



Fakten zum Thema: Wälder und Klimaschutz

Der Deutsche Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA) stellt in seinem ersten Beitrag der Serie „Fakten zum Thema: ...“ die Rolle der Wälder in Bezug zum Klimaschutz heraus.



TEXT: ANDREAS BOLTE, CHRISTIAN AMMER, PETER ANNIGHÖFER, JÜRGEN BAUHUS, DIRK-ROGER EISENHAUER, CORINNA GEISSLER, BERTRAM LEDER, RALPH PETERCORD, JOACHIM ROCK, THOMAS SEIFERT, PETER SPATHEL

Warum sind Wälder wichtig für den Klimaschutz?



Foto: A. Bolte

Abb. 1: Wälder speichern Kohlenstoff in der Biomasse.

Bäume nehmen bei der Fotosynthese Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre auf und legen einen Teil davon als Kohlenstoff in der Bestandesbiomasse fest (Abb. 1). Etwa 15 bis 30 % des Kohlenstoffs sind langfristig im Holz des oberirdischen Baumbestands gespeichert [8]. Auch Waldböden können CO₂ langfristig binden, wenn die Zufuhr von Blatt-, Nadel- und Wurzelstreu sowie Totholzreste den Kohlenstoffvorrat im Bodenumus erhöhen. In Waldökosystemen wird das aufgenommene CO₂ in Baumbestand und Boden jedoch wieder freigesetzt, wenn Totholz zersetzt und der Bodenumus mineralisiert wird oder Waldbestände abbrennen (Grafik 1).

Die Bilanz aus CO₂-Bindung und CO₂-Freisetzung aus Baumbestand und Waldboden bestimmt darüber, ob die Wälder Kohlenstoffsinken (positive Bi-

lanz) oder -quellen (negative Bilanz) sind. Wälder mit einer positiven CO₂-Bilanz sind neben wachsenden Mooren die wichtigste natürliche Senke für Treibhausgase auf der Landoberfläche und enorm wichtig für den Klimaschutz. Durch die Holznutzung wird das im Holz gebundene CO₂ dem natürlichen Kreislauf von Bindung und Freisetzung im Wald entzogen.

Die Waldfläche Deutschlands wird zu rund 95 % forstlich bewirtschaftet. In den Jahren 2012 bis 2017 wurden auf 10,7 Mio. ha begehbarer Waldfläche im Durchschnitt 61 Mio. m³ verarbeitbares Nutzholz pro Jahr entnommen [16]. Die vollständige Klimaschutzleistung der bewirtschafteten Wälder in Deutschland kann daher nur unter Berücksichtigung der Menge der aus dem Holz hergestellten Produkte und ihrer Verwendungszeit inklusive einer mehrfachen Nutzung bewertet werden. Je mehr Holzprodukte aus dem geernteten Rohholz hergestellt und je länger diese Produkte genutzt werden, desto größer ist die Klimaschutzwirkung von bewirtschafteten Wäldern und der aus ihnen erzeugten Holzprodukte. Mit dem genutzten Holz lassen sich zudem Werkstoffe wie Stahl, Beton, Ziegel und Kunststoff, die mit hohem und bisher meist fossilem Energieeinsatz erzeugt werden (stoffliche Substitution) sowie fossile Brennstoffe (energetische Substitution), erset-

