vorarbeiten des SIR (Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen), die in mehrjährigen Entwicklungsprojekten mit klimaaktiv durchgeführt wurden.

Die Daten der österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“ bilden hierbei die Basis für die weiteren Betrachtungen. Sämtliche Datensätze sind den Regions- und ÖV-Qualitätstypen der Gemeinden zugewiesen und für diese die aktuellen relevanten Mobilitätskennziffern (Modal Split, Anzahl Wege, Wegelängen nach Verkehrsträger, Verkehrsleistung) hinterlegt. Ergebnis ist eine durchschnittliche CO₂-Emission pro Person und Jahr.

Definitionen und Abgrenzungen sind in der Publikation „Richt- und Zielwerte für Siedlungen“ (SIR 2017) zu finden. Für die Berechnung der standortspezifischen Mobilität wurde ein Anwendungstool genutzt (Mobilitätstool, Version 03/2020, Mair am Tinkhof | SIR), abrufbar unter <https://www.klimaaktiv.at/gemeinden/Siedlungen/planung>.

Kurz zusammengefasst werden in den Mobilitätsbetrachtungen folgende Begriffe mit den angeführten Definitionen verwendet:

- **Alltagsmobilität** wird als tägliche Bewegung von der Wohnung aus zu Zielorten von regelmäßigen Aktivitäten (Arbeit, Ausbildung, Gesundheit, Nahversorgung und Amtsgeschäfte) und wieder zurück definiert. Bei den Zielorten der Aktivität Arbeit ist darauf hinzuweisen, dass es sich dabei um den Weg zwischen Wohnung und Arbeitsplatz handelt. Geschäftsverkehr, im Sinne beruflicher Reisen, wird nicht berücksichtigt. (Mülleher, 2012)
- Die **nicht-alltägliche Mobilität** sowie die **Reisemobilität** werden hier nicht betrachtet
- **Graue Energie der Alltagsmobilität:** Berücksichtigt sind sämtliche vorgelagerte Emissionen, d.h. die direkten und indirekten Emissionen der Energiebereitstellung und Fahrzeugherstellung von privaten Fahrzeugen bzw. öffentlichen Verkehrsmitteln. Etwaige nachgelagerte Emissionen wie Verwertung bzw. Entsorgung der Fahrzeuge, Akkumulatoren und Anlagen werden, soweit Daten hierfür vorliegen, berücksichtigt. (Richt- und Zielwerte für Siedlungen, BMVIT, Schriftenreihe 39/2017)
- **Mobilitätswirksame Personen sind** alle Personen ab 6 Jahren. Bei der Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“ wurden keine Kinder unter 6 Jahren befragt. Daher sind diese bei der Berechnung der Emissionen nicht zu berücksichtigen. Es ist aber davon auszugehen, dass Kinder unter 6 Jahren so gut wie keine eigenständigen und zusätzlichen Emissionen verursachen. Für die weitere Berechnung wird für die Belegung in Wohngebäuden ein Korrekturfaktor berücksichtigt, um den mobilitätswirksamen Anteil der Belegung darstellen zu können.

Basierend auf den relevanten Eckdaten zum Bauvorhaben wird mithilfe des Mobilitätstools ein THG-E Gesamtwert [kg CO₂-eq./P*a] für die jeweiligen Standortbedingungen ermittelt. In weiterer Folge wird die Anzahl der mobilitätswirksamen Personen mit diesem Wert multipliziert und ergibt unter Berücksichtigung der Veränderung der Einheit von Kilogramm auf Tonnen mittels Division eine Angabe der CO₂-Emission in Tonnen pro Jahr für den betrachteten Standort. Für die weitere Gesamtbetrachtung auf 100 Jahre wird dieser Wert mit 100 multipliziert.

Die Berechnungen beinhalten alle den Bewohnern bzw. Nutzern zuzuordnenden Verkehrsbewegungen. Beim Bürogebäude sind dies die aus geschäftlichen Tätigkeiten entstandenen Mobilitäten, jedoch nicht die An- und Abreise der Mitarbeiter vom Wohnort zum Dienstort.

Basierend auf den Daten der Erhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“ wurde die Verkehrsleistung als Personen-km pro „mobilitätswirksamer“ Person (Personen ab 6 Jahren) und Jahr erhoben (Herry 2017). Hierbei wurden je Regionstyp die einzelnen Verkehrsträger unterschieden (beispielsweise Fahrrad, zu Fuß, PKW-Lenker, Straßenbahn und U-Bahn) und mit ihrer jährlichen Verkehrsleistung ausgewiesen. Im Durchschnitt legt eine Person ab 6 Jahren in Österreich im Alltagsverkehr 12.700 km pro Jahr zurück (Richt- und Zielwerte für Siedlungen, 2017).

Bei den drei verglichenen Standorten weist der Standort Wien Bezirk I-IX die höchste Verkehrsleistung der betrachteten Standorte [Personen-km] pro „mobilitätswirksamer“ Person und Jahr auf. Markant ist der Unterschied beim Verkehrsträger „Eisenbahn/Schnellbahn“: Hier sticht der Standort Wien Bezirk I-IX (Regionstyp 91) gegenüber dem Standort Wien Donaustadt (Regionstyp 93) mit mehr als 100% der Personen-km hervor.

Für die Zuordnung von Wegen zu Gebäuden wird das Zuordnungsprinzip des Methodenberichts SIA 2039 Mobilität der Hochschule Luzern sowie die Definition der Zielzwecke gemäß Erhebung „Österreich unterwegs“ herangezogen. Einem Gebäude werden diejenigen Wege zugeordnet, die ihr Ziel beim entsprechenden Gebäude haben. Somit bestimmt das Ziel des Weges die Anlastung des Energieverbrauchs. Den Wohngebäuden werden in der Regel alle Rückwege bzw. Nachhausewege, Rundwege und Freizeitwege zugerechnet, weiteren Gebäudetypen werden Hinwege zugeordnet. Im Falle der Arbeitsstätten wird der Weg zum Arbeitsort als Hinweg (Wegzweck: Arbeit) dem Zielzweck „Arbeitsplatz“ zugeordnet, ebenso wie Dienstwege. Anzumerken ist, dass es sich um eine branchenunabhängige Betrachtung handelt.

Somit kann eine eindeutige Zuordnung der Jahresmobilität zu den Nutzungstypen der Zielgebäude erfolgen und in der Mobilitätsbetrachtung für die Nutzungsarten Wohngebäude und Bürogebäude entsprechend berücksichtigt werden. Österreichweit enden im Schnitt 42,7% aller Wege Zuhause und sind somit dem Nutzungstyp „Wohngebäude“ zuzurechnen. Alltags- und Büromobilität werden in dieser Weise abgegrenzt, um Doppelzählungen von Wegen zu vermeiden.

