

Treibhausgasbudget Wien – Konsequenzen für das Bauwesen

Frederic Waimer

Angesichts des Klimawandels sollte die Begrenzung der klimaschädlichen Treibhausgase eine der wichtigsten Planungsrandbedingungen für Neubauten darstellen. In der Praxis ist jedoch zu beobachten, dass die Dringlichkeit und der Umfang der zu reduzierenden grauen Emissionen den Planenden und Bauherren größtenteils nicht bekannt sind. Dies liegt u. a. daran, dass es noch keine klaren Vorgaben für die Reduzierung der grauen Emissionen eines Gebäudes gibt. Auf Basis des noch zur Verfügung stehenden Treibhausgasbudgets für Österreich wird daher in diesem Beitrag eine Beurteilungsskala vorgestellt, aus der die Zielsetzungen zur Reduzierung der grauen Emissionen bis 2050 für Planende und Bauherren ersichtlich werden. Durch diese Skala wird es möglich, die für ein Gebäude vorgeschlagene Lösung im Hinblick auf das zur Verfügung stehende Treibhausgasbudget einzuordnen. In einem zweiten Teil stellt der Beitrag dann Möglichkeiten und Potenziale zur Reduzierung der grauen Emissionen für Tragwerk, Innenausbau und Fassade vor. Anhand der vorgestellten Beurteilungsskala wird abschließend auf eine gesamtheitliche Betrachtung und die zu erreichenden Ziele eingegangen.

1 Treibhausgasbudget Österreich

Die Auswirkungen des Klimawandels werden zunehmend spürbar. Die Notwendigkeit einer wirtschaftlichen Transformation ist offensichtlich. Einer der größten Emittenten klimaschädlicher Gase ist das Bauwesen. Bei genauerer Betrachtung ist festzustellen, dass die von der Bauindustrie verursachten Emissionen sogar höher sind als die ihr aktuell zugeschriebenen Treibhausgase [1]. Ein wesentlicher Anteil der Treibhausgase entsteht bereits bei der Erstellung eines Gebäudes. Es ist daher notwendig, die aktuellen Bau- und Konstruktionsweisen zu überdenken und neue Lösungen zu entwickeln [2]. Neben der Frage, wie Gebäude in Zukunft errichtet werden müssen, spielen die politischen Leitlinien und die dazu notwendigen wirtschaftlichen Finanzierungsmaßnahmen eine wichtige Rolle.

1.1 Leitlinien Österreichs und Vorgaben der Stadt Wien

Das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie hat im Rahmen der Klimaschutzinitiative *klimaaktiv* im Jahr 2020 den klimaaktiv-Gebäudestandard initiiert, welcher Anreize zur Umsetzung von freiwilligen Maßnahmen schafft. Dies ist eine horizontale Maßnahme im nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) auf Bundesebene. Die Initiative dient als System für Förderungen der öffentlichen Hand und trägt zu einer verbesserten Effizienz beim Einsatz von Fördermitteln bei. Um eine Förderung zu erlangen, ist eine integrale Bewertung der Klimaverträglichkeit des Gebäudes zu erstellen. Der Nachweis der Klimaverträglichkeit orientiert sich dabei stark am schweizerischen Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft, bei dem die grauen Emissionen in die Bilanzierung einfließen. Beim Nachweisverfahren *klimaaktiv* beträgt der Richtwert für die grauen Emissionen je nach Gebäudetyp (Wohnbau, Büro, Schule) zwischen 5,6 und 8 kgCO₂eq/m²a. Der definierte Betrachtungszeitraum liegt bei

100 Jahren und beträgt somit 560–800 kgCO₂eq/m² für Tragwerk, Innenausbau, Fassade und TGA. Der Anteil der TGA an den grauen Emissionen liegt nach Angaben von *klimaaktiv* bei durchschnittlich 120 kgCO₂eq/m² [3]. Die Berücksichtigung der grauen Emissionen bei der Bilanzierung und die Festlegung eines Richtwerts sind ein wichtiger Schritt; die hierdurch erzielbaren Einsparungen sind aber im Hinblick auf das vorhandene THG-Budget für die Bauindustrie noch zu gering.

