

Holzbau als Beitrag zur Lösung der Klimakrise?

Eine evidenzbasierte Einordnung

Die Frage, welchen Klimaschutzvorteil der Holzbau tatsächlich bringt, ist umstritten. Die in den letzten Jahren vollzogene Wandlung des Waldes von einer CO₂-Senke zu einem CO₂-Emittenten befeuert diese Frage zusätzlich. In diesem Artikel wird versucht, die relevanten Sachverhalte einzuordnen und jene essenziellen Stellschrauben zu identifizieren, die für die Klimabilanz des Holzbaus relevant sind.

Autoren: Karlheinz Erb, Nicolas Roux, Leo Ettl, Dominik Steinberger-Maierhofer, Alexander Passer

Gebäude aus Holz – wer in letzter Zeit die Nachrichten verfolgt, könnte meinen, hier sei die Lösung einer der größten Herausforderungen unserer Zeit, der Klimakrise, gefunden. Akteure in Politik und Holzwirtschaft sind sich scheinbar einig: Holzbau sei nicht nur klimaneutral, sondern fungiere als „zweiter Wald“ in den Gebäuden, während der geerntete Wald selbst durch schnellere Wachstumszyklen mehr Kohlenstoff aufnimmt. Baustoffe wie Beton oder Stahl könnten ersetzt und die fossilen Emissionen deren Herstellung vermieden werden.

Wer die öffentlichen Darstellungen von Ministerien und Verbänden hört, könnte glauben, dahinter stehe eine einheitliche wissenschaftliche Position. Das ist jedoch keineswegs der Fall: Bei kaum einem anderen Thema sind sich Forschende so uneinig wie bei der Frage, welchen Klimaschutzvorteil Holzbau tatsächlich bringt. Neben jenen Studien, die Holzbau befürwortende selektiv herausgreifen, mehrten sich

Analysen, die die Nachteile einer intensivierten Holznutzung aufzeigen – insbesondere der starke Verlust an Kohlenstoff und Biodiversität im Wald. Die Baubranche wird dadurch verständlicherweise verunsichert.

WIESO KLIMA-DISKUSSIOEN BEIM HOLZBAU SO VERWIRREND SIND

In einer Sache ist sich die Wissenschaft großteils einig: Gegenüber der energetischen Nutzung hat die stoffliche Nutzung von Holz deutliche Klimaschutzvorteile – insbesondere in langlebigen Gütern wie Gebäuden. Das liegt daran, dass Kohlenstoff im verbauten Holz über längere Zeiträume gebunden bleibt. Wird Holz hingegen verbrannt, wird derselbe Kohlenstoff sofort freigesetzt. Dabei ist Holz ein ineffizienter Energieträger: Bezogen auf die CO₂-Emissionen pro Energieeinheit liegen die direkten CO₂-Emissionen von Holz etwa auf dem Niveau von Braunkohle, deutlich über Erdöl und fast doppelt so

hoch wie beim Erdgas. Bei der stofflichen Nutzung im Gebäude entfällt dieser Nachteil hingegen.

Ob dies allerdings ausreicht, wird in der Wissenschaft kontrovers diskutiert. Die Herausforderung liegt weniger in der Mathematik als vielmehr in der Interpretation: sie stößt an Grenzen unserer Sprache und unseres Denkens. Besonders der Begriff «speichern» sorgt für Missverständnisse. Befürworter des Holzbaus betonen, dass Holzgebäude den Kohlenstoff langfristig speichern. Kritiker stellen fest, dass die Ernte bestehende Kohlenstoffspeicher im Wald reduziert und zukünftiges Speichervermögen mindert. Ironischerweise haben beide Seiten technisch recht – sie verwenden das Wort «speichern» aber für grundlegend verschiedene Sachverhalte. Ein Grund hierfür ist das kognitionswissenschaftliche „Stock-flow-failure“ Phänomen: Untersuchungen zeigen, dass das menschliche Gehirn dynamische Prozesse (Flüsse) schlecht mit statischen Zuständen (Beständen) verknüpfen kann. Wir neigen dazu, „Stocks“ und „Flows“ zu verwechseln.

Ein anschauliches Bild hilft hier weiter: Kohlenstoffbestände verhalten sich wie ein Bankkonto. Der Kontostand (Kohlenstoffbestand oder -Vorrat) hängt von Ein- und Auszahlungen (Kohlenstoffflüsse) ab. Wenn die Kohlenstoff-„Einnahmen“ im Wald und in Gebäuden größer sind als die „Ausgaben“, sprechen wir von einer Senke: der Bestand wird größer; im anderen Fall von einer Quelle: der Bestand wird kleiner. In Diskussionen wird «Speichern» jedoch mal für den aktuellen Kontostand, mal für die Brutto-Einzahlungen und mal für den Netto-Unterschied zwischen Ein- und Auszahlungen verwendet. Diese semantische Unschärfe führt dazu, dass Forschende und Stakeholder oft bewusst oder unbewusst für Verwirrung sorgen.