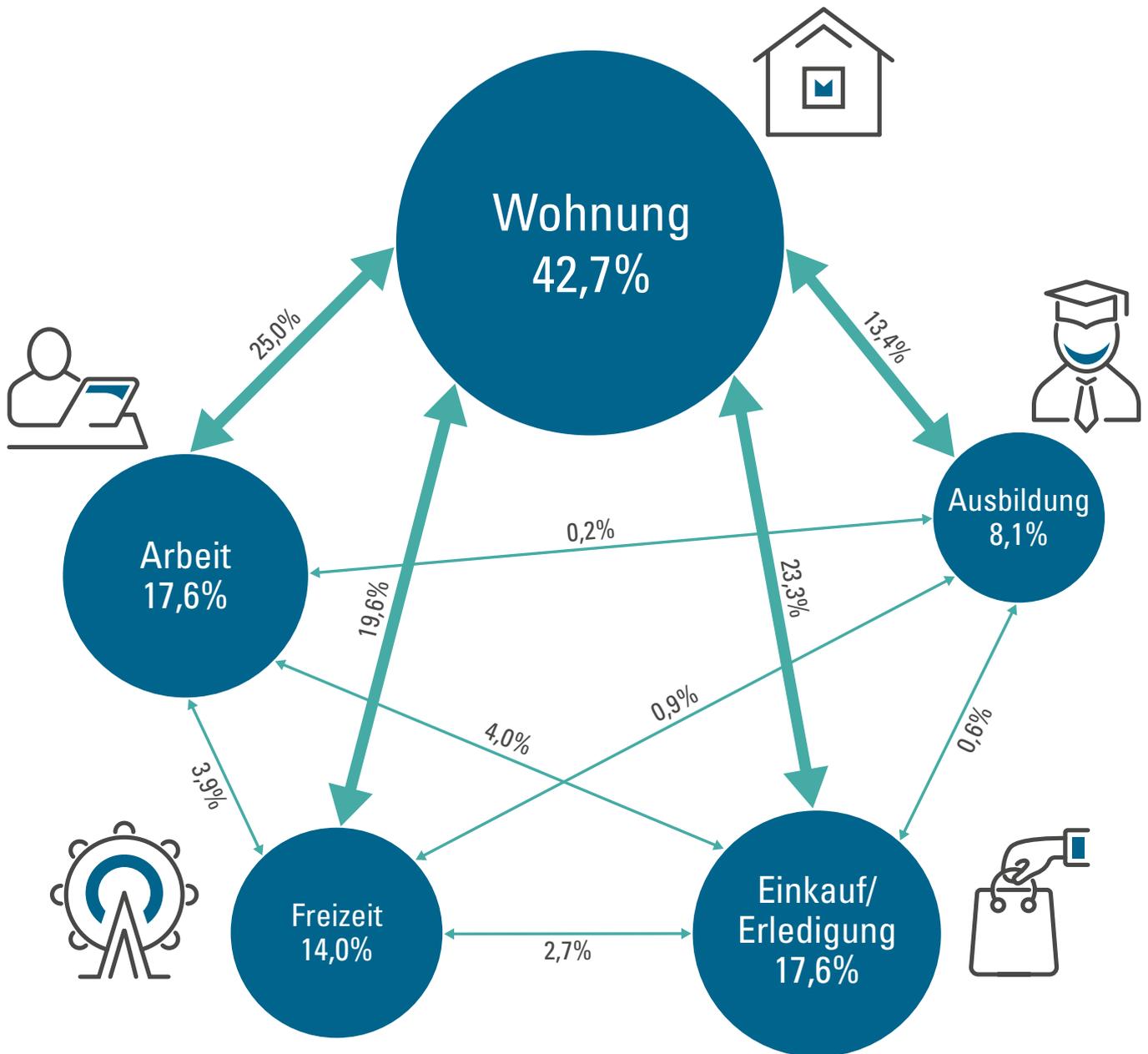


Abbildung 2: Verkehrszweckmatrix, aus Hrsg.: AustriaTech – Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen GmbH, 2019: VERKEHRSPROGNOSE ÖSTERREICH 2025+, Endbericht

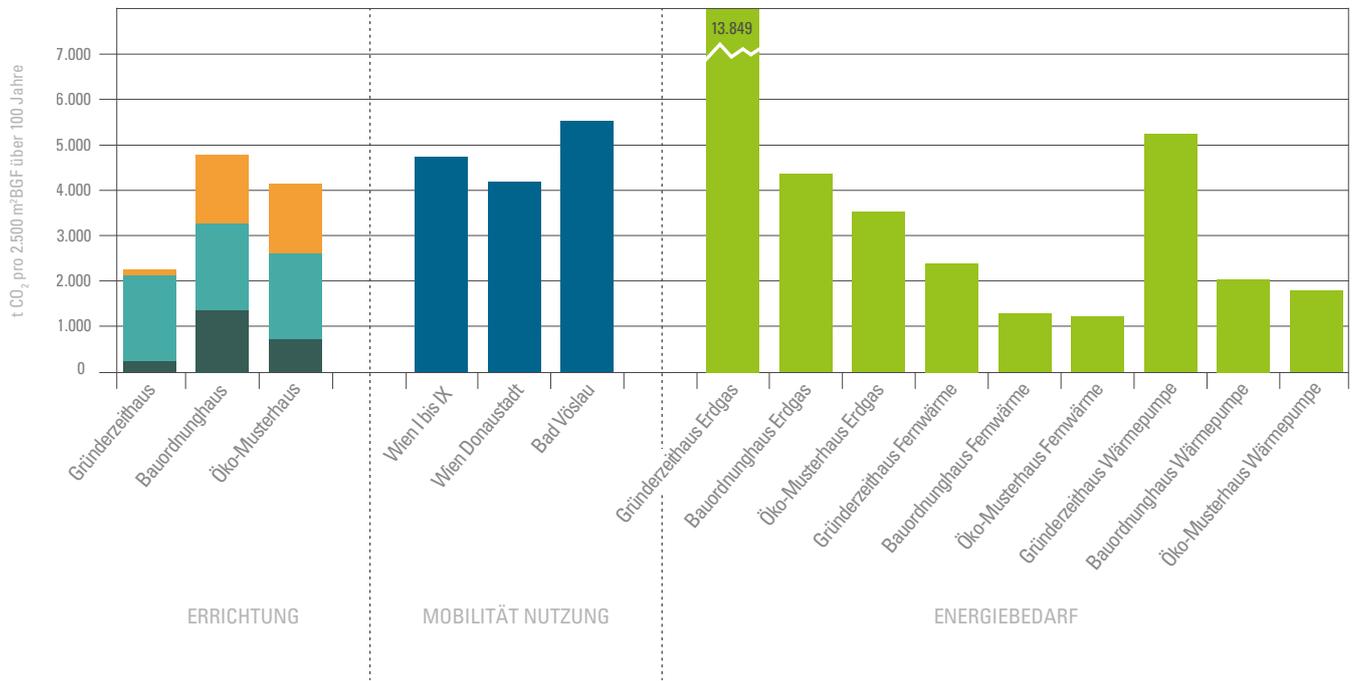
Die obige Grafik verdeutlicht somit die Wichtigkeit einer guten Versorgung von Wohnungen mit intelligenten und umweltfreundlichen Mobilitätslösungen. Gleichzeitig unterstreichen die Ergebnisse der Erhebungen dieser Studie die Erkenntnis, dass die Alltagsmobilität am gesamten Carbon Footprint eines Wohngebäudes in seinem Lebenszyklus eine enorme Stellung einnimmt.

Der Einfluss des Standorts auf die Mobilität ist somit maßgeblich. Wie die zugrundeliegenden Auswertungen zeigen, nimmt der Anteil der Berufspendler, die den öffentlichen Verkehr nutzen, mit steigender Zentralität des Arbeitsplatzortes zu. Darüber hinaus hat das Parkplatzangebot einen wesentlichen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl von Berufstätigen, insbesondere für Arbeitsplatzwege.

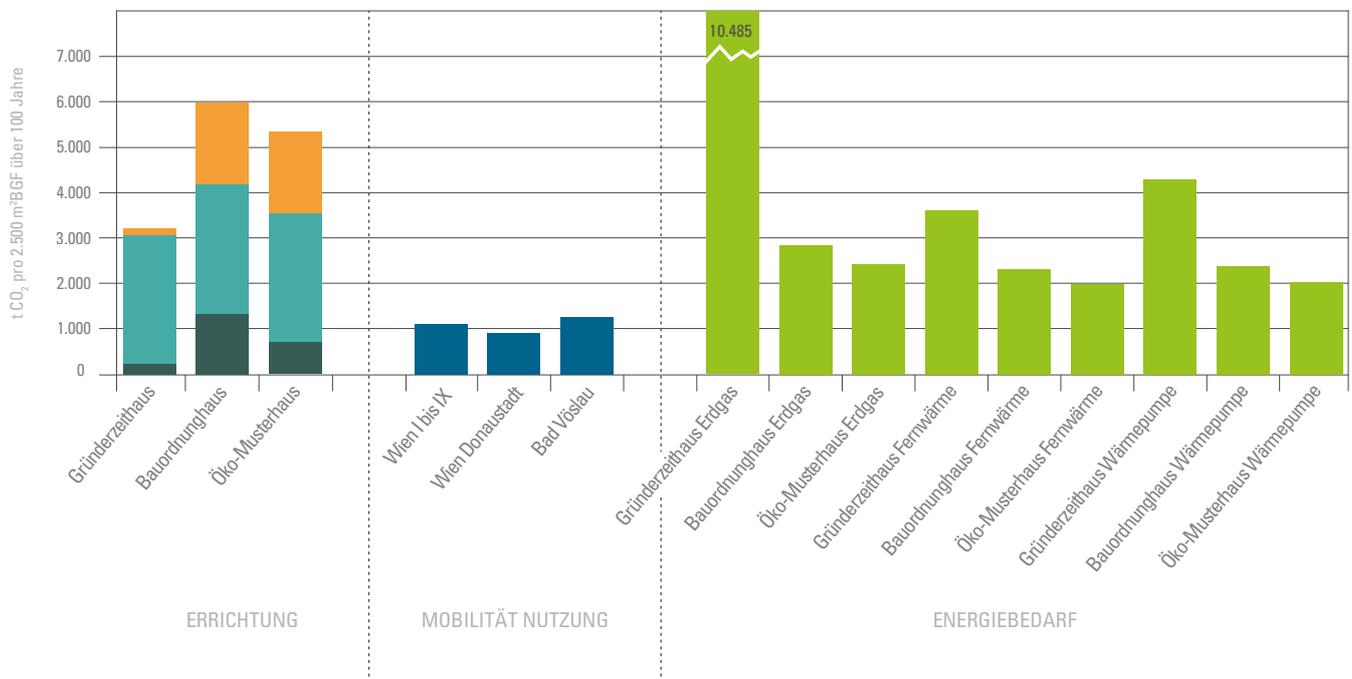
4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION DER BERECHNUNGSERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den nachstehenden Abbildungen 3 und 4 zusammengefasst.