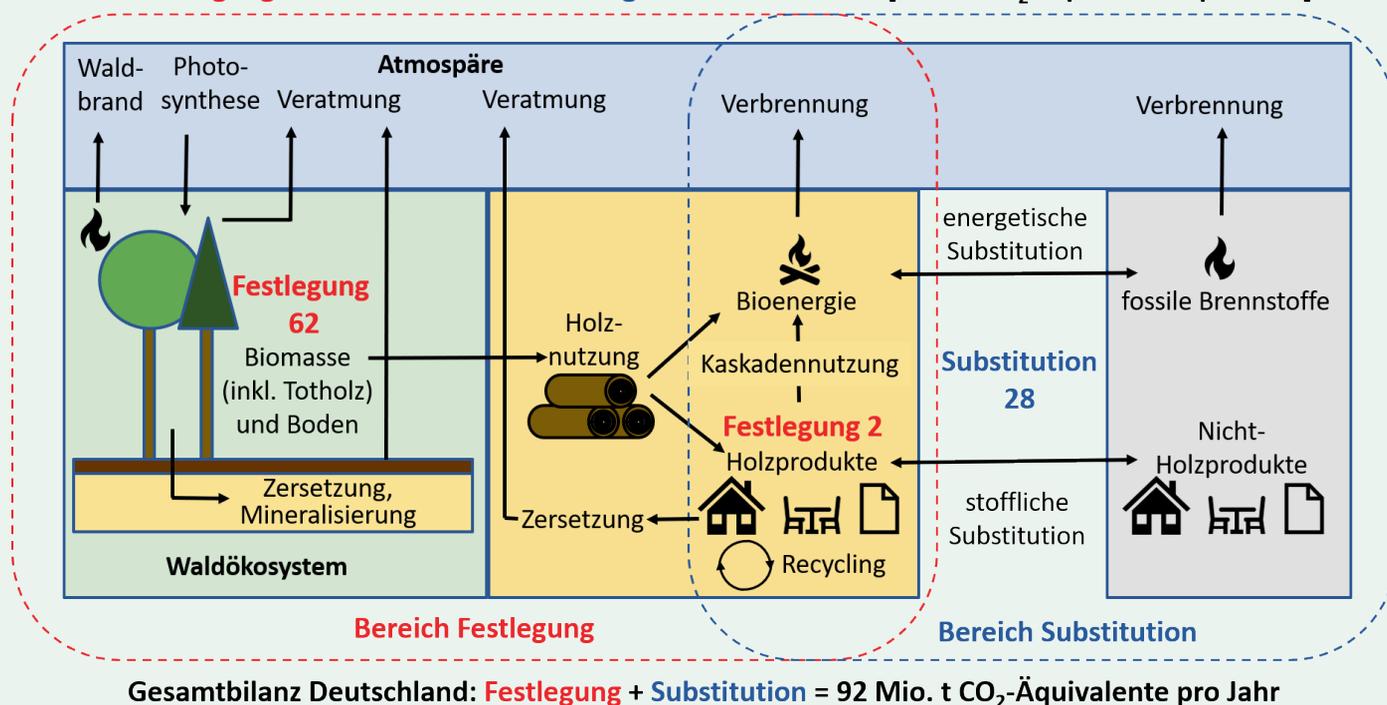
zen. Damit kann die Freisetzung von CO₂, das seit Millionen von Jahren als Kohlenstoff in fossilen Energieträgern gebunden ist, reduziert werden.

Allerdings sind auch die Bewirtschaftung von Wäldern sowie die Bereitstellung und Verarbeitung von Holz nicht klimaneutral. Die CO₂-Emissionen liegen jedoch bei unter 10 % der Klimaschutzeffekte der Holznutzung [10] und sind in die folgenden Substitutionsbetrachtungen eingerechnet. Die Klimaschutzleistung bewirtschafteter Wälder ist daher eng mit dem Klimaschutz durch Holzverwendung verbunden. Diese wird als stoffliche Substitution vom Weltklimarat anerkannt (z.B. [5]).

Schneller ÜBERBLICK

- » Die Klimaschutzeffekte des Waldes sind vor allem bei langfristiger Betrachtung eng mit der Holznutzung verbunden
- » Klimaschutz kann durch die nachhaltige Bewirtschaftung vorratsreicher, ökologisch stabiler und produktiver Wälder und durch eine effiziente, auf Langlebigkeit und Kaskadennutzung ausgerichtete Holzverwendung optimiert werden

Klimaschutzbilanz Wälder und nachgelagerter Holzverwendung in Deutschland: C-Festlegung und C-Emissionsminderung durch Substitution [Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr]



Grafik 1: Klimaschutz-Bilanz der Wälder und Holzverwendung in Deutschland im Mittel der Jahre 2012 bis 2017 in Mio. t CO₂-Äquivalente; in Rot: Festlegung von Kohlenstoff im Wald und in Holzprodukten, in Blau: Vermiedene CO₂-Emission durch die Substitution fossiler Brennstoffe und energieintensiver Materialien in Nicht-holzprodukten

Welchen Beitrag leisten Wälder und Holzverwendung für den Klimaschutz?

Nach der vorerst letzten deutschlandweiten Waldinventur im Jahr 2017 haben alle Wälder inklusive der neu entstandenen zwischen 2012 und 2017 im Durchschnitt jährlich rund



Abb. 2: Wälder und Holzverwendung liefern Beiträge für den Klimaschutz.