KOMPLEXE ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN KOHLENSTOFFFLÜSSEN UND -BESTÄNDEN

Wenn Bäume wachsen, entnehmen sie Kohlenstoff aus der Atmosphäre und der Bestand im Wald steigt (vereinfacht gesagt: Brutto-Einnahmen). Wenn Bäume geerntet werden, verlässt der Kohlenstoff den Wald (Ausgaben). Die Bilanz aus beiden sind die Netto-Einnahmen. Der geerntete Wald kann weiterwachsen, aber langsamer. Netto-Einnahmen können sogar negativ werden. Es mag überraschen, dass wir uns in Österreich derzeit gerade in einer solchen Situation befinden. Die Waldinventur 2018–2023 zeigt, dass nach Jahrzehnten der Nettozunahme im Wald die Bilanz „gekippt“ ist und aus der Senke eine Quelle



geworden ist, der Kohlenstoffbestand also abnimmt. Dies verdeutlicht, dass Holz zwar eine erneuerbare, aber gleichzeitig auch beschränkte Ressource darstellt.

Nun gelten zwei Sachverhalte: Zum einen können auf der geernteten Fläche neue Bäume gepflanzt werden, die nach einigen Jahren schneller wachsen als die alten. Zum anderen würden die Bäume, würden sie nicht gefällt werden, weiter wachsen, immer langsamer, aber dafür sehr lange. So würde der Kohlenstoffbestand im Wald weiter steigen, bis ein Fließgleichgewicht von „Einnahmen“ und „Ausgaben“ erreicht wird – möglicherweise schwankend, aber auf einem deutlich höherem Niveau als im geernteten Zustand.

Zusammengefasst: Ernten im Wald erhöht das Brutto-Wachstum (Brutto-Einnahmen); weniger ernten erhöht das Netto-Wachstum (Einnahmen minus Ausgaben) und ermöglicht höhere Kohlenstoffbestände im Wald. Wissenschaftliche Studien zeigen recht einhellig, dass genutzte Wälder rund 25–50% weniger Kohlenstoffbestand aufweisen als Altbestände. Dieser Unterschied wird Kohlenstoff-Opportunitätskosten der Holzernte, auch Kohlenstoffschulden genannt.

Wer aber ausschließlich auf den Wald schaut, übersieht einen Teil der Gleichung. Wenn geerntetes Holz in langlebige Produkte wie Gebäude verarbeitet wird, ist der Kohlenstoff noch nicht emittiert, sondern nur übertragen – wie eine Überweisung vom

Um eine Tonne Holz im Gebäude zu nutzen, muss unter heutigen Technologien rund das Dreifache an Rundholz geerntet werden.

Wachsende Bäume nehmen Kohlenstoff auf, während hingegen bei der Ernte Kohlenstoff den Wald verlässt. In Österreich ist der Wald keine Senke mehr, sondern eine Quelle.



Girokonto aufs Sparbuch. Wenn mehr Holzgebäude gebaut als abgebaut werden, wächst tatsächlich eine Art „zweiter Wald“.

DAS PROBLEM MIT DEM WALD AUS GEBÄUDEN

Wieso sind dann manche Forschende kritisch gegenüber Holzgebäuden? Der Teufel liegt in zwei Details.

Erstens landet nur ein Bruchteil dessen, was dem „Wald aus Bäumen“ entnommen wird, in dem „zweiten Wald aus (Holz-)Gebäuden“. Um eine Tonne Holz im Gebäude zu nutzen, muss unter heutigen Technologien rund das Dreifache an Rundholz geerntet werden. Gesamtgesellschaftlich betrachtet machen langlebigere Holzprodukte wie Gebäude oft nur 10–20 % der gesamten Holznutzung aus. Die Bauwirtschaft kann nämlich hauptsächlich nur hochqualitatives Holz verwenden. Der Rest besteht aus Sägenebenprodukten und Schwachholz, die Großteils für kurzlebige Produkte und Energie genutzt werden – deren Kohlenstoff also nach kurzer Zeit in der Atmosphäre landet.

