

Holzbau und Klimaschutz – der Beitrag der Holzverwendung

Dr. Sebastian Rüter
Thünen-Institut für Holzforschung
Hamburg, Deutschland



Holzbau und Klimaschutz – der Beitrag der Holzverwendung

In der öffentlichen Debatte um das richtige Maß der Verwendung des nachwachsenden Rohstoffes Holz werden gesellschaftliche Zielkonflikte offenbar: Klima- und Biodiversitätsschutz zur Begegnung der ökosystemaren Krisen auf der einen Seite, auf der anderen Seite all die gesellschaftlichen Anforderungen, die vor allem mit der Nutzung und Verarbeitung von Rohstoffen zu Energieträgern und Konsumgütern befriedigt werden, worauf ein Großteil der Wertschöpfung des globalen Wirtschaftssystems basiert.

Gerade beim Wald als Bestandteil des natürlichen bzw. biogenen Kohlenstoffzyklus und der Nutzung seines nachwachsenden Rohstoffes Holz im Bausektor zeigt sich diese gesellschaftliche Ambivalenz sehr deutlich. Auf der einen Seite gilt Wald als Inbegriff für Natur- und Lebensraum schlechthin und er ist für das Klimasystem der Erde von zentraler Bedeutung; zugleich kann mit der Verwendung des heimisch verfügbaren Rohstoffes Holz dringend benötigter Wohnraum geschaffen werden, während seine industrielle Verarbeitung natürlich ebenfalls mit Treibhaus (THG)-Emissionen verbunden ist.

Allzu oft wird der Fokus je nach Interessenslage selektiv auf einzelne Systemelemente gelegt – während eine faktenbasierte Berechnung der THG-Effekte das gesellschaftliche Dilemma zwischen einem für das Erdsystem global zu großen Verbrauch von Ressourcen sowie deren Weiterverarbeitung zu Konsumgütern und tatsächlich wirksamem Klimaschutz schonungslos offenlegen kann; doch ist sie zugleich Grundvoraussetzung für die Identifizierung sinnvoller, glaubhafter und umsetzbarer Klimaschutzmaßnahmen, die die anvisierte Transformation zur Klimaneutralität überhaupt erst gelingen lassen kann. Und hierbei kann der nachwachsende Rohstoff Holz eine zentrale Rolle spielen [vgl. 1].

1. Die Treibhausgas-relevanten Wirkmechanismen des Forst- und Holzsektors

Die für die Treibhausgas (THG)-Bilanz des Forst- und Holzsektors relevanten Wirkmechanismen haben zeitlich und räumlich voneinander abweichende Dimensionen und werden daher mit verschiedenen Berechnungsmethoden auf unterschiedlichen Skalenebenen mit unterschiedlichen Systemgrenzen (Land- bzw. Produktsystem) erfasst. Während die Emissionen von Produkten und Gebäuden mit der international standardisierten Methode der Ökobilanzierung ermittelt werden, spielt diese Methode bei der Abschätzung von Effekten der Waldbewirtschaftung und Holzverwendung auf den biogenen Kohlenstoffzyklus und den damit verbundenen THG-Emissionen keine Rolle. Diese, einer zeitlichen und räumlichen Dynamik unterliegenden Effekte, werden mit Methoden ermittelt, die der Weltklimarat (engl. kurz IPCC) zur Abschätzung der THG-Bilanz von Ländern bereitstellt [vgl. 1, 2, 3].

Die große Herausforderung besteht nun darin, diese etablierten Methoden und Datenquellen zur Berechnung der drei relevanten Wirkmechanismen des Forst- und Holzsektors konsistent miteinander zu kombinieren, um mögliche THG-Minderungseffekte der Verwendung holzbasierter Produktsysteme in Gebäuden fundiert und belastbar abzuschätzen zu können und somit das Systemverständnis zu erhöhen.