MEHRFAMILIENHAUS



BÜROGEBÄUDE



- Gebäude (Errichtung)
- Mobilität (Nutzung)
- Gebäudetechnik (Errichtung)
- Energiebedarf (Nutzung)
- Mobilität (Errichtung)

Abbildung 3 & 4: Ergebnisse der drei bewerteten Kategorien Gebäude (Konstruktion und Gebäudetechnik während Errichtung und Instandsetzungen), Mobilität (während Errichtung und Nutzung) und Energiebedarf (Nutzung) eines Mehrfamilienhauses und eines annähernd baugleichen Gebäudes mit Büronutzung.

Die Mobilität der Bewohner verursacht bei Mehrfamilienhaus-Varianten die deutlich größte Menge an CO₂-Emissionen (Ausnahme: Gründerzeithaus mit Wärmeversorgung aus Erdgas). Zwischen den drei untersuchten Standorten schwanken diese Werte um etwa 10 bis 25%. Bei den Bürogebäuden weist die Mobilität während der Nutzungsphase einen wesentlich geringeren Anteil am Gesamtergebnis auf, da der Büronutzung nur die Mobilität aus geschäftlicher Tätigkeit zugerechnet wird.

Trotz des Umstands, dass ein Gebäude im Betrachtungszeitraum von 100 Jahren nur einmal errichtet wird, hat sogar die Mobilität während der Errichtungsphase einen starken Einfluss auf Neubauten. Beim bestehenden Gebäude aus der Gründerzeit folgt dieser Anteil lediglich dem Umfang der Sanierungsmaßnahmen, ist also sehr gering.

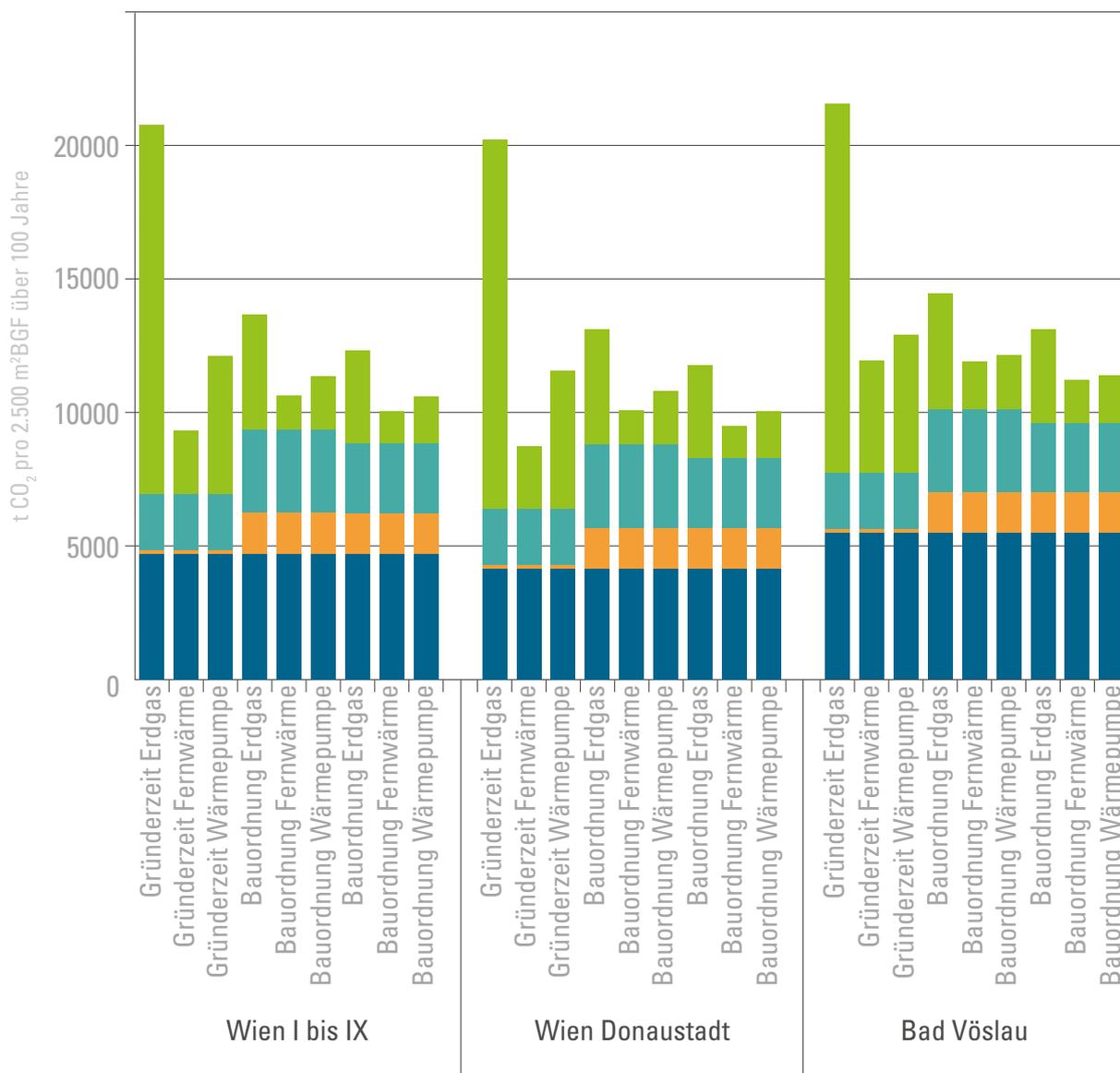
Die Kategorie Energiebedarf weist bei Wohn- und Büronutzung unterschiedliche Ergebnisse auf. Dies resultiert aus nutzungsbedingten Bedarfen an Raumwärme und Warmwasser, höherem Strombedarf für Geräte und Kühlung in Büroräumen und der jeweiligen Kombination von Energieträgern.

Die Gebäudeenergieversorgung und vor allem die technische Gebäudeausrüstung haben in allen untersuchten Varianten einen stärkeren Einfluss auf die CO₂-Emissionen als die Errichtung und Instandsetzung der Gebäudekonstruktion.

Bei Wohn- und auch bei Büronutzung des Gründerzeithauses fällt der geringe Einfluss der bestehenden Gebäudekonstruktion und der Mobilität während der Errichtungsphase auf. Das Öko-Musterhaus aus ökologischen Baumaterialien weist im Vergleich zum Bauordnungshaus in herkömmlicher mineralischer Bauweise eine ganz wesentliche Reduktion der CO₂-Emissionen in der Kategorie Gebäude auf. Im Verhältnis zu allen anderen Bewertungskategorien erscheint aus heutiger Sicht die Optimierung der ökologischen Baustoffqualität jedoch in relativ geringem Ausmaß wirksam. Langfristig betrachtet bietet die Verwendung ökologischer Materialien dennoch ein weiteres Einsparpotenzial für CO₂-Emissionen.

Die weiteren Abbildungen 5 und 6 zeigen die Zusammensetzung und Gewichtung einzelner Bewertungskategorien sowie das Verhältnis der Gesamtergebnisse untereinander.