62 Mio. t CO₂-Äquivalente gebunden. Das entspricht zirka sieben Prozent der Treibhausgas-Emissionen Deutschlands in diesem Zeitraum [15]. Auf Basis eines aktuellen, durchschnittlichen Substitutionsfaktors von 1,2 für stoffliche und energetische Substitution ([7], Auswertung von 51 intern. Studien) wurden in diesen Jahren durch die Holznutzung und Holzverwendung in Deutschland jährlich 28 Mio. t CO₂-äquivalente Emissionen vermieden. Die Steigerung der in Holzprodukten gespeicherten Holzmenge lieferte eine zusätzliche Speicherrhöhung von rund zwei Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr [17].

In der Summe leisteten Wälder und Holzverwendung damit einen positiven Klimaschutzbeitrag von jährlich 92 Mio. t CO₂-Äquivalenten. Das entspricht in etwa 11 % der gesamten mittleren Treibhausgas-Emissionen in Deutschland von 2012 bis 2017. Folglich sind bewirtschaftete Wälder wichtig für den Klimaschutz, selbst in einem hoch industrialisierten Land wie Deutschland.

Ihr vergleichsweise begrenzter Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen zeigt aber auch, dass für einen ernst gemeinten Klimaschutz an einer drastischen Absenkung der anthropogenen Freisetzung von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen kein Weg vorbeiführt. Dies gilt umso mehr, als dass die erwartete Zunahme von Trockenjahren die Zuwachsleistung der Wälder und damit ihren Klimaschutzeffekt vermindern könnte.



Welche Wälder sind optimal für den Klimaschutz?



Foto: B. Leder

Abb. 3: Gemischte, stabile und wuchskräftige Wälder bieten eine hohe Kohlenstoffbindung.

Vorratsreiche, alte Wälder besitzen einen hohen Kohlenstoffspeicher in der Baumbiomasse und im Boden. Durch eine pflegliche Bewirtschaftung und eine sorgsame Nutzung wird ihre Funktion als Kohlenstoffspeicher und CO₂-Senke lange beibehalten. Zudem bleibt ihr Kohlenstoffvorrat nach der Nutzung in Form von langlebigen Holzprodukten wie Bau- und Konstruktionsholz oder Möbeln erhalten. Die stärkere CO₂-Senke liefern allerdings meist jüngere Waldbestände mit einem hohen jährlichen Holzzuwachs. So zeigen die Daten der Bundeswaldinventur für ganz Deutschland beispielsweise für 21 bis 40 Jahre alte Wälder einen doppelt so hohen jährlichen Zuwachs wie für über 140-jährige Wälder [1]. Da Bäume beim Wachsen zunehmend mehr Raum benötigen, werden viele von ihnen bei der Waldpflege entnommen oder sterben im Wettbewerb mit den anderen Bäumen ab. Der in ihnen enthaltene Kohlenstoff wird dann durch Zersetzung im Bestand oder nach Nutzung und Verbrennung wieder freigesetzt, falls er nicht in Holzprodukten fixiert wird.

Die Kohlenstoffbindung in der Biomasse des Waldes ist die Summe aller Bäume auf der Fläche. Sie ist dann am größten, wenn der jährliche Zuwachs über die gesamte Fläche möglichst hoch ist. Eine Mischung von Baumarten, die unterschiedliche Kronen- und Wurzelräume erschließen, sorgt dafür, dass die Bäume das wachstumsbestimmende Ange-

bot an Licht, Wasser und Nährstoffen zum Teil komplementär nutzen können. Die Mischung trägt zudem zu einem erhöhten Zuwachs und einer gesteigerten Kohlenstoffbindung bei und vermindert die Anfälligkeit für Schäden [6, 11,12]). Das Beste für die Kohlenstoffbindung im Zuwachs ist deshalb ein geschlossener, oftmals gemischter, ökologisch stabiler und den standörtlichen Gegebenheiten entsprechend wuchskräftiger Wald. Ein solcher Bestandesaufbau wird oft in bewirtschafteten Wäldern erreicht, bei denen Bestandesdichte und Mischung so gesteuert werden, dass die Bäume optimale Wuchsbedingungen vorfinden [13].