1.1. Die biogene Kohlenstoffbilanz in Wald und Holzprodukten und ihre Verbuchung in der nationalen Berichterstattung

Lebende Biomasse besteht zu 50 % seiner Trockenmasse aus Kohlenstoff und die biogene Kohlenstoffbilanz von Wald und Holz wird über die Änderung definierter Kohlenstoffspeicher auf nationaler Ebene abgeschätzt. Vergrößert sich der jeweilige Speicher über einen definierten Zeitraum, fungiert er als Senke (als negativer Wert dargestellt), verkleinert er sich, wirkt er als Quelle (positiver Wert). So kann die CO₂-Wirkung des Gesamtsystems der Forst- und Holzketten abgeschätzt werden, indem die ermittelten Veränderungen der einzelnen Kohlenstoffspeicher (ober- und unterirdische Biomasse, Streuauflage, Totholz und Bodenkohlenstoff sowie Holzprodukte) aufaddiert werden, anstatt den Fluss der einzelnen

Kohlenstoffmoleküle durch das Gesamtsystem zu verfolgen. Zugleich werden fehlende Informationen über Kohlenstoffflüsse im Gesamtsystem («Kohlenstoff-Verluste») implizit in der Atmosphäre verbucht: nur wenn Informationen über die gespeicherte Kohlenstoffmenge des zu analysierenden Speichers vorliegen, wird über dessen Änderungen der Netto-Beitrag (Senke oder Quelle) ermittelt.

Konsequenterweise können daher auch Holzprodukte auf nationaler Ebene eine Senke darstellen, da sich der Speicher vergrößert, wenn mehr Holz in die stoffliche Verwendung geht als am Ende des Lebenszyklus der Holzwaren abgängig ist. Die Berechnung dieser Speicherentwicklung erfolgt über jährlich verfügbare Statistikdaten zu Produktion und Außenhandel von Holzhalbwaren [vgl. 3]. Dies bedeutet zugleich, dass je nachdem welche Daten verwendet werden, die Grenzen des Systemraums und damit die Emissionsbilanz unterschiedlich ausfällt. Dies betrifft im Wesentlichen die Entscheidung, welches Land die über Landesgrenzen gehandelte Holzmenge bei der Berechnung der gespeicherten Kohlenstoffmenge verbucht. Da jeder Export zugleich einen Import eines anderen Land darstellt und es gilt, Doppelbuchungen zwischen Staaten zu vermeiden, wurde nach jahrelangen Verhandlungen der Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention im Jahr 2011 beschlossen, die Verbuchung von Holzprodukten in der nationalen THG-Bilanz gemäß des «Produktionsansatzes» vorzunehmen [4, 5, 6]. Aktuell beläuft sicher der Beitrag der Holzprodukten zu den in der Quellgruppe «Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft» (engl. kurz LULUCF) ausgewiesenen biogenen CO₂-Emissionen auf eine Senkenwirkung in Höhe von -8,7 Mio. t CO₂ [3].

Für die immobilen Kohlenstoffspeicher im Wald spielt die Frage der Systemgrenzen keine Rolle, da die Erfassungsmethode – die Auswertung der Kohlenstoffbestände über Waldinventuren – eine eindeutige Zuordnung der Emissionen zu einem Land erlaubt. Da Änderungen in den Kohlenstoffspeichern allerdings immer erst mit der Verfügbarkeit neuer Inventurdaten fundiert ermittelt werden können und die Derbholzabgänge bis dahin lediglich auf Basis der nationalen Holzeinschlagsstatistik kalibriert werden, können letzte Entwicklungen, wie z.B. die Dürreereignisse der letzten Jahre nicht sofort im nationalen THG-Inventar abgebildet werden. So ist davon auszugehen, dass die aktuell noch ausgewiesene Senke in Höhe von -41,4 Mio. t CO₂-Äq. [2] mit dem vorliegen neuer Daten der Bundeswaldinventur im kommenden Jahr deutlich angepasst werden muss – die Senke im Wald absehbar zurückgehen wird.