MEHRFAMILIENHAUS



BÜROGEBÄUDE

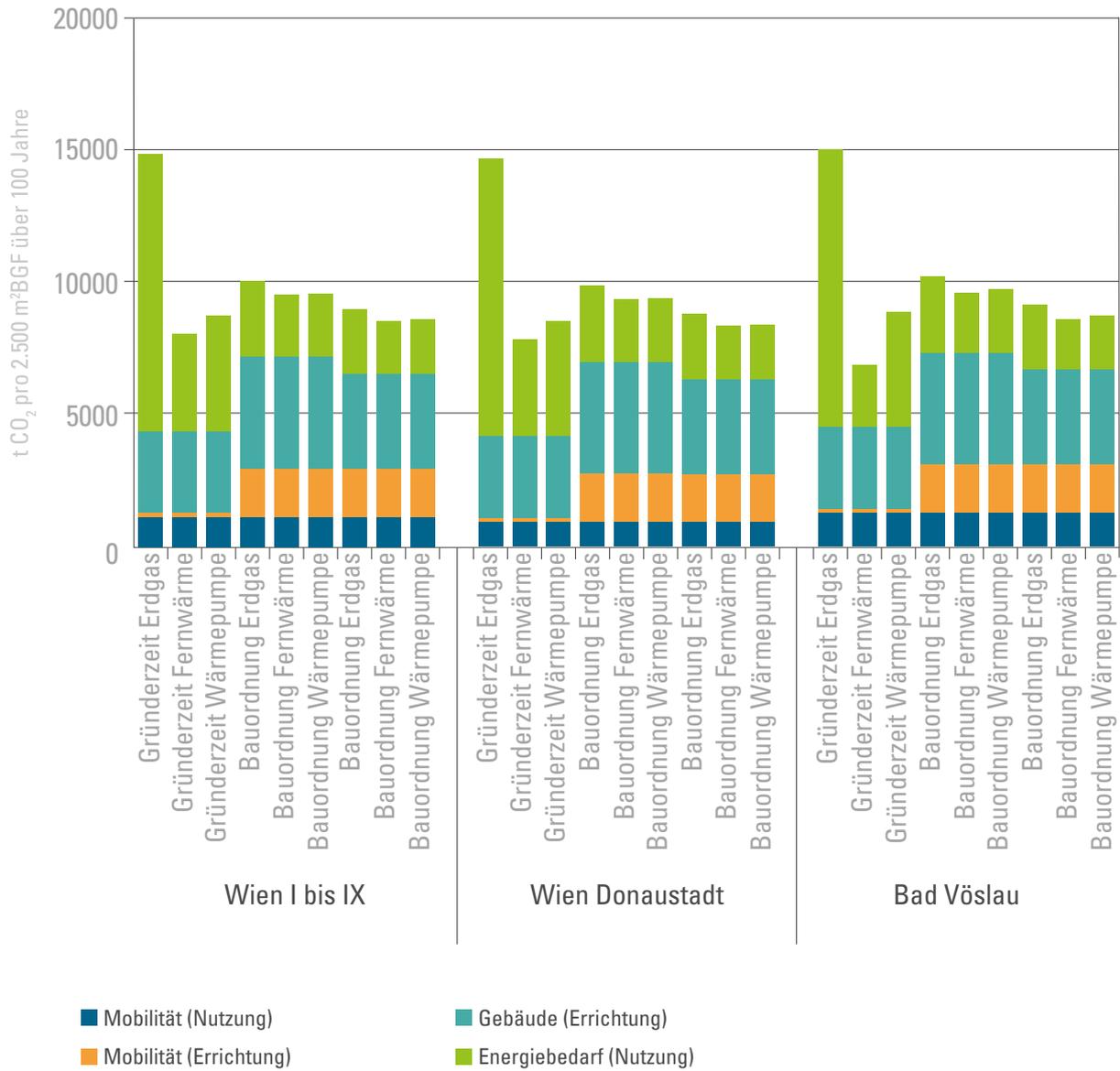


Abbildung 5 & 6: Die nach drei unterschiedlichen Standorten gruppierten Balken stellen die CO₂-Emissionen aus Mobilität, Gebäude und Energiebedarf von jeweils 27 Mehrfamilienhaus- und Bürogebäude-Varianten dar.

MEHRFAMILIENHAUS

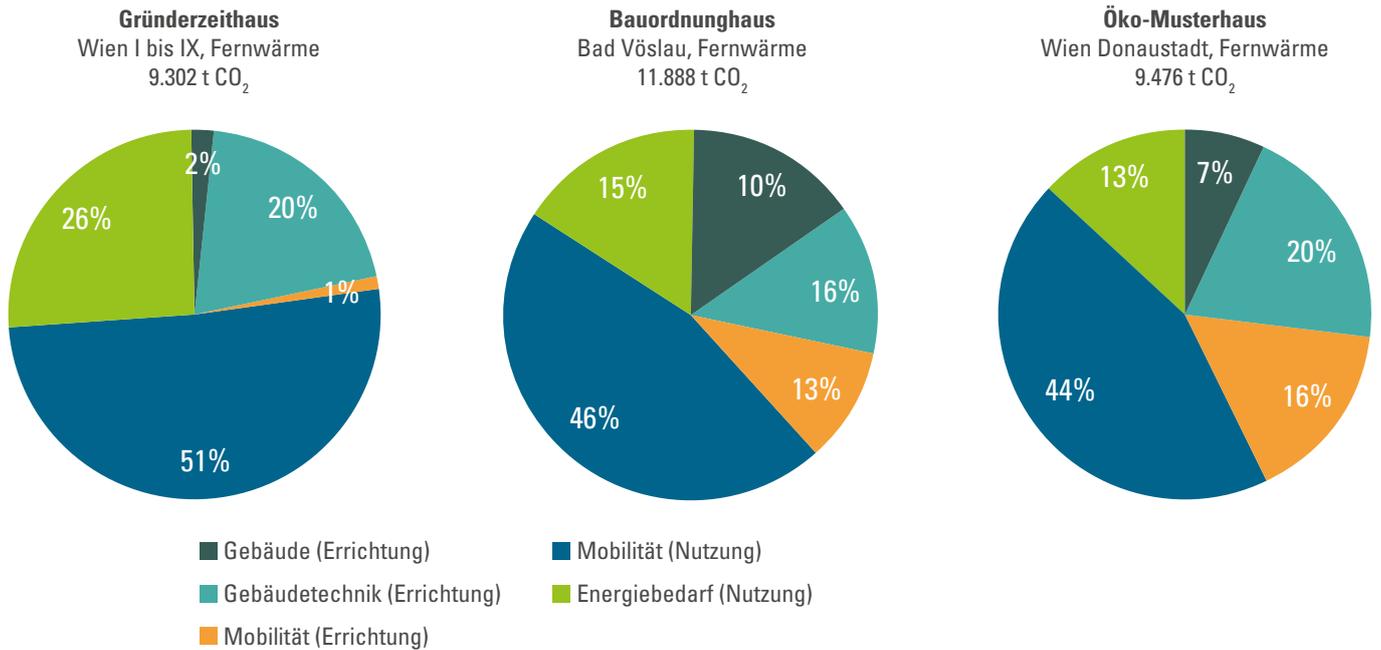


Abbildung 7: Anteile an den gesamten CO₂-Emissionen bei verschiedenen Mehrfamilienhaus-Varianten über einen Betrachtungszeitraum von 2020 bis 2120. Trotz hohem Energiebedarf während der Nutzungsphase beeinflusst ein mit Fernwärme versorgtes und nicht thermisch saniertes Gründerzeithaus in den Wiener Innenbezirken das Klima mit 9.302 t CO₂ in etwa gleich stark wie ein Neubau aus ökologischen Baustoffen im Wiener Stadterweiterungsgebiet (9.476 t CO₂). Das Beispiel einer Wohnhausanlage nach aktueller Bauordnung im Wiener Umland verursacht 11.888 t CO₂.