Neben den Leitlinien auf Bundesebene existieren in Österreich auch Rahmenbedingungen auf Länderebene. So hat die Stadt Wien, bekannt für ihren seit Jahrzehnten betriebenen sozialen Wohnungsbau, die Themen klimaresilientes Bauen und Ressourcenschonung in ihren städtebaulichen Zielen bereits verankert. Vor dem Hintergrund, dass der Bausektor zu den ressourcenintensivsten Wirtschaftssektoren gehört, ist eine ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft und damit die Minimierung von Bau- und Abbruchmaterialien für die Stadt Wien essenziell. In Österreich fallen 71 % der Abfälle im Bauwesen an. Die Stadt Wien hat sich aus diesem Grund das Ziel gesetzt, in den kommenden Jahren bis zu 80 % der verbauten Bauteile und Materialien wiederzuverwenden oder -zuwerten. Die ökologischen Zielsetzungen sind u. a. in der *Smart City Wien Rahmenstrategie 2019–2050* festgehalten. Diese werden durch zusätzliche Strategiepläne ergänzt, wie z. B. den *Urban Heat Island-Strategieplan Wien*, der Vorgaben an Fassadenbegrünungen für Neubauten definiert und darlegt, wie diese planerisch umgesetzt werden können [4]. Diese Kriterien fließen in die Vergabeprozesse und bei der Beurteilung von Wettbewerben für neue Quartiersentwicklungen und Bauvorhaben ein. Sie sind im internationalen Vergleich sehr hoch.

1.2 Treibhausgasbudget Österreich und Zielsetzungen für Wohn- und Bürogebäude

Für die auf EU-Ebene vereinbarten Ziele ergibt sich für jeden Mitgliedsstaat ein begrenztes Kontingent an Emissionen, das ihm bis zum Jahr 2040 zur Verfügung steht. Das Wegener Center für Klima der Universität Graz hat das Kontingent für Österreich und die jährlich notwendige Reduktion der Emission ermittelt [5]. Die aktuellen Emissionen in Österreich lagen 2020 bei 73,7 MtCO₂eq. Daraus ergibt sich für das Teilbudget zwischen 2021 und 2030 eine erforderliche Reduktion um 4,5 MtCO₂eq/Jahr (relativ zum Vorjahr). Für das Jahr 2030 entspricht dies einem Zielkontingent von 33,5 MtCO₂eq (Bild 1). Für das Restbudget von 2030 bis 2040

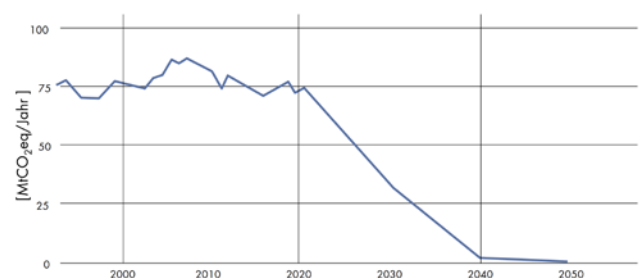


Bild 1 Treibhausgasbudget für Österreich bis 2040

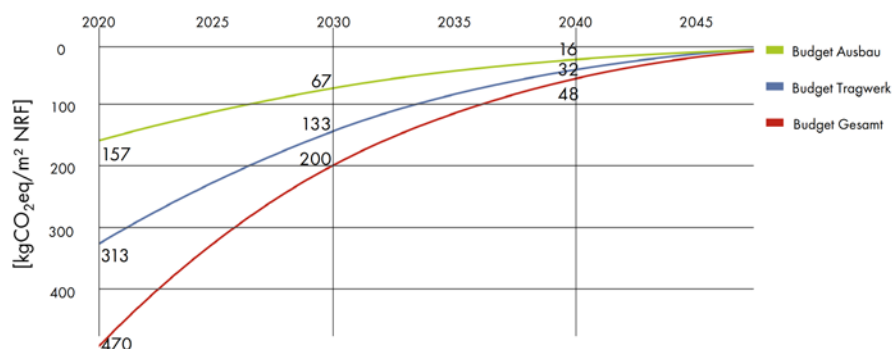


Bild 2 Beurteilungsskala des Treibhausgasbudgets bis 2040 für Wohn- und Bürogebäude

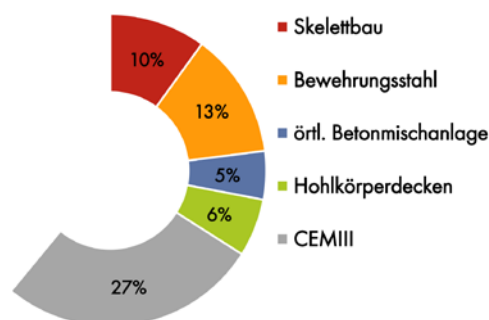


Bild 3 Einsparpotenziale der Einzelmaßnahmen für das Tragwerk auf die THG-Emissionen

ist eine Reduktion von 3,4 MtCO₂eq/Jahr erforderlich, um formal die Klimaneutralität zu erreichen.