1.2. Die nicht-biogenen Treibhausgasemissionen der Verarbeitung und Nutzung des Rohstoffes Holz

Neben biogenen CO₂-Emissionen, die auch in der holzverarbeitenden Industrie bei der oftmals stattfindenden energetischen Nutzung des anfallenden Verschnitts bzw. Industriestholzes anfallen, werden wie in allen Fertigungsprozessen des verarbeitenden Gewerbes auch fossile Energieträger bzw. Rohstoffe (Gas, Öl, Treib- und Klebstoffe) sowie Strom (Strom-Mix Deutschland) benötigt. Deren Nutzung verursacht ebenfalls THG-Emissionen, die im nationalen Inventar nach dem Quellprinzip z.B. bei den Energieerzeugern ermittelt und in den Hauptkategorien «Energie» und «Industrieprozesse» berichtet werden. Dies bedeutet allerdings, dass – ebenso wie bei anderen Wirtschaftszweigen – keine explizite Zuordnung der Emissionen zur holzverarbeitenden Industrie stattfindet [1].

Sollen die mit der Erzeugung von Gütern aus Holz als Rohstoff verbundenen THG-Emissionen explizit quantifiziert bzw. zugeordnet werden, müssen andere als vom IPCC bereitgestellt Methoden angewandt werden; dies ist v.a. die Ökobilanzmethode, auf die im Folgenden eingegangen wird.

2. Berechnung der Treibhausgasbilanz von Bauprodukten und Gebäuden über ihren gesamten Lebenszyklus

Die vom europäischen Normungsgremium CEN/TC 350 «Nachhaltiges Bauen» entwickelte horizontale Normenreihe spezifiziert methodische Aspekte der Ökobilanzierung von Bauprodukten (EN 15804:2012+A2:2019) als zentralem Bestandteil von Umweltproduktdeklarationen (engl. environmental product declaration, kurz EPD), die als Informationsträger für die anschließende Umweltbewertung auf Gebäudeebene gemäß der Norm EN 15978 herangezogen werden [7]. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Unterteilung der Umweltwirkungen in die verschiedenen Lebenszyklusabschnitte der Bauprodukte und Gebäude. So beinhaltet die Herstellungsphase (Modul A) mit der Rohstoffbereitstellung (A1) für die Produktion der Baustoffe (A3) bis hin zum Bau- bzw. Einbauprozess (A5) Informationen über Umweltbelastungen, die zumeist retrospektiv erfasst bzw. gemessen werden können, während die Daten entlang der Nutzungs- (Modul B) und Entsorgungsphase (Modul C) lediglich als Szenarien beschrieben werden können. Potentiell realisierbare Umweltvorteile, die weniger mit den materialinhärenten Eigenschaften der verwendeten Bauprodukte und somit ihren zwangsläufig bei der Entsorgung auftretenden Umweltauswirkungen zusammenhängen (z. B. den Treibhausgasemissionen bei der Verbrennung von Holz), werden außerhalb des Lebenszyklus des Gebäudes optional in einem Modul D ausgewiesen. Dies betrifft im wesentlichen mögliche Umweltvorteile, die sich aber letztlich nur auf Makroebene sinnvoll beschreiben lassen [vgl. 1].

Für die Berechnung der Treibhausgasbilanz ist der Indikator «Treibhauspotential» (engl. Global Warming Potential, GWP) von Relevanz, wobei der biogene Kohlenstoff in dem Lebenszyklusabschnitt der Rohstoffgewinnung (Modul A1) in Form von CO₂ auf das Produktsystem als materialinhärente Eigenschaft übertragen und am Lebenszyklusende der funktionalen Einheit, also des jeweiligen Bauproduktes wieder ausgebucht wird. Seit dem Jahr 2019 (EN 15804:2012+A2:2019) wird neben dieser Spezifizierung der Indikator in drei Unterkategorien untergliedert [7]:

- Treibhauspotential fossil (GWP_{FOSSIL})
- Treibhauspotential biogene (GWP_{BIOGEN})
- Treibhauspotential Landnutzung und Landnutzungsänderung (GWP_{LULUC}).