BÜROGEBÄUDE

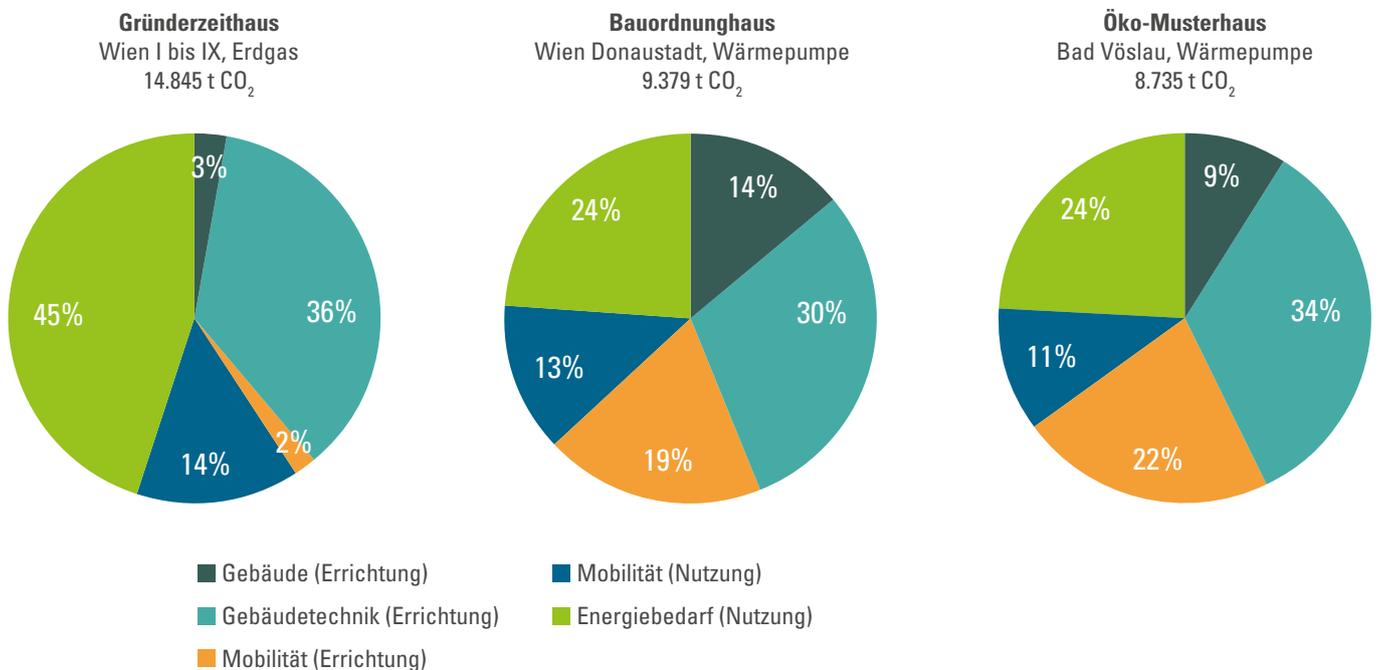


Abbildung 8: Anteile an den gesamten CO₂-Emissionen bei verschiedenen Bürogebäude-Varianten über einen Betrachtungszeitraum von 2020 bis 2120. Der Energiebedarf während der Nutzungsphase und die Technische Gebäudeausrüstung sind bei diesen ausgewählten Beispielen die wesentlichen Verursacher von CO₂-Emissionen.

Insgesamt betrachtet ergeben die Rechenergebnisse, dass die dringendsten Klimaschutzmaßnahmen im Bereich der Mobilität während der Nutzungsphase zu setzen sind. Die Mobilität in Bezug auf Bautätigkeiten stellt nicht nur gesamtheitlich, sondern schon allein aus ihrer Relation zu den materialbezogenen Emissionen eine wesentliche und wichtige Herausforderung für die Baubranche dar.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Der Gebäudesektor war in Österreich im Jahr 1990 (Basisjahr für das Kyoto-Protokoll) für etwa 16,4% sämtlicher CO₂-Emissionen verantwortlich. Um diese Emissionen zu reduzieren gab es eine Reihe gesetzlicher Maßnahmen, Förderungen und Initiativen, angefangen von den Bauordnungen, über den Gebäudeenergieausweis, verschiedene Gebäudelabels (klimaaktiv, ÖGNI, Leed, etc.) und Förderungen von Anlagen für erneuerbare Energie bis hin zum Verbot von Ölkesseln in Neubauten. Alle diese Maßnahmen zeigen langsam positive Auswirkungen, der Anteil der CO₂-Emissionen der Gebäude sinkt von Jahr zu Jahr und beträgt gegenwärtig bereits weniger als 10% der Österreichischen Gesamtemissionen (Quelle für obige Zahlen: UBA, Klimaschutzbericht 2020). Diese Maßnahmen hatten aber auch ihren (buchstäblichen) Preis: Einerseits gab es gesetzlich starke Eingriffe in die Entscheidungsfreiheit von privaten und öffentlichen Bauherren, andererseits steigen (nicht zuletzt aufgrund der hohen gesetzlichen Auflagen) die Errichtungskosten von Immobilien in einem Ausmaß, in dem sich viele Menschen Wohnraum im Eigentum nicht mehr leisten können. Trotzdem waren die Maßnahmen richtig und die Autoren dieses Leitfadens bekennen sich nachdrücklich zu Maßnahmen, die schädliche Treibhausgas-Emissionen reduzieren. Wir sind aber noch nicht am Ziel angekommen und weitere Anstrengungen sind zu unternehmen, um die Klimaschutzziele zu erreichen.

Es ist daher noch viel zu tun. Es darf aber durchaus selbstbewusst festgestellt werden, dass der Gebäudesektor im Bereich Klimaschutz im Begriff ist, seiner Verantwortung nachzukommen. In anderen Bereichen ist dies aber nicht der Fall. Die CO₂-Emissionen im Bereich der Mobilität haben in Österreich im selben Betrachtungszeitraum (1990 bis 2020) deutlich zugenommen und liegen in Summe heute bereits ein Vielfaches über den Emissionen der Immobilien. Daher wird der Immobilienbereich zurecht vom Gejagten zum Jäger und fordert für den Bereich der Mobilität ähnliche Maßnahmen wie für Immobilien.

Folgendes Beispiel verdeutlicht die obige Aussage: Eine Ölkesselgenehmigung im Neubau für eine Anlage mit einer Leistung von 10kW ist im Jahr 2020 nicht mehr vorstellbar (obwohl ein moderner Ölkessel einen Wirkungsgrad von mehr als 90% aufweist). Und das ist auch gut so! Einen PKW, der denselben Brennstoff wie ein Ölkessel verwendet (Diesel ist in Wirklichkeit nichts anderes als Heizöl leicht), 100kW hat und einen Wirkungsgrad von bestenfalls etwa 35% aufweisen kann, darf man sich aber ohne Probleme nach wie vor beschaffen!? Im „besten Falle“ bekommt man sogar noch eine Pendlerpauschale, um damit täglich lange Strecken zurücklegen zu können! Wo bleibt hier die Klimagerechtigkeit?

Daher leiten die Autoren des Leitfadens aus den Berechnungsergebnissen folgende Empfehlungen ab, welche künftig auch in Form von angepassten gesetzlichen Rahmenbedingungen umgesetzt werden sollen:

Erste Empfehlung: Keine fossilen Energieträger für Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden

Der Energiebedarf im Neubau hat bereits ein sehr niedriges Niveau erreicht. Die Effizienz in der Nutzung und die Energieversorgung von Bestandsgebäuden sollen verbessert werden. Die klimaneutrale Energieversorgung von Gebäuden ist bis zum Jahr 2040 möglich, vorausgesetzt, dass mit der schrittweisen Verbannung fossiler Energieträger sofort begonnen wird. Vernetzung und intelligente Nutzung erneuerbarer, lokal bereitgestellter Energie bieten in Zukunft großes Potenzial. Weiters kann eine Vereinfachung der gebäudetechnischen Ausstattung bei gleichbleibendem Nutzerkomfort und Kostenaufwand zur Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen.

Zweite Empfehlung: Ganzheitliche Sanierung von Bestandsimmobilien

Die Berechnungen zeigen, dass Gründerzeithäuser um ein Vielfaches schlechtere Werte beim Energiebedarf haben als Neubauten. Dies trifft aber nicht nur für Gründerzeithäuser, sondern auch für sämtliche Bestandsgebäude zu, welche schlecht gedämmt und mit veralteter Gebäudetechnik ausgestattet sind. Die Maßnahmen zur Ertüchtigung dieser Immobilien sind deutlich zu forcieren!