Um das vorhandene Budget einzuhalten, müssen die aktuell emittierten Treibhausgase je Industriezweig um das oben beschriebene Maß bis 2040 reduziert werden. Für die Bauindustrie und ebenso für die Erstellung von Wohn- und Bürogebäude gilt dies gleichermaßen.

Die Möglichkeit für Planende und Bauherren, die grauen Emissionen eines Gebäudes in Bezug zu dem jährlichen THG-Budget von Österreich zu setzen, gibt es derzeit nicht. Der Autor hat daher die in Bild 2 dargestellte Beurteilungsskala entwickelt. Eine wesentliche Rolle für die in Bild 2 dargestellte Kurve spielt die Tatsache, wie hoch die grauen Emissionen für die Herstellung eines Gebäudes in klassischer Bauweise nach heutigem Standard sind. Unter der Annahme, dass aktuell für einen Neubau durchschnittlich 470 kgCO₂eq/m² emittiert werden [6], und verbunden mit dem eingangs dargestellten österreichischen Treibhausgasbudget sind die grauen Emissionen für das Jahr 2030 auf 200 kgCO₂eq/m² und für das Jahr 2040 auf 48 kgCO₂eq/m² zu reduzieren (exkl. TGA). Neben der gesamtheitlichen Bewertung der emittierten Emissionen eines Gebäudes ist eine Bewertung explizit für Tragwerk und Ausbau in der Planung hilfreich. Unter der Annahme einer Aufteilung der grauen Emissionen in ein Drittel Ausbau (Fassade und Innenausbau) und zwei Drittel Tragwerk ist in Bild 2 jeweils eine gesonderte Bewertungskurve dargestellt.

Mithilfe dieser Beurteilungskurve ist es für Planende möglich, unterschiedliche Varianten miteinander zu vergleichen und die Performance im Hinblick auf die Reduzierung der grauen Emissionen des geplanten Gebäudes gegenüberzustellen. Außerdem erlaubt es die Zukunftsfähigkeit des geplanten Gebäudes im Hinblick auf die Einhaltung des *Pariser Klimaabkommens* gesamtheitlich, aber auch getrennt für Ausbau und Tragwerk zu bewerten.

2 Potenziale und erreichbare Ziele für das Tragwerk

Für mehrere Wohn- und Bürogebäude in Wien, bei denen die Werner Sobek AG den Planungsteams beratend hinsichtlich CO₂-Reduktion und Kreislaufgerechtigkeit zur Seite stand, konnten div. Potenziale und Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen durch das Tragwerk erarbeitet und untersucht werden. Bei den Bauvorhaben handelt es sich um Wohn- und Bürogebäude mit einem sehr regelmäßigen Achsraster und wirtschaftlichen Spannweiten im Bereich von 6 m. Die Ermittlung der Emissionen für Tragwerk, Fassade und Ausbau erfolgte dabei über die Berechnungsmethode und die Lebenswegphasen nach ÖNORM EN 15978. Die identifizierten Möglichkeiten und verfolgten Maßnahmen zur Reduzierung der grauen Emissionen lassen sich in die folgenden übergeordneten Ansätze unterteilen.

Materialsubstitution:

- Zemente (z. B. Betone mit geringer Festigkeit oder CEM III)
- Bewehrungsstahl (hergestellt durch einen hohen Anteil an erneuerbaren Energien)
- leichte Trennwände in Holz- und Lehmbauweise
- lokale Verfügbarkeit (kurze Transportwege)

Konstruktive Maßnahmen:

- Skelettbau
- Hohlkörperdecken
- Decken, Wände oder Stützen in Holz

Grundsätzlich sind die vorgeschlagenen Maßnahmen für jedes Projekt individuell zu prüfen, da i. d. R. die bauphysikalischen oder brandschutztechnischen Anforderungen häufig einen starken Einfluss auf die Einsetzbarkeit haben. Zudem sind die vorgeschlagenen Lösungen meist mit höheren Kosten verbunden, was bei der Planung berücksichtigt werden muss. In Bild 3 sind die gemittelten Reduzierungspotenziale der einzelnen Maßnahmen über die untersuchten Projekte hinweg dargestellt. Dabei bezieht sich die prozentuale Einsparung der jeweiligen Einzelmaßnahme auf die technische Lösung zum jeweiligen Planungsbeginn.

Zu Beginn der Planung lagen die zu erwartenden Emissionen im Durchschnitt bei 222 kgCO₂eq/m², was knapp dem THG-Budget für das Jahr 2026 entspricht. Durch die oben beschriebenen Maßnahmen können die Emissionen auf durchschnittlich 118 kgCO₂eq/m² reduziert werden, was einer gesamten Einsparung von 46 % und dem Zielbudget für das Jahr 2032 entspricht. Die größten Effekte bewirken dabei die Maßnahme der Materialsubstitution und die Verwendung des Zements vom Typ CEM III. Zu erwähnen sei an dieser Stelle, dass die Verfügbarkeit von CEM III eingeschränkt ist, da es sich um ein Abfallprodukt bei der

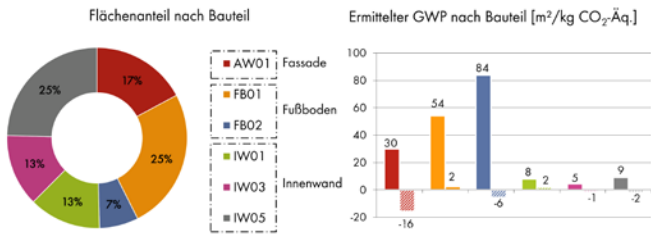


Bild 4 Reduzierungspotenzial der THG-Emissionen für Tragwerke in Stahlbetonbau

Stahlherstellung handelt. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit stellt die Maßnahme daher keine flächendeckende Lösung für den Betonbau dar.

40 Bei dem in Bild 4 dargestellten Reduzierungspotenzial ist die Verwendung von Holz als Material für das Tragwerk nicht berücksichtigt worden. Mithilfe von Holzbetonverbunddecken lassen sich zwar die Emissionen um bis zu 50 % reduzieren, ein flächendeckender Einsatz stellt sich aber aufgrund der geringen Verfügbarkeit als wenig realistisch dar. Bringt man das aktuelle Bauvolumen mit einem hypothetischen Holzbedarf in Zusammenhang, so stellt man Folgendes fest: Bei der Annahme eines jährlichen Bauvolumens von etwa 360.000.000 m³ [7] im Hochbau und einem Bedarf von ca. 0,05 m³/m³ rein für die Verwendung von Holzbetonverbunddecken statt klassischen Stahlbetonflachdecken entspräche dies einem zusätzlichen Bedarf von 18.000.000 m³ Holz im Jahr. Vergleicht man dies mit der aktuell jährlich verbauten Menge Holz in der Bauwirtschaft von 13.000.000 m³ [8], so müsste knapp das 2,4-Fache im Jahr an Holz geschlagen werden. Der prognostizierte Zuwachs der Waldholznutzung für die Periode 2013–2052 unter Berücksichtigung einer nachhaltigen Forstwirtschaft liegt im Vergleich dazu bei 11 % [9].

3 Potenziale und erreichbare Ziele für Innenausbau und Fassade

Im Gegensatz zur Herangehensweise bei der Reduzierung der Emissionen des Tragwerks sind die Potenziale und Maßnahmen beim Ausbau viel komplexer. Dies ist zum einen auf die unterschiedlichen Aufbauten für Fußböden, Innenwände und Fassaden zurückzuführen und zum anderen darauf, dass für jeden Aufbau andere Maßnahmen zum Tragen kommen können.

Tab. 1 Verbesserungsbeispiel für einen klassischen Fußbodenaufbau im Wohnungsbau

| Schicht | Istzustand Material | Empfohlenes Material | Dicke [m] |
|---------------|-----------------------------------|---|---------------|
| 1 | Parkett | Parkett | 0,0150 |
| 2 | Zementestrich (Heiz-) E300 | Trockenestrich (GF-Platten/Litho-therm) | 0,0700 |
| 3 | Trennlage PE-Folie | Kraftpapier | 0,0020 |
| 4 | ISOVER TDPT Trittschalldämmplatte | Holzfasertrittschalldämmung (TDPT 30) | 0,0030 |
| 5 | Folie (Dampfbremse $sd = 30$ cm) | Kraftpapier | 0,0002 |
| 6 | Gebundener Ausgleich | Mineralisierte Hackschnitzel | 0,0628 |
| 7 | Stahlbetondecke lt. Statik | Stahlbetondecke lt. Statik | 0,2000 |
| GWP/m² | 64 | 0 | 0,3798 |

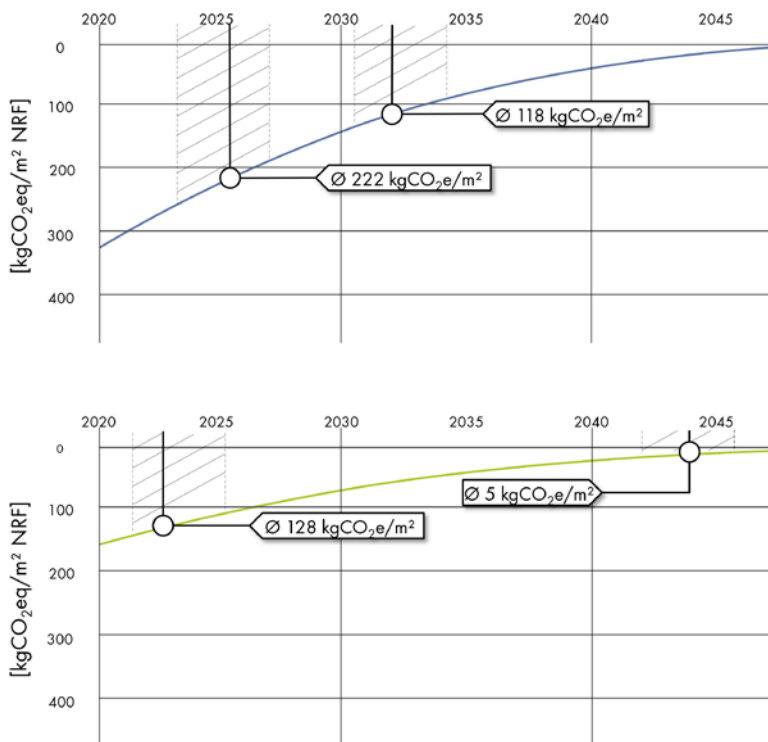


Bild 5 Darstellung des Verbesserungspotenzials nach Bauteilkatalog

Bild 6 Reduzierungspotenzial der THG-Emissionen für den Ausbau

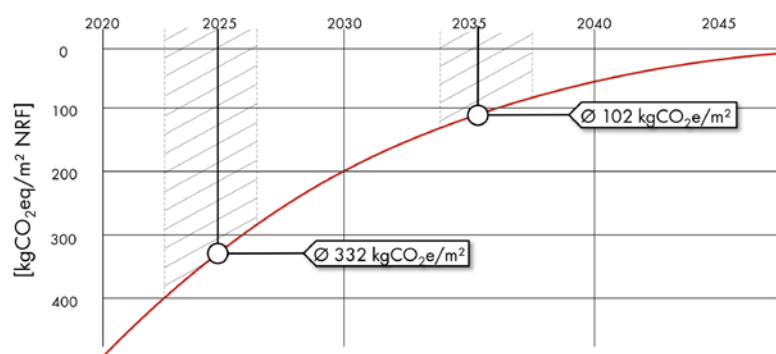


Bild 7 Reduzierungspotenzial der THG-Emissionen unter gesamtheitlicher Betrachtung

In Tab. 1 ist ein typischer Fußbodenaufbau samt den zugehörigen Maßnahmen zur Verbesserung des GWP-Werts dargestellt. Bei der Ermittlung des GWP-Werts wird die Stahlbetondecke nicht berücksichtigt, da sie in die Berechnung des Tragwerks eingeht. Der ermittelte GWP-Wert für eine konventionelle Lösung liegt bei 64 kgCO₂eq/m². Durch die Maßnahmen, wie z. B. die Verwendung einer Holzfaser-Trittschalldämmung statt einer aus Glaswolle (Schicht 4), wird es möglich, den Fußbodenaufbau emissionsneutral umzusetzen.

Auf Basis der ermittelten GWP-Werte auf Bauteilebene lassen sich in einem zweiten Schritt die Verbesserungspotenziale für das gesamte Gebäude ermitteln. In Bild 5 sind exemplarisch für eines der untersuchten Gebäude, bei dem sechs maßgebende Aufbauten verwendet werden, die Verbesserungspotenziale der einzelnen Aufbauten dargestellt. Der flächenmäßige Hauptanteil liegt hier mit ca. 80 % im Innenausbau und mit 20 % in der Fassade. Vergleicht man die GWP-Werte der einzelnen Aufbauten, so weisen Bodenaufbau und Fassade i. d. R. das größte Verbesserungspotenzial auf.

Werden nun die Potenziale zur Reduzierung der grauen Emissionen wie dargestellt voll ausgeschöpft, lassen sich die Emissionen in der Herstellungsphase für Fassade und Innenausbau deutlich reduzieren. Die untersuchten Projekte hatten dabei zu Beginn der Planung einen durchschnittlichen Wert von 128 kgCO₂eq/m² und konnten auf einen durchschnittlichen Wert von 5 kgCO₂eq/m² reduziert werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine nahezu emissionsneutrale Herstellung des Gebäudeausbaus möglich ist (Bild 6).

4 Wo stehen wir und was ist noch notwendig

Aus den präsentierten Ergebnissen lassen sich keine statistisch abgesicherten Richt- und Zielwerte schlussfolgern. Sie erlauben es aber, eine Tendenz abzuleiten. Die vorgestellten Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen beim Tragwerk zeigen, dass die realisierbaren Ziele dem Treibhausgasbudget für das Jahr 2032 entsprechen. Um in einem nächsten Schritt das THG-Budget für das Jahr 2040 zu erreichen, sind zusätzliche Anstrengungen erforderlich.

In der aktuellen Diskussion in den Hintergrund geraten sind die Reduzierungspotenziale im Ausbau. Hier zeigt sich, dass sich dieser durch entsprechende Maßnahmen schon heute klimaneutral umsetzen lässt. Betrachtet man nun die grauen Emissionen gesamtheitlich für Tragwerk und Ausbau, so lassen sich diese bei den in Österreich geplanten Projekten von durchschnittlich 332 kgCO₂eq/m² auf 102 kgCO₂eq/m² reduzieren. Dies ent-

spricht einer Reduzierung von 70 % und dem THG-Budget für das Jahr 2035 (Bild 7).

Ein weiterer zu wenig beachteter Aspekt ist die Tatsache, dass für eine CO₂-reduzierte Bauweise die meisten Maßnahmen mit höheren Kosten verbunden sind. Alternative Materialien und innovative Produkte sind im Vergleich zu den konventionellen Lösungen mit hohen Absatzzahlen momentan noch nicht konkurrenzfähig. Auch wenn die überfälligen gesetzlichen Vorgaben zur Reduzierung der grauen Emissionen tatsächlich umgesetzt werden, wird sich dies für Bauherren ohne eine Preisauswirkung auf den Wohnungs- und Immobilienmarkt ökonomisch nicht rechnen. Zwar ist der bezahlbare Wohnraum in Wien nicht ein Problem wie in den deutschen Großstädten, würde sich aber dadurch verschärfen. Die wirtschaftliche Transformation zu einem emissionsfreien Bauen ist ohne Subventionen durch den Staat daher kaum vorstellbar.

Literatur

- [1] Sobek, W. (2022) *Bauen in der Zukunft*. Nachhaltig Bauen 1, H. 1, S. 8–16.
- [2] Weidner, S.; Mrzigod, A.; Bechmann, R.; Sobek, W. (2021) *Graue Emissionen im Bauwesen – Bestandsaufnahme und Optimierungsstrategien*. Beton- und Stahlbetonbau 116, H. 12, S. 969–977. doi.org/10.1002/best.202100065
- [3] Wiener Umweltschutzabteilung (2015) *Urban Heat Island-Strategieplan Wien (UHI)*. Wien: MA22 – Umweltschutz.
- [4] Mair am Tinkhof, O. S. (2017) *Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- [5] Meyer, L.; Steininger, K. (2017) *Das Treibhausgas-Budget für Österreich*. Graz: Wegener Center Verlag.
- [6] Braune, A.; Ekhvaia, L.; Quante, K. (2021) *Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion*. Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e. V.
- [7] DeStatis (2021) *Baugenehmigungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden nach überwiegend verwendetem Baustoff*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- [8] Weimar, H.; Jochem, D. (2013) *Holzverwendung im Bauwesen: Eine Marktstudie im Rahmen der „Charta für Holz“*. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.
- [9] Wolf, T. et al. (2020) *Potenziale von Bauen mit Holz*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Autor

Dr.-Ing. Frederic Waimer, frederic.waimer@wernersobek.com
Werner Sobek AG, Stuttgart
www.wernersobek.com