Insbesondere in einem dicht besiedelten Land wie Deutschland ist eine möglichst hohe Klimaschutzleistung jedoch nicht die einzige Leistung, die sich die Gesellschaft von Wäldern wünscht. So gibt es viele naturschutzfachliche und waldökologische Gründe für extensiv und nicht bewirtschaftete Wälder mit einer Anreicherung von Alt- und Totholz, obwohl diese vor allem über längere Zeiträume eine geringere Klimaschutzleistung als die oben beschriebenen, nachhaltig bewirtschafteten Wälder haben. Es werden jedoch beide Formen benötigt. Deshalb sollten sinnvolle Kombinationen und Kompromisse zwischen den Zielen in der Waldentwicklung in der Kulturlandschaft entwickelt werden, etwa in Form einer strategischen Schutzgebietsplanung und Retention Forestry [3].

Wie wirkt sich Holznutzung auf den Klimaschutz aus?

Die Holzernte in Deutschland folgt dem Prinzip der Vorratsnachhaltigkeit. Dadurch wird in der Regel nicht mehr Holz genutzt als zuwächst. Ungeplant hohe Nutzungen durch Waldschäden werden durch geringere Nutzungen auf anderen Flächen und in den Folgejahren ausgeglichen. Durch diese vorausschauende Bewirtschaftung sind in Deutschland die Holzvorräte zwischen 2012 und 2017 um weitere 10 m³ im stehenden Vorrat (Vfm) pro Hektar (ha) auf die neue Rekordhöhe von durchschnittlich 348 m³ (Vfm)/ha angestiegen [12]. In Europa finden sich lediglich in der Schweiz höhere Bestandesvorräte [13]. In jüngeren Waldbeständen bis zu einem Alter

von etwa 40 Jahren haben Holznutzung oder Nichtnutzung vergleichbare Effekte auf die Klimaschutzbilanz: Die CO₂-Senke im Bestand übertrifft die Klimaschutzwirkung von Durchforstungsholz, das vorwiegend in kurzlebigen Holzprodukten verwendet oder zeitnah verbrannt wird. Mit dem Bestandesalter nimmt die Waldsenkenfunktion aber ab. In Wäldern mit Holznutzung steigt dann der Anteil der Klimaschutzwirkung aus der Nutzung Jahr für Jahr an. Dieser Prozess erzeugt im Laufe der Zeit stetig steigende Klimaschutzleistungen von genutzten gegenüber ungenutzten Wäldern [14]. Die Holznutzungen wirken sich je nach der Verwendung



Foto: A. Bolte

Abb. 4: Holzbau liefert durch die langfristige Kohlenstofffixierung besonders positive Klimaschutzeffekte der Holzverwendung.

des Holzes und der Art der Holzprodukte unterschiedlich auf den Klimaschutz aus. Je länger das Holz verwendet wird, bevor es verbrannt oder zersetzt wird, und je größer der Aufbau eines Holzprodukt-pools ist, desto positiver ist die Klimaschutzbilanz der Holzverwendung. Vor diesem Hintergrund ist die stoffliche Nutzung von Holz zum Beispiel in Bauten und Möbeln an Stelle anderer und energieaufwändiger erzeugter Materialien besonders günstig. Der zu beobachtende deutliche Anstieg der Holzbauquote in den vergangenen Jahren [15] wirkt sich also bei einer nachhaltigen Waldnutzung positiv auf den Klimaschutz aus. Auch das Recycling von Altholz und die sogenannte Kaskadennutzung, das heißt die mehrfache Nutzung von Holz, das erst am Ende dieser Kette zur Energiegewinnung verbrannt wird, haben deutlich günstigere Klimaschutzeffekte als eine rein energetische Nutzung (Abb. 1). Besonders ungünstig ist die Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Holz-nutzung, also die Verbrennung von Holzsortimenten, aus denen langlebige Produkte hergestellt werden könnten. Eine nicht nachhaltige Nutzung und Übernutzung von Wäldern durch einen erheblichen Vorratsabbau, insbesondere zur energetischen Nutzung, schaden darüber hinaus dem Klima. Die mittel- und langfristige Minderung der CO₂-Senke im Wald („Holz wächst an Holz“) kann dann nicht mehr durch die Substitutionseffekte kompensiert werden.