Dritte Empfehlung: CO₂-Emissionen der Mobilität reduzieren

Im Verkehrssektor sind die Möglichkeiten zur Reduktion von Emissionen vielfältig, großteils bereits technisch weit entwickelt und einsatzbereit. Beispiele dafür sind die Umsetzung neuer Mobilitäts- und Verkehrskonzepte, die deutliche Reduktion von fossilen Energieträgern bei gleichzeitiger Förderung der Elektromobilität und Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Ebenso kann die Sektor-Koppelung von Mobilität, Gebäuden und (erneuerbarer) Energie durch E-Ladestationen mit Überschüssen aus Photovoltaik auf energieflexiblen Gebäuden zur Zielerfüllung beitragen. Eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors ist mittel- bis langfristig erreichbar, hier ist auch die Raumplanung gefordert.

Vierte Empfehlung: Vollständige Umstellung des Gebäudesektors auf ressourcenorientierte Kreislaufwirtschaft

Wenn die an den zahlreichen Varianten der Mustergebäude aufgezeigten Klimaeinflüsse aus Mobilität und Energieversorgung neutralisiert worden sind, bleibt noch die in Gebäuden gespeicherte graue Energie übrig. Der Einsatz von klimafreundlichen Baustoffen und recyclingfähiges Bauen mit Recyclingmaterial in Zusammenhang mit geschlossenen Ressourcen-Kreisläufen, stellen die langfristigen Herausforderungen im Gebäudesektor dar. Da sich die Austauschzyklen von Gebäuden über sehr lange Zeiträume erstrecken können und derweil klimaschädliche Substanzen in den Konstruktionen eingeschlossen bleiben, ist es schon heute wichtig, die End-of-Life-Szenarien einzelner Bau- und Anlagenteile sowie des gesamten Gebäudes bereits in der Konzeptphase, spätestens aber in der Planungsphase zu berücksichtigen.

Fünfte Empfehlung: Kompensation der verbliebenen CO₂-Emissionen mit Ausgleichsmaßnahmen

CO₂ ist ein sehr stabiles Molekül: Einmal entstanden, ist es fast „unzerstörbar“ und hat eine durchschnittliche Verweildauer in der Atmosphäre von mehr als 100 Jahren! Die heutigen Emissionen belasten somit das Weltklima unserer Enkelkinder. Gleichzeitig ist es einfach unrealistisch einen sofortigen Stopp sämtlicher CO₂-Emissionen zu fordern, da einfach noch zu viele Prozesse von der Verbrennung fossiler Brennstoffe abhängen. Trotzdem sind klimaneutrale Produkte heute bereits möglich. Dies erfolgt aber nicht ausschließlich durch Vermeidung von Emissionen, sondern auch dadurch, dass die bei der Produktion eines Produktes entstandenen Emissionen an anderer Stelle wieder eingespart werden. Weltweit gibt es eine Vielzahl von Klimaschutzprojekten, die zertifizierte Klimaschutzzertifikate für solche Zwecke anbieten. Dieser Mechanismus wird als Emissionshandel bezeichnet. Dadurch kann heute bereits eine Immobilie klimaneutral errichtet werden. Ziel muss es sein, künftig ohne den Mechanismus des Emissionshandels klimafreundliche oder schließlich auch klimaneutrale Immobilien errichten zu können. Das führt uns zu den Zukunftsvisionen, welchen die Autoren das abschließende Kapitel dieses Leitfadens widmen.

6. AUSBLICK

Zukünftige (notwendige) Entwicklungen, Herausforderungen und Chancen

Wenn der Mensch die Erde in ähnlicher Form wie bisher bewohnen möchte, müssen die Aufgaben der Dekarbonisierung bis 2050 bereits weit hinter uns liegen. Dies gilt nicht nur für die breite Umsetzung der Energiewende, sondern auch für die Mobilitätswende. Die vorliegende Publikation zeigt deutlich, wie wesentlich sowohl Energie- als auch Mobilitätsfragen in Bauprojekten dafür beeinflusst werden müssen.

Der politische wie auch der gesellschaftliche Wille zur Forcierung der Energie-, Mobilitäts- und Rohstoffwende war noch nie so ausgeprägt wie jetzt. Nun müssen wir umsetzen!

Wir brauchen zukunftsweisende und mutige Projekte, die helfen, die derzeitige politische Agenda zu realisieren. Dass das möglich ist, zeigen uns zahlreiche Einzelprojekte. Und diese Realisierungen dürfen sich nicht auf Einzelaspekte beschränken, sondern erfordern das gesamte Spektrum an Lösungen: von der Gebäudekonzeption (Modularität, Flexibilität, Adaptionfähigkeit) und Materialwahl (Demontierbarkeit, graue Energie) über die Energiekonzeption (Nettoverbrauch) bis zur zukunftsfähigen Mobilitätslösung (Anbindung an ÖPNV, Bedarfsmobilität, Infrastruktur für umweltfreundliche Mobilität).

Wie sieht unsere Erwartung bis 2050 aus?

Es besteht kein Zweifel: Bis zum Ende dieses Jahrhunderts wird die benötigte Energie fast ausschließlich aus erneuerbaren Quellen gewonnen, vielleicht geht es aber schneller: Europa möchte bis 2050 klimaneutral sein, Österreich sogar bis 2040. Bis 2050 werden daher Mobilitätslösungen ohne fossile Ressourcen auskommen, Gebäude werden mehr Energie liefern als sie verbrauchen und vorhandene Defizite werden erneuerbar gedeckt werden, auch das Thema Speicherung wird dann bereits gelöst sein. Dies bedeutet im Idealfall, dass das Gebäude über seinen Lebenszyklus sämtlichen Ressourcenverbrauch wieder ausgleicht.

Unsicher scheint derzeit noch, ob die eingesetzten Materialien noch klimabelastend erzeugt werden. Weit sicherer jedoch können wir in der Einschätzung sein, dass Kreislaufwirtschaft – gerade auch im Baubereich – einen wichtigen Beitrag zur Entlastung der Nutzung natürlicher Ressourcen bis zu diesem Zeitpunkt beitragen wird.