Nicht zu verwechseln ist diese vorgegebene Ausweisung des biogenen Kohlenstoffgehaltes im Treibhauspotential GWP («-1/+1») mit einer biogenen Kohlenstoffspeicherwirkung, wie sie auf nationaler Ebene berechnet wird. Dieser erst auf Makroebene zum Tragen kommende Effekt, der in Abhängigkeit einer ermittelten Größenänderung definierter Kohlenstoffspeicher (u. a. in Holzprodukten) einer mögliche Quell- oder Senkenwirkung entspricht, existiert allein schon aus physikalischen Gründen nicht für ein einzelnes stofflich genutztes Produkt (z. B. deklarierte Einheit 1 m² «Spanplatte» oder funktionale Einheit «Holzfenster») oder Gebäude: schließlich nimmt die Holz- bzw. materialinhärente biogene Kohlenstoffmenge entlang seines Lebenszyklus weder zu noch ab. Es wird lediglich transparent der Umstand einer zeitlich verzögerten Freisetzung abgebildet – ohne jedoch daraus Gutschriften abzuleiten [vgl. 1].

3. Abschätzung nationaler Treibhausgas-Minderungspotentiale der Holzverwendung im Bausektor

Für Holzbauprodukte bzw. Holzhalbwaren, die im Bausektor Verwendung finden, werden vom Thünen-Institut für Holzforschung seit dem Jahr 2012 Ökobilanz-Durchschnittsdaten, die in enger Zusammenarbeit mit der Holzverarbeitenden Industrie in Deutschland erstellt werden, in die vom Bauressort betriebene Online-Datenbank ÖKOBAUDAT eingepflegt und fortlaufend jährlich aktualisiert [8]. Darauf aufbauend konnten in weiteren Forschungsprojekten (u.a. Waldklimafonds-Projekt «THG-Holzbau») und FNR-Projekt «HolzImBauDat» erstmalig auch Ökobilanzuntersuchungen auf Gebäudeebene gemäß dieser neuen europäischen Standards durchgeführt werden, um normkonforme Vergleichsrechnungen der THG-Wirkung funktionsgleicher Neubauten vorzunehmen [9, 10, 11, 12].

Um die THG-Emissionsbilanzen der in den Projekten analysierten Gebäude aus unterschiedlichen Baustoffen für die Abschätzung von Sektorentwicklungen mit Hilfe nationaler Statistiken verwenden zu können, müssen aus den verfügbaren Gebäudedaten zunächst entsprechende Durchschnittsdatensätze als sogenannte «Typenvertreter» ermittelt werden [1, 10, 11, 13]. Diese werden in einem weiteren Schritt den beiden für die Analyse des Baustoffs Holz relevanten statistischen Zeitreihen zugeordnet:

- Baufertigstellungen nach vorwiegend verwendetem Baustoff [14]
- Produktions- und Außenhandelsstatistik des produzierenden Gewerbes (hier: Holzhalbwaren) [15, 16]

Auf dieser Basis kann bereits der Beitrag der Holzverwendung in Gebäuden zur biogenen Kohlenstoffspeicherwirkung gemäß der THG-Berichterstattung abgebildet (vgl. 1.1) und die nicht-biogenen THG-Emissionen entlang der Verarbeitungskette des Rohstoffs bis hin zur Verwendung in Gebäuden ermittelt werden (IST-Zustand, vgl. 1.2).



Abbildung 1: Informationsfluss zur Abschätzung des Beitrags von Holz in Gebäuden in der nationalen THG-Bilanz

Um nun auch mögliche auch mögliche THG-Minderungseffekte einer sich ändernden Holzverwendung auf nationaler Ebene zu quantifizieren (Substitution), d.h. mit solch Szenarien oder möglichen Maßnahmen verbundene zusätzliche THG-Emissionseinsparungen abzuschätzen, müssen in einem dritten Schritt zunächst eine Referenz und eine davon abweichende Entwicklung definiert werden [vgl. 1, 9, 12].

Für die Quantifizierung von THG-Minderungseffekten gegenüber der aktuellen Emissionssituation ist es zunächst naheliegend, die jetzige Marktsituation des Rohstoffverbrauchs im produzierenden Gewerbe einfach fortzuschreiben. Solch eine Extrapolation der aktuellen Produktions- bzw. Verbrauchsmengen der jeweiligen Konsumgüter (hier: Baufertigstellungen von Gebäuden) im Referenzszenario erlaubt es, sich ändernde Marktentwicklungen oder politisch formulierte Ziele in Bezug auf gesellschaftlich nachgefragte Funktionalitäten (z.B. Wohnraum) in ihren Auswirkungen auf das jetzige Emissionsbudget (IST-Zustand) auszuweisen, welches im aktuellen Nationalen Treibhausgasinventar abgebildet wird – das Klimasystem steht also im Zentrum der Fragestellung [1].

Mit solch einer Festlegung des IST-Zustandes der gesellschaftlichen Nachfrage als Referenz wird jedoch auch schnell deutlich, dass eine zusätzliche Nachfrage in dem jeweiligen Marktsegment (z. B. «400.000 neue Wohnungen»), die mit dem Verbrauch von mehr Rohstoffen bzw. einer Ausweitung der Rohstoffverarbeitung einhergeht, auch mit zusätzlichen THG-Emissionen des produzierenden Gewerbes verbunden ist – unabhängig davon, welche Rohstoffe verwendet werden. Sollen bei solch einer Abschätzung die gesellschaftlichen Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen und geht man davon aus, dass diese auch befriedigt werden, können also auch diese sich abzeichnenden Änderungen in den zu

analysierenden Märkten (Prognosen) oder die als gesellschaftliches Ziel definierten Änderungen bei der Bereitstellung von Funktion («400.000 neue Wohnungen») als Referenz herangezogen werden [1].

Für die Analyse der THG-Auswirkungen der Verwendung von Holz als Baustoff in Wohngebäuden, welche im Kontext möglicher Substitutionseffekte in einem Großteil der wissenschaftlichen Literatur Untersuchungsgegenstand auf Produkt- bzw. Gebäudeebene ist, bietet sich die Verwendung von Prognosen über die sich insgesamt entwickelnde Wohnungsmarktsituation an (vgl. Abb. 2).

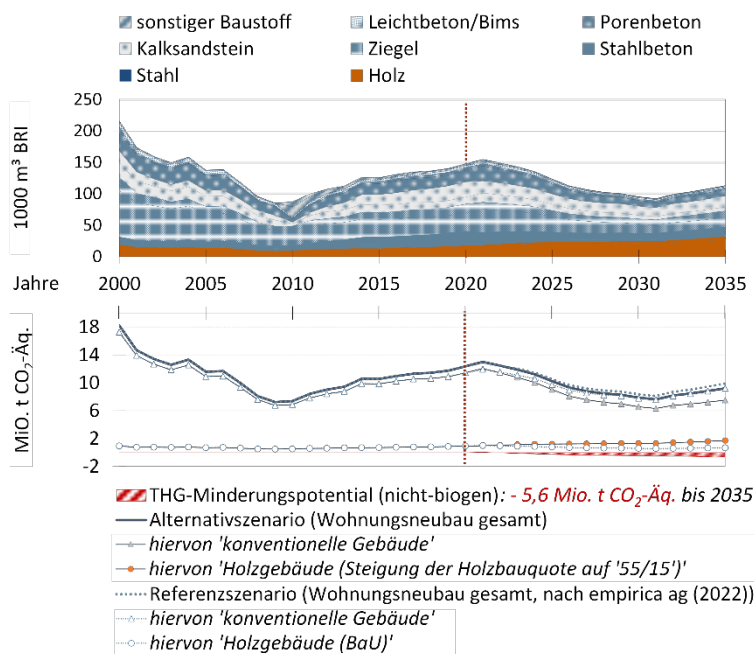


Abbildung 2: Minderungspotential nicht-biogener THG-Emissionen einer erhöhten Holzbauquote («55/15») bis 2035 [1]

Auf dieser Basis können in weiteren Schritten alle relevanten Wirkmechanismen der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors sowohl unter Berücksichtigung internationaler Standards für Bauprodukte und Gebäude als auch der unter der Klimarahmenkonvention und vom Weltklimarat vorgegebenen Bilanzierungsmethoden berechnet werden.

4. Referenzen

- [1] Rüter, S. (2023) Abschätzung von Substitutionspotentialen der Holznutzung und ihre Bedeutung im Kontext der Treibhausgas-Berichterstattung. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Working Paper 214, 50 S. <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn066391.pdf>
- [2] Umweltbundesamt (2023) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2021. In: Günther, D., Gniffke, P., und Tarakji, Y. (Hrsg.) Umweltbundesamt, Clim Change 28/2023, 981 S.
- [3] Rüter, S. (2023) Holzprodukte (4.G). In: Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) Climate Change 28/2023, Dessau, April 2023, 716-722 S.
- [4] UNFCCC (2012) Report of the CMP on its seventh session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011, Addendum: Decision 2/CMP.7 on Land use, land-use change and forestry. FCCC/KP/CMP/2011/10/Add.1.
- [5] Rüter, S. (2017) Der Beitrag der stofflichen Nutzung von Holz zum Klimaschutz – Das Modell WoodCarbonMonitor. Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Dissertation, 270 S.

- [6] Rüter, S., Matthews, R.W., Lundblad, M., Sato, A. und Hassan, R.A. (2019) Harvested Wood Products. In: Calvo Buendía, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., und Federici, S. (Hrsg.). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 12, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use IPCC, Switzerland S. 49.
- [7] CEN (2019) Sustainability of construction works – Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. EN 15804:2012+A2:2019.
- [8] BMWSB (2023) ÖKOBAUDAT 2022 [online]. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauen (BMWSB) <<http://www.oekobaudat.de>> (05.11.2023)
- [9] Hafner, A., Rüter, S., Ebert, S., Schäfer, S., König, H., Cristofaro, L., Diederichs, S., Kleinhenz, M. und Krechel, M. (2017) Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau). Ruhr-Universität Bochum, Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften Projektbericht Waldklimafonds 28W-B-3-054-01. BMEL/BMUB, 153 S.
- [10] Hafner, A. und Schäfer, S. (2018) Environmental Aspects of Material Efficiency versus Carbon Storage in Timber Buildings. Eur. J. Wood Prod. 76(3): 1045-1059. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.203>>
- [11] Hafner, A. und Özdemir, Ö. (2022) Comparative LCA study of wood and mineral non-residential buildings in Germany and related substitution potential. Eur. J. Wood Prod. (2022): <<https://doi.org/10.1007/s00107-022-01888-2>>
- [12] Rüter, S. und Hafner, A. (2022) Verwendung von Holz in Gebäuden als Beitrag zum Klimaschutz. In: Sahling, U. (Hrsg.) Klimaschutz und Energiewende in Deutschland: Herausforderungen – Lösungsbeiträge – Zukunftsperspektiven. Springer Berlin Heidelberg. S 795-807.
- [13] Rüter, S. (2022) Quantifizierung möglicher Treibhausgas-Minderungspotentiale durch den Einsatz dekarbonisierter Baustoffvarianten für Stahl und Beton in Neubauten. Hamburg, Internes Gutachten im Auftrag der Ascona Gesellschaft für ökologische Projekte, König GbR, 10 S.
- [14] Statistisches Bundesamt (2023) Bauen und Wohnen. StBA, Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach überwiegend verwendetem Baustoff - Lange Reihen ab 2000.
- [15] Statistisches Bundesamt (2015) Produzierendes Gewerbe: Produktion. StBA, Fachserie 4, Reihe 3.1. Diverse Jahrgänge
- [16] FAO (2023) FAOSTAT-Forestry Database [online]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)