Literaturhinweise:

[1] BOLTE, A. (2020): *Wie lassen sich die Wälder in Deutschland als Kohlenstoffsenke erhalten?* Ländl. Raum (ASG) 71(2):17-19. [2] DIETER, M. (2018): *Klimaschutz durch Waldwirtschaft und Holznutzung*. Wissenschaft Erleben 2/2018: 6-7. [3] GRIESS, VC; KNOKE, T. (2013): *Bioeconomic modeling of mixed Norway spruce - European beech stands: economic consequences of considering ecological effects*. Eur. J. For. Res. 132 (3): 511-522. doi: 10.1007/s10342-013-0692-3. [4] GUSTAFSSON, L.; BAUHUS, J.; ASBECK, T.; et al. (2020): *Retention as an integrated biodiversity conservation approach for continuous-cover forestry in Europe*. Ambio 49, 85-97. [5] HENNIG, P.; SCHNELL, S.; RIEDEL, T. (2019): *Rohstoffquelle Wald - Holzvorrat auf neuem Rekord*. AFZ-DerWald 74, 14: 24-27. [6] IPCC (2019): *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J.; Skea, E.; Calvo Buendia, V. et al.]. In press. <https://www.ipcc.ch/srccl/>. [7] JACTEL, H.; BAU-

HUS, J.; BOBERG, J. et al. (2017): *Tree Diversity Drives Forest Stand Resistance to Natural Disturbances*. Curr. For. Rep. 3: 223-243, doi:10.1007/s40725-017-0064-1. [8] LESKINEN, P.; CARDELLINI, G.; GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; et al. (2018): *Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation*. From Science to Policy 7. European Forest Institute. [9] MCPFE (2015): *FOREST EUROPE, 2015: State of Europe's Forests 2015*. Madrid, 312 p. [10] MUND, M.; FRISCHBIER, N.; PROFFT, I.; et al. (2015). *Klimaschutzwirkung des Wald- und Holzsektors: Schutz- und Nutzungsszenarien für drei Modellregionen in Thüringen*. BfN-Skripte 396, BfN, Bonn-Bad Godesberg. 168 S. [11] PRETZSCH, H.; SCHÜTZE, G.; UHL, E. (2012): *Resistance of European beech to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by inter-specific facilitation*. Plant Biol. 15: 483-495. [12] PRETZSCH, H.; SCHÜTZE, G.; BIBER, P. (2016): *Zum Einfluss der Baumartenmischung auf die Ertragskomponenten von Waldbeständen*. Allg. Forst und Jagdztg. 187 (7/8): 122-135. [13] PRETZSCH, H. (2019): *Grundlagen der Waldwachstumsforschung*. 2. Aufl. Springer Spektrum Berlin: 664 S. [14] PURKUS, A.; LÜDTKE, J.; BECHER, G.; et al. (2019): *Charta für Holz 2.0 - Kennzahlenbericht 2019 Forst & Holz*. Gülzow-Prützen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). 45 S. [15] RIEDEL, T.; STÜMER, W.; HENNIG, P.; et al. (2019): *Wälder in Deutschland sind eine wichtige Kohlenstoffsenke*. AFZ-DerWald 74, 14: 14-18. [16] Thünen-Institut (2021): *Treibhausgasinventar (2017)*, Tab. 6.11: *Nutzung nach Eigentumsart*. Online unter: <https://bwi.info> (Zugriff: 11.01.2021). [17] UBA (Umweltbundesamt) (2020). *Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990-2018*. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-15-climate-change_22-2020_nir_2020_de.pdf (englische Fassung und Datentabellen: <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020> (Zugriff: 05.10.2020))



Prof. Dr. Andreas Bolte
andreas.bolte@thuenen.de,

leitet das Thünen-Institut für Waldökosysteme und ist Präsident des DVFFA, **Prof. Dr. Christian Ammer** lehrt Waldbau an der Univ. Göttingen, **Prof. Dr. Peter Annighöfer** ist Professor für Wald- und Agrarforstsysteme an der TU München, **Prof. Dr. Jürgen Bauhus** lehrt Waldbau an der Univ. Freiburg und ist Vorsitzender des Beirats für Waldpolitik des BMEL, **Dr. Dirk-Roger Eisenhauer** leitet das Kompetenzzentrum für Wald und Forstwirtschaft Graupa (Sachsenforst), **Corinna Geißler** leitet das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (Thüringen-Forst) und **Dr. Bertram Leder** das Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) des Landesbetriebs NRW, **Dr. Ralf Petercord** arbeitet im Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW, **Dr. Joachim Rock** forscht zu Klimaschutz im Wald im Thünen-Institut für Waldökosysteme, **Prof. Dr. Thomas Seifert** ist Professor für Waldwachstum und Dendroökologie an der Univ. Freiburg und **Prof. Dr. Peter Spathelf** lehrt Waldbau an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNE) in Eberswalde.