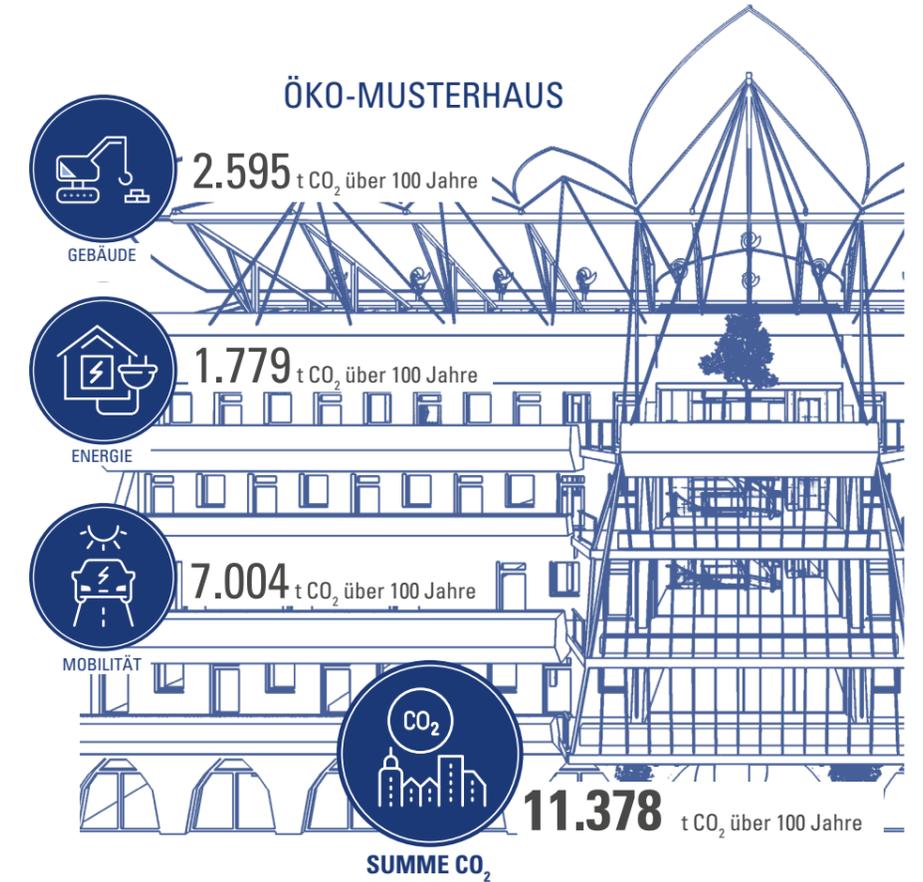
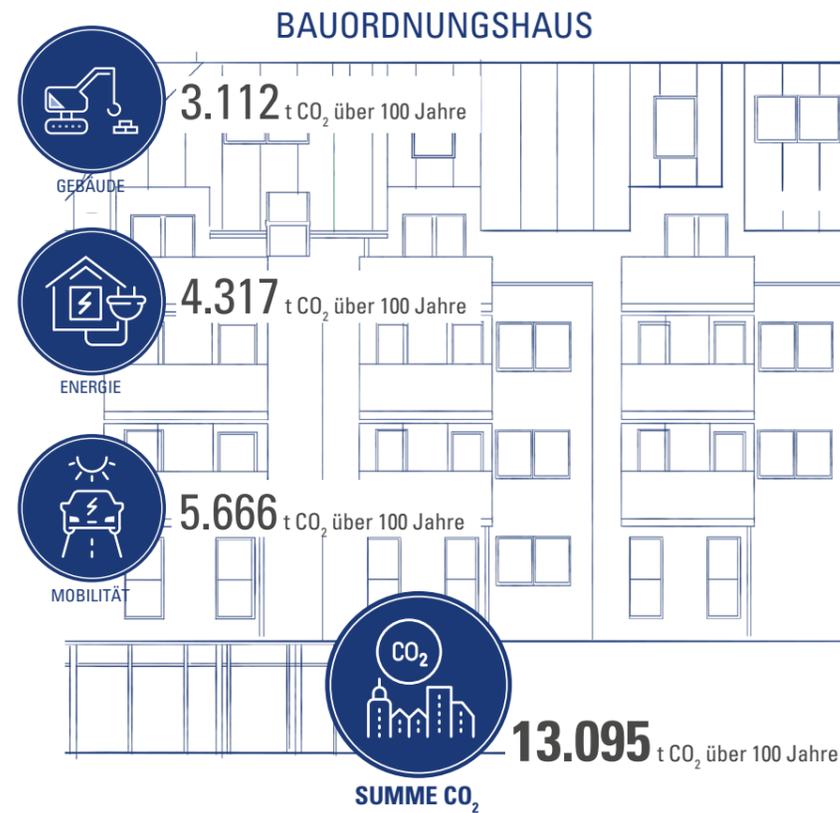
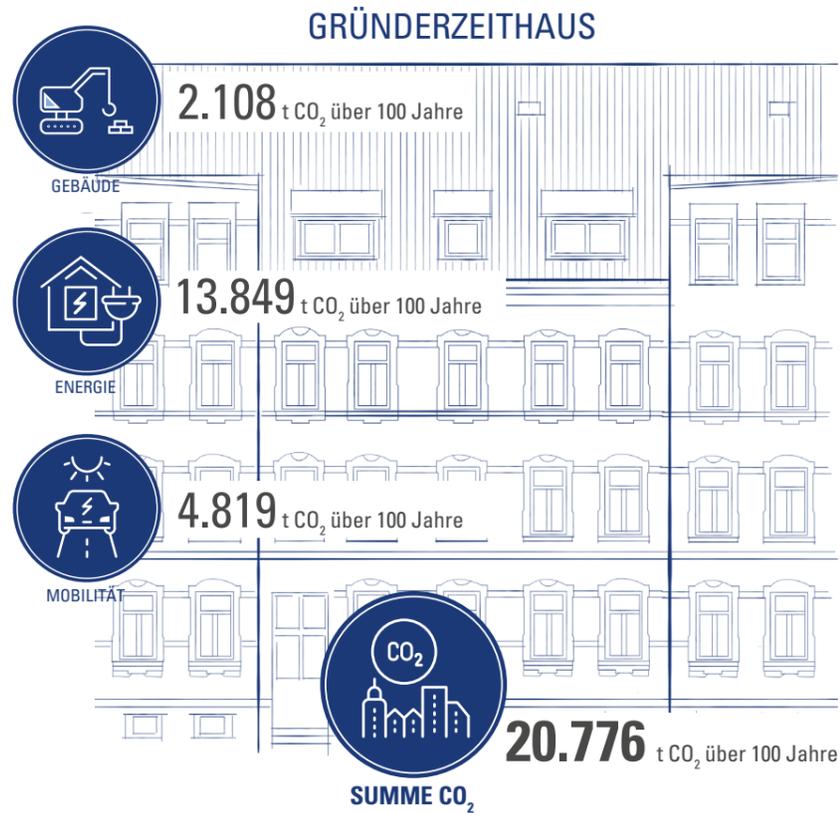
Unsere Erwartung ist also, dass Bauwerke bis 2050 in Errichtung, Nutzung und Betrieb ökologisch weitgehend unproblematisch sein werden. Um diesen Zielzustand zu erreichen, benötigen wir die konsequente Unterstützung durch politische Maßnahmen, die eine solche Veränderung nicht nur zulassen, sondern massiv begünstigen.

Wie sieht unsere Erwartung bis 2050 aus?

Wie viel an CO₂-Emissionen verursacht ein typisches Mehrfamilienhaus in welcher Kategorie? Bei einem unsanierten Gründerzeithaus in den Wiener Innenbezirken stellt der hohe Gasverbrauch die größte Klimasünde dar. Ein nach den Mindestanforderungen der Bauordnung aus Stahlbeton mit Vollwärmeschutz errichtetes Mehrfamilienhaus zeigt hohes Optimierungspotenzial sowohl bei den Baustoffen als auch bei der Energieversorgung. Das Öko-Musterhaus aus ökologischen Baustoffen, gut gedämmter Gebäudehülle und einem Heizungssystem mit Wärmepumpe belastet das Klima am geringsten und bietet ideale Voraussetzungen für innovative Technologien und Prozesse. Diese entsprechen zwar noch nicht dem aktuellen Baustandard, werden jedoch für die Erreichung der Klimaneutralität notwendig sein.

Die größte Beachtung verdienen aktuell die CO₂-Emissionen aus der Mobilität während Errichtung und Nutzung eines Gebäudes. Sie können in etwa so hoch sein wie die Kategorien Gebäude und Energie zusammen.

Der notwendige Ausstieg aus fossiler Energie betrifft die Mobilität am stärksten. Eine Energieversorgung mit lokal erzeugten erneuerbaren Energiequellen und Vernetzung mit anderen Gebäuden bedeutet einen großen Schritt hin zur Klimaneutralität. Die vollständige Umstellung des Gebäudesektors auf ressourcenorientierte Kreislaufwirtschaft wird uns noch lange beschäftigen. Der Start ist jetzt.



STATUS QUO 2020



GEBÄUDE

- Die graue Energie eines über 100 Jahre alten Gründerzeithauses ist niedrig, da CO₂-Emissionen aus der Errichtung bereits abgebaut sind und nur kleine Sanierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen notwendig sind.
- Die Verwendung von ökologischen, recyclingfähigen Baustoffen bei Neubauten hat den geringsten klimaschädigenden Einfluss.
- Die CO₂-Emissionen aus aufwändiger Technischer Gebäudeausrüstung sind deutlich höher als bei der Gebäudekonstruktion.



ENERGIE

- Der Gasverbrauch eines ungedämmten Gründerzeithauses bedingt ein Vielfaches an CO₂-Emissionen als die Energieversorgung mit Fernwärme oder Strom aus erneuerbaren Energieträgern.
- Ein nach Bauordnung gedämmtes und mit Erdgas beheiztes Gebäude birgt noch deutliche Einsparpotenziale an CO₂-Emissionen.
- Raumwärmeversorgung und Warmwasserbereitung mit Wärmepumpe ist schon heute eine klimaschonende Lösung und bietet noch großes Potenzial in Richtung Null-Emission.



MOBILITÄT

- Die CO₂-Emissionen korrelieren mit den Weglängen und der Anzahl von Fahrten mit fossil betriebenen Verkehrsmitteln.
- E-Mobilität und optimierte Mobilitätskonzepte zeigen heute noch keine merklichen klimaschonenden Auswirkungen.
- Bei den betrachteten Varianten ist der Klimaeinfluss der Mobilität in etwa so groß wie die Kategorien Gebäude und Energie zusammen.

AUSBLICK

2050

MASSNAHMEN ZUR REDUKTION DER CO₂-EMISSIONEN



GEBÄUDE

- ganzheitliche Sanierung von Bestandsimmobilien
- Reduktion des Kühlbedarfs mit passiven Kühlmaßnahmen und Anpassung des Nutzerverhaltens
- Reduktion des Wärmebedarfs mit thermisch hochwertiger Gebäudehülle
- suffizienter Einsatz effizienter Gebäudetechnik
- vollständige Umstellung des Gebäudesektors auf ressourcenorientierte Kreislaufwirtschaft (Baustoffe und Gebäudetechnik)



ENERGIE

- keine fossilen Energieträger für Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden
- Umstieg auf Fernwärme und Strom aus erneuerbaren Energieträgern
- Wärmepumpen in Kombination mit Photovoltaik-Anlagen oder Kraft-Wärme-Kopplung
- Nutzung von Abwärme
- Vernetzung von Gebäuden und Verbrauchssektoren mit lokal generierter erneuerbarer Energie



MOBILITÄT

- Reduktion der Anzahl und Weglängen von Mobilitäten
- neue Mobilitäts- und Verkehrskonzepte
- Raumplanung, die auf kurze Wege ausgelegt ist
- Förderung der Elektromobilität bei Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern
- Kompensation der verbliebenen CO₂-Emissionen mit Klimaschutzzertifikaten aus der Übererfüllung der CO₂-Einsparungen an anderer Stelle, z.B. bei Klimaschutzprojekten.

7. STATEMENTS DER AUTOREN

Felix Hitthaler, MSc:

„In einer klimaneutralen Zukunft werden wir uns vom bisherigen Bauprozess verabschieden und baubegleitende Planung und die damit verbundenen Probleme werden der Vergangenheit angehören. Nur wenn es gelingt die Planung in standardisierten Prozessen in ein Lebenszyklusmodell zu überführen, können die Informationen von Planung, Bau und Betrieb zentral gesammelt und weiterverwertet werden. Heute ist es bereits möglich Teilbereiche der industriellen Automatisierung im Bauwesen zu nutzen und so können Modulelemente und vorgefertigte Technikräume aus BIM-Modellen produziert werden.“



Arch. DI Gerhard Kopeinig:

„Planen und Bauen ist Verantwortung. Wenn man das ernst nimmt, darf nur in bester Qualität gebaut werden. Diese Qualitäten über einen möglichst langen Lebenszyklus herauszufiltern hat sich die Arbeitsgruppe klimaneutrale Gebäude der IG LEBENSZYKLUS BAU als Aufgabe gestellt. Dabei war von Anfang an klar, dass es um mehr geht als ums Bauen. Die Raumordnung, die damit in einem hohen Maße verbundene Art der Mobilität, aber auch die Nutzungsvervielfältigung für die Zukunft, sind und werden entscheidende Faktoren in der Entwicklung unserer gebauten Umwelt in Zukunft verstärkt sein müssen. Damit kommt dem Weiterbauen – dem mehr als nur Sanieren – eine entscheidende Rolle zu!“



Dr. Christian Plas:

„Die vorliegende Arbeit zeigt in auch für mich überraschender Deutlichkeit die unterschätzte Bedeutung von Mobilität in Verbindung mit Bauprojekten. Ob Rahmenbedingungen für umweltverträgliche Mobilität im Rahmen von Projekten berücksichtigt werden, darf somit ein für alle Mal kein „nice to have“ mehr sein. Wir können uns keine Nachlässigkeiten im Bereich des Mobilitätsmanagements mehr leisten!“



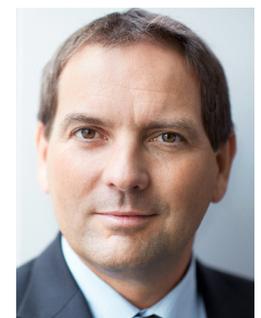
DI Vanessa Platzdasch:

„Der Klimawandel und seine möglichen Folgen betreffen uns alle. Wichtig ist, dass wir uns auf Lösungen konzentrieren und Innovationen voranbringen. In Bezug auf die Immobilienwirtschaft muss es uns gelingen, eine Balance zwischen den wirtschaftlichen Anforderungen und den notwendigen Innovationen zu schaffen, damit nicht das Ziel des klimaneutralen Gebäudes durch unverhältnismäßige und unwirtschaftliche Eingriffe ausgebremst wird. Die Erkenntnisse der Arbeitsgruppe sind ein wichtiger Schritt in diese Richtung.“



DI Dr. Klaus Reisinger:

„Die Immobilienbranche hat in den letzten Jahren gezeigt, wie man schrittweise CO₂-Emissionen reduzieren und gleichzeitig die Qualität von Gebäuden steigern kann – selbstverständlich hatten diese Errungenschaften aber buchstäblich „ihren Preis“. Betrachten wir aber den CO₂-Fußabdruck eines Hauses, können wir an der Gebäudegrenze nicht Halt machen, sondern müssen Errichtung, Energieverbrauch und Mobilität, die das Haus auslöst, berücksichtigen. Dabei kommen wir unzweifelhaft zur Erkenntnis, dass bei der Mobilität genau diese Errungenschaften (noch) nicht erzielt wurden, da der CO₂-Fußabdruck eines Gebäudes oft zu mehr als 50% von der Mobilität verursacht wird. Das so klar festzustellen war eine große Pionierleistung der Autoren dieses Leitfadens. Daher ist unsere Forderung auch ganz klar: Andere Sektoren müssen rasch ebenfalls Verantwortung beim Klimaschutz übernehmen und Emissionsreduktion und Qualitätserhöhung in Einklang bringen!“



„Was bleibt, wenn Wärme und Strom für Gebäude aus 100 Prozent erneuerbarer Energie erzeugt werden, wenn für die Mobilität keine fossile Energie verwendet wird? Die graue Energie der Gebäudekonstruktion. Das langfristige Ziel und die größte Herausforderung im Gebäudesektor liegt in der vollständigen Umstellung auf Kreislaufwirtschaft.“

DI Wolfgang Stumpf:



DI Benjamin Wolf:

„Der Klimawandel stellt eine der wichtigsten Herausforderungen für die Menschheit dar. Im Zuge der gemeinsamen Arbeit an diesem Projekt haben sich einige neue Erkenntnisse bezüglich der Verteilung der Emissionsquellen von Gebäuden aufgetan. Es freut mich daher sehr Teil dieser Arbeitsgruppe sein zu dürfen, die aus meiner Sicht einen wichtigen Beitrag für das Fundament einer zukünftig verstärkt klimaneutral agierenden Baubranche liefert.“

„Multidisziplinäre Aufgaben- und Fragestellungen bedingen einen interdisziplinären und kollaborativen Zugang sowie eine verständnis- und respektvolle Projektkultur. Die aus meiner Sicht sehr aufschlussreichen Ergebnisse sind neben den einzelnen Experten vor allem ein Produkt des gesamten Teams.“

Dr. Manuel Ziegler, MSc:



Die IG Lebenszyklus Bau umfasst mehr als 70 Unternehmen und Institutionen der Bau- und Immobilienwirtschaft Österreichs. Der 2012 als IG Lebenszyklus Hochbau gegründete Verein unterstützt Bauherren bei der Planung, Errichtung, Bewirtschaftung und Finanzierung von ganzheitlich optimierten, auf den Lebenszyklus ausgerichteten, Bauwerken. Interdisziplinäre, bereichsübergreifende Arbeitsgruppen bieten eine gemeinsame Plattform für Projektbeteiligte aus allen Bereichen des

Gebäudelebenszyklus. Sämtliche Publikationen des Vereins – Leitfäden, Modelle und Leistungsbilder – können kostenlos angefordert werden.

Kontakt:
IG LEBENSZYKLUS BAU, Wien
office@ig-lebenszyklus.at
www.ig-lebenszyklus.at

Folgende Unternehmen haben an der Erstellung dieses Positionspapiers mitgearbeitet:



www.allplan.at



www.archmore.cc



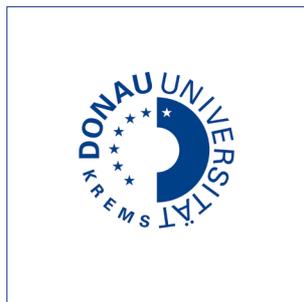
www.bimbeam.at



www.climatepartner.com



www.denkstatt.eu



www.donau-uni.ac.at



www.ic-group.org



www.wg-a.com



www.wse.at