Zweitens ist der „zweite Wald aus Gebäuden“ deutlich kurzlebiger als der „alte Wald aus Bäumen“. In Österreich werden Bäume meist im Alter von 70–100 Jahren geerntet. Würden sie nicht geerntet, würden sie noch mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte leben und Kohlenstoff aufnehmen, dann als Totholz weiterhin über Jahrzehnte abgebaut werden, zu Bodenkohlenstoff zersetzt und veratmet werden; erst dann wäre der Kohlenstoff wieder in der Atmosphäre. Wir wissen noch nicht genau, wie lang dieser Prozess insgesamt dauert, aber Studien deuten auf mehrere Jahrhunderte hin. Wenn, im Gegensatz dazu, die Bäume gefällt und verbaut werden, verlässt nach Daten des IPCC (Weltklimarat der Vereinten Nationen, Anm.) das Holz den Gebäudebestand im Durchschnitt nach 50 Jahren. Unter heutigen Bedingungen bleibt Kohlenstoff in Gebäuden also deutlich kürzer der Atmosphäre fern, als wenn er im Wald verweilen würde. Aus diesen Gründen kann der Wald aus Gebäuden mit heutigen Technologien die Kohlenstoff-Opportunitätskosten im Wald aus Bäumen nicht kompensieren.

UND WENN SUBSTITUTIONSEFFEKTE DAZUGERECHNET WERDEN?

Oft wird auch diskutiert, dass Holzbau und Energieerzeugung aus seinen Nebenprodukten sowohl konventionelle Baumaterialien wie Beton, Ziegel und Stahl als auch fossile Energien ersetzen und somit Treibhausgasemissionen „vermieden“ werden. Diese Substitutionseffekte sind nicht als negative Emissionen der Holznutzung zu verstehen: sie sind ein Vergleich zwischen den Emissionen der Holznut-



Wieso sind manche Forschende kritisch gegenüber Holzgebäuden? Der Teufel liegt in zwei Details.

zung und anderen Materialien oder Energieträgern, genau wie ein kleines Auto keine negativ-Emission-Technologie ist, nur weil es potenziell ein größeres Auto ersetzt.

Dennoch sind Substitutionseffekte wichtig, um Mitigationspotentiale von verstärktem Holzbau zu beurteilen. Umfassende Berechnungen zeigen: Selbst wenn diese Substitutionseffekte gemeinsam mit der Kohlenstoffspeicherung in Gebäuden eingerechnet werden, kompensieren sie die Kohlenstoff-Opportunitätskosten im Wald nicht. Selbst dann nicht, wenn angenommen wird, dass die energetisch eingesetzten Reststoffe der Holzkette fossile Energieträger und deren Emissionen 1:1 ersetzen.

Dabei kann man nicht ohne weiteres davon ausgehen, dass Substitution 1:1 passiert. In der Vergangenheit hat Holz andere Materialien oder Energieträger meist nicht ersetzt, sondern wurde zusätzlich genutzt. Zudem ist eine Grundvoraussetzung für die Erreichung der Klimaziele, dass das gesamte Energiesystem emissionsärmer wird. Damit werden auch andere Baumaterialien klimafreundlicher und die Substitutionseffekte verschwinden. Substitutionseffekte sind also kein ausreichendes Argument für Klimaschutz durch mehr Holzbau.

Aus der Sicht des Klimaschutzes sind daher Maßnahmen zum Aufbau und Erhalt von Kohlenstoffbeständen im Wald durch eine Reduktion der Ernte grundsätzlich vorteilhafter als eine erhöhte Ernte.

WIESO FINDEN MANCHE STUDIEN GROSSE KLIMASCHUTZ-POTENTIALE?

Die gängigste Methode, Umweltwirkungen von Produkten und Prozessen zu berechnen, ist die Ökobilanz (LCA, Life Cycle Assessment, Anm.). Viele LCA-basierte Studien zeigen, dass Holz als Baumaterial geringere fossile Prozessemissionen verursacht, insbesondere weil keine hochenergetischen Herstellungsprozesse notwendig sind.

Die LCA hat aber ein Problem, wenn es um die Bilanzierung von biogenen Ressourcen geht: Zwar wird der im Holz enthaltene biogene Kohlenstoff quantifiziert, aber die oben beschriebenen Kohlenstoffdynamiken der Waldnutzung sind nicht Teil der Bilanzierung (ÖNORM EN 15804). Es wird nicht berücksichtigt, wie sich der Kohlenstoffbestand des Waldes ohne die entsprechende Holzentnahme entwickelt hätte, die Kohlenstoff-Opportunitätskosten sind nicht Teil der gängigen Bilanzierung. Diese Herangehensweise ist irreführend – vernachlässigt sie damit ja, wie oben dargestellt, einen der wichtigsten Posten der Gesamtbilanz.

Andere Studien, etwa die vielzitierten „Timber Cities“-Studien, finden große Potenziale. Sie beruhen allerdings auf der Annahme, dass Holzplantagen auf baumfreien Flächen angelegt werden, insbesondere auf Ackerland in Entwicklungsländern, und damit die Kohlenstoff-Opportunitätskosten der Waldnutzung vermieden werden. Es bleibt aber die Frage, inwieweit im Lichte der globalen Ernährungssicherheit und Klimaextreme der Umbruch von Ackerland für Plantagen – im globalen Ausmaß von 10–20 %, wie errechnet – sinnvoll ist.

UNGEWISSHEIT DURCH WALDSTÖRUNGEN UND KLIMAWANDEL

Zentral für die Debatte ist also die Frage: Wie lange verweilt Kohlenstoff im Wald oder in Holzprodukten? Besonders unsicher ist, wie sich Klimaextreme, also Stürme, Borkenkäfer, Überschwemmungen, Dürre oder Feuer auf die Kohlenstoffbestände auswirken. Einerseits kann geschädigtes Holz mehrere Jahrzehnte im Wald als Totholz verbleiben – ähnlich lang wie in langlebigen Holzprodukten, was für weniger Ernte spricht. Weiters kann Waldernte Bestände

destabilisieren, etwa durch erhöhte Exposition und geringerem Windschutz. Andererseits sind große, alte Bäume anfälliger für z.B. Stürme, besonders in Monokulturen. Welcher Effekt überwiegt und ob zukünftige Störungen die Kohlenstoff-Opportunitätskosten der Holzernte vollständig aufheben, hängt von der zukünftigen Erderhitzung ab und ist derzeit unklar. Eine weitere Forschungslücke betrifft den Einfluss klimabedingter Extremereignisse wie Überschwemmungen, Stürme oder Feuer auf den Kohlenstoffbestand in Gebäuden.

Vor diesem Hintergrund zeigt sich ein Zielkonflikt: Um die Anfälligkeit gegenüber Klimaextremen zu reduzieren, ist der Umbau von Fichtenmonokulturen zu Mischwäldern essenziell. Aber um den Artenwechsel zu beschleunigen, muss zunächst mehr geerntet werden, was den Bestand mindert und zu Emissionen führt. Eine Balance zwischen Anpassung und Vorratsaufbau muss gefunden werden.

WIEVIEL HOLZ SOLLTEN WIR ÜBERHAUPT NUTZEN?

Österreich hat sich verpflichtet, die Kohlenstoffsenske aus Landnutzung und Forstwirtschaft – die sogenannte LULUCF-Senke – bis 2030 um etwa 18 % zu erhöhen (im Vergleich zum 2016–18 Durchschnitt). Unter heutigen Bedingungen, etwa der Struktur der Holzverarbeitungskette, entspricht dies einer Reduktion der jährlichen Ernte von 14–16 % bis 2030, 26–29 % bis 2040 und 35–42 % bis 2050.

Die Notwendigkeit, die Ernte zu reduzieren, wäre aber deutlich geringer, wenn künftig Holz vorrangig in langlebigen Produkten eingesetzt würde, anstatt zum Großteil energetisch genutzt zu werden. Ein weiterer Hebel wäre die Verlängerung der Lebensdauer von Gebäuden. Und zuletzt gilt es aus wissenschaftlicher Sicht, den steigenden Pro-Kopf-Verbrauch an Flächen- und Ressourcen umzukehren: so ließen sich Klimaschutzeffekte erzielen. Jedenfalls stellt sich der Holzbau nicht als „Silver Bullet“ zur Lösung der Klimakrise dar, wie oft dargestellt. Zwar ist es besser mit Holz zu bauen als Holz zu verbrennen. Aber die Opportunitätskosten der Holzernte sind auf Basis der existierenden Strukturen und Technologien zu hoch und machen die Vorteile der Holznutzung zunichte. Zudem stellt sich die Frage, welche Holzstrategie in Zeiten der verlorenen Waldsenke zielführend ist.

Holz steht weder für Gebäude noch für andere Anwendungen unbegrenzt zur Verfügung. Um den Beitrag des Holzbaus zur Lösung der Klimakrise einzuordnen, braucht es daher einen umfassenden Blick auf das Gesamtsystem und dessen mögliche zukünftige Entwicklungen. ■

Zudem stellt sich die Frage, welche Holzstrategie in Zeiten der verlorenen Waldsenke zielführend ist. Holz steht weder für Gebäude noch für andere Anwendungen unbegrenzt zur Verfügung. Um den Beitrag des Holzbaus zur Lösung der Klimakrise einzuordnen, braucht es daher einen umfassenden Blick auf das Gesamtsystem und dessen mögliche zukünftige Entwicklungen.

INFORMATION

Aus Platzgründen sind die Quellenangaben in dieser Fassung nicht enthalten. Das vollständige Literaturverzeichnis sowie die Vollversion des Beitrags sind unter folgendem Link abrufbar:

