Holzenergie – unverzichtbar für die Energiewende

Roland Irslinger

Die Klimawirkung der energetischen Nutzung von Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern wird kontrovers diskutiert. Dabei werden Bäume in unseren Wäldern nicht gefällt, um sie zu verheizen. Denn Ziel nachhaltiger Waldwirtschaft ist die Produktion von hochwertigem Stammholz, um daraus Möbel oder Häuser herzustellen. Doch Holz ist ein Koppelprodukt. Sowohl bei der Pflege der Wälder als auch bei der Holzverarbeitung fallen stofflich nicht nutzbare Sortimente an. Aktuell werden 62 % der erneuerbaren Wärme in Deutschland durch Holz aus heimischen Wäldern bereitgestellt (AGEE 2025). Die energetische Nutzung dieser Resthölzer, Brennholz und Holzpellets, leistet einen maßgeblichen Beitrag zum Klimaschutz.

Holz-Biomasse ist erneuerbare Energie

Ob die energetische Nutzung von Holz kohlendioxid- (CO_2-) neutral ist, hängt vom Einfluss der Holznutzung auf den Kohlenstoff- (C-) Speicher[1] der Waldlandschaft ab. Sofern dieser konstant bleibt oder zunimmt, ist CO_2-Neutralität gegeben (SCHULZE et al. 2022). Dies ist bei nachhaltiger Waldwirtschaft der Fall, indem nicht mehr Holz genutzt wird, als nachwächst, die Summe aus Nutzung und Störungen durch Käfer, Dürre oder Stürme ist in Deutschland sogar dauerhaft kleiner als der Zuwachs.

Bei der energetischen Substitution wird das im Holz enthaltene C oxidiert und die dabei freigesetzte Energie elektrisch oder thermisch genutzt. So wird vermieden, dass fossiles C aus der Erdkruste in den mit dem Wald und den Holzprodukten verknüpften biosphärisch-atmosphärischen Kreislauf gelangt. Unter Berücksichtigung der fossilen Vorkettenemissionen über die gesamte Umtriebszeit für Fahrkilometer des Forstpersonals, Motorsägen, Erntemaschinen, Transport zum Ort der Verbrennung (Baur 2009, Hans 2006, Weiß 2000) sowie der Wirkungsgrade bei der Verbrennung ergibt sich aktuell ein Substitutionsfaktor von 0,67 Tonnen C je Tonne C (Knauf & Frühwald 2013, Schulze et al.

1 Holz besteht, wie auch sonstige pflanzliche Biomasse, im Durchschnitt zu etwa 50 Prozent seiner Trockenmasse aus Kohlenstoff (BURSCHEL et al. 1993). Die Menge des in einem Wald gespeicherten Kohlenstoffs (Waldspeicher) ist daher von der vorhandenen Menge an Holz (Holzvorrat) bzw. Biomasse abhängig.

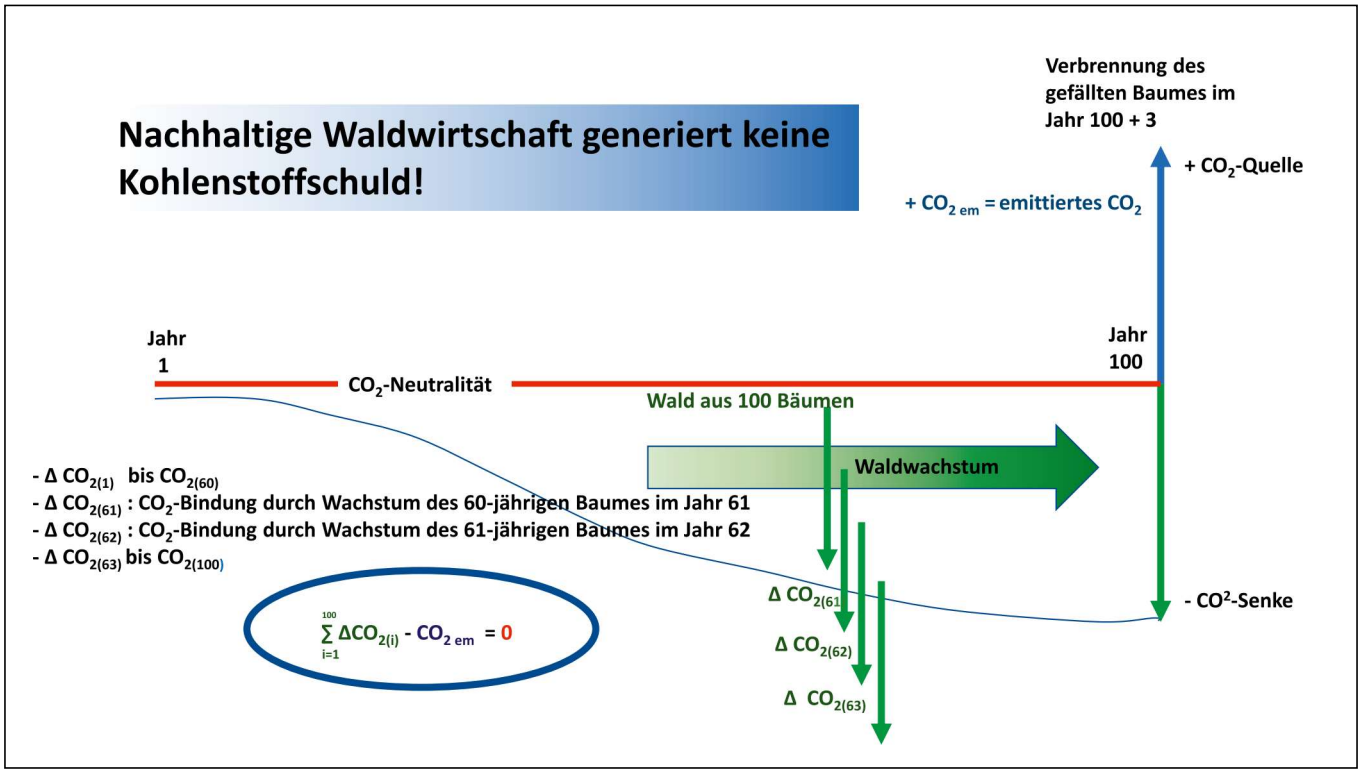

Abb. 1: Jahr 100: Wald besteht aus 100 Bäumen, der älteste ist 100 Jahre alt, der jüngste 1 Jahr. Der 100-jährige wird gefällt und drei Jahre später verbrannt. Jahr 101: der 99-jährige Baum ist weitergewachsen und jetzt 100 Jahre alt, ein junger Baum hat gekeimt und ist jetzt 1 Jahr alt. Der Wald besteht wie ein Jahr zuvor aus 100 Bäumen, der älteste ist 100 Jahre alt, der jüngste 1 Jahr, usw. Die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung garantiert die unmittelbare Wiedereinbindung des bei der Holzernte als Emission verbuchten CO_2 in die Waldlandschaft.

2020), dem entsprechen 0,614 Tonnen vermiedenes fossiles CO_2 je Festmeter Holz.

Landschaftsniveau als Bewertungsmaßstab

Gelegentlich wird behauptet, nachhaltige Waldnutzung würde den C-Speicher Wald verkleinern, weil das bei der Verbrennung von Holz freigesetzte CO_2 erst nach vielen Jahren wieder im nachwachsenden Wald gebunden werde (sog. Kohlenstoffschuld).

Zwar dauert es nach dem Fällen eines alten Baumes viele Jahre, bis sein Nachfolger den bei der Holzernte entnommenen Kohlenstoff wieder gebunden hat. Aber von hundert Bäumen werden jedes Jahr nur wenige gefällt, alle anderen wachsen auf den Nachbarflächen weiter, meist schneller als ohne Nutzung, weil Waldpflege die Konkurrenz unter den Bäumen regelt, denn das Baumwachstum wird durch mehr Licht und Wasser für weniger Bäume beschleunigt (Bouriaud et al. 2019). Genutzte Wälder sind vor Überalterung geschützt, sie nehmen jährlich mehr CO_2 aus der Atmosphäre auf (Schulze et al. 2021). *„Zeit wird durch Raum ersetzt"* (Schulze et al. 2022) ist das Prinzip nachhaltiger Waldwirtschaft.

Da sich das atmosphärische CO_2 wie eine Glocke um die Erde legt, ist der Ort der Freisetzung bzw. Bindung des CO_2 für das globale Klima irrelevant[2]. In einer nicht bewirtschafteten Waldlandschaft (Commarmot et al. 2013, Remmert 1991) existiert wie auch im Falle der Bewirtschaftung ein mosaikartiges Nebeneinander verschiedener Altersstadien, vom Jungwuchs bis zum Altbestand. Alle diese Stadien müssen zeitgleich nebeneinander betrachtet werden, wenn es ums Klima geht.

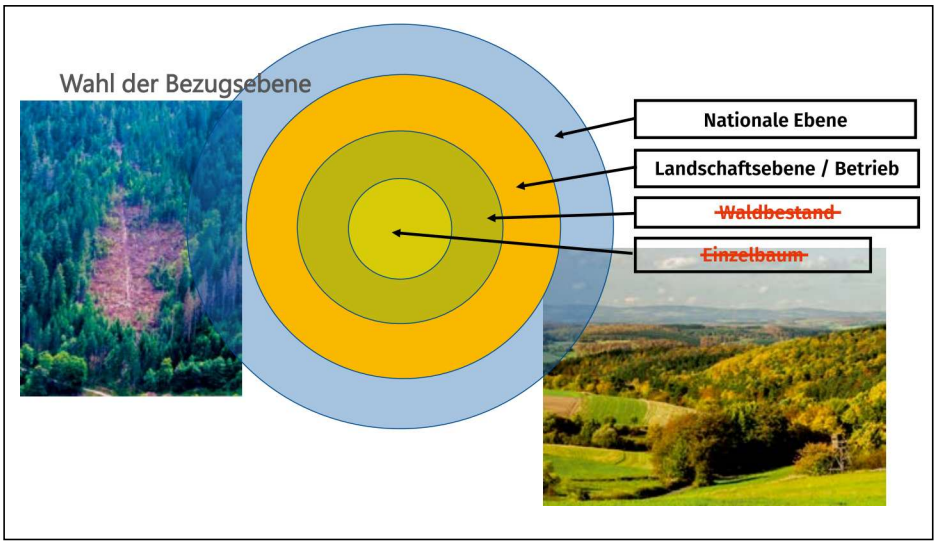

Abb. 2: Da sich das atmosphärische CO_2 wie eine Glocke um die Erdatmosphäre legt, ist für eine Beurteilung der Klimawirksamkeit von Wäldern allein die Landschafts- bzw. nationale Ebene relevant. Bild: R. Irslinger

Deshalb ist für die Beurteilung der Klimawirksamkeit von Wäldern allein die Landschafts- bzw. nationale Ebene maßgebend, einzelne Waldbestände oder Einzelbäume sind dafür ungeeignet (Cowie et al. 2021).

Energetische Nutzung versus verrotten lassen

Auf den ersten Blick entsteht der Eindruck, beim Verbrennen holziger Biomasse werde die Atmosphäre unmittelbar nach dem Fällen des Baumes mit CO_2 belastet, während das Verrotten im Wald viele Jahre bis Jahrzehnte dauern würde. Jedoch dauert es zwischen Holzeinschlag und energetischer Nutzung mehrere Jahre, weil Holz vor dem Verbrennen trocknen muss. Außerdem legen Holz-Heizer zusätzlich Brennholzvorräte von mehreren Jahren als Vorsorge an. Eine längere Bindung des CO_2 im Holz ab dem Einschlag ergibt sich auch für Holzpellets, die aus der Verarbeitung von Industrieholz stammen. Die Halbwertszeit von Energieholz liegt demnach bei etwa 2 bis 5 Jahren. Das im Zuge der Waldnutzung geerntete C ist aber bereits am Ende der nächsten Vegetationsperiode wieder im Wald gebunden, zu einem Zeitpunkt, bevor das Holz verbrannt und das CO_2 in der Atmosphäre ist. Der C-Vorrat der Waldlandschaft wird durch nachhaltige Holznutzung also zu keiner Zeit geschmälert.

Auch bei der Zersetzung von Totholz gelangt das darin enthaltene C als CO_2-Emission in die Luft, wobei im Hinblick auf den Klimaschutz Substitutionseffekte entfallen. Edelmann et al. (2023) ermittelten die Halbwertszeiten

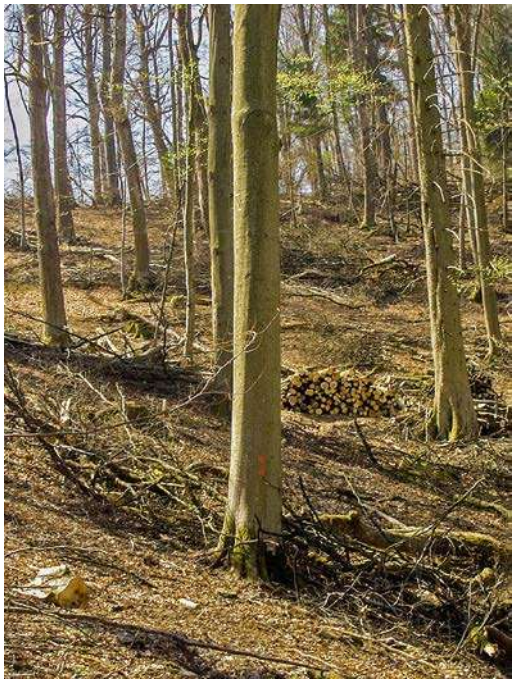

Abb. 3: Brennholz aus einer Durchforstung ist CO_2-neutral, der geerntete Kohlenstoff ist bereits wieder im Bestand gebunden, bevor das Holz verbrannt ist. Bild: R. Irslinger

2 Ein Speicher ist eine Zustandsgröße, Senke und Quelle sind dagegen Flussgrößen. Wald und Holzprodukte sind dann eine C-Senke (Speicherung), wenn ihr Speicher größer wird, ein Wald oder ein Holzproduktspeicher also mehr Kohlenstoff aufnimmt als er abgibt, umgekehrt sind sie eine C-Quelle. Durch Senken wird die Atmosphäre von Treibhausgasen entlastet, durch Quellen belastet (UNFCCC 1992).

Abb 4: Ein Belassen des Restholzes im Wald bringt unter Klimagesichtspunkten keinen Vorteil. Bild R. Irslinger

Abb. 5: Holzbrennstoffe sind CO_2-neutral, ob Pellets oder Scheitholz spielt dabei keine Rolle, wobei Scheitholz die bessere Ökobilanz hat. Ohne die energetische Nutzung dieser Holz-Biomasse ist die Energiewende nicht zu schaffen. Bilder: R. Irslinger.

der Freisetzung von CO_2 durch Verrotten von Holz im Wald. Buchenstammholz von 30 cm Durchmesser ist danach schon nach 6,6 Jahren zu 50 % abgebaut. Stämme dieser Dimension werden gewöhnlich jedoch stofflich genutzt, die Zersetzung des viel dünneren Waldrestholzes geht viel schneller. Demnach besteht kein klimarelevanter Unterschied in der Geschwindigkeit der Freisetzung von CO_2 zwischen energetischer Nutzung und Verrotten im Wald.

Energetische Nutzung versus Humusbildung

Je mehr Humus Waldböden enthalten, desto mehr CO_2 ist darin gebunden. In der Streuauflage unserer Waldböden sowie im Humus der Mineralböden ist mehr C gespeichert als in der lebenden Waldbiomasse. Ein Aufbau zusätzlicher C-Vorräte im Waldboden erweist sich jedoch als extrem langsam (Conen et al. 2005, Heimann and Reichstein 2008, Körner 2003, Schulze et al. 2000), unabhängig davon, ob Wälder naturnah oder gar nicht bewirtschaftet werden. Signifikante Unterschiede in den C-Gehalten von Böden zwischen bewirtschafteten und teilweise seit Jahrhunderten nicht bewirtschafteten Wäldern konnten deshalb nicht gefunden werden (Nagel et al. 2023, Nord-Larsen et al. 2019, Schulze et al. 2021). Extensivierung der Waldwirtschaft oder Nutzungsverzicht leisten also auch unter diesem Aspekt keinen Beitrag zu mehr Klimaschutz.

Stoffliche Holznutzung wird priorisiert

Bei der stofflichen Substitution wird die Emission beachtlicher Mengen an fossilem CO_2 vermieden, weil der Bau von z. B. Holzhäusern viel weniger Energie benötigt als bei mineralischer Bauweise (Hafner et al. 2017). Die stoffliche Substitution hat weiterhin den Vorteil, dass C in den Holzprodukten lange gebunden bleibt (Kuittinen et al. 2021). Die stoffliche Verwertung sollte der energetischen deshalb vorgezogen werden, denn dann substituiert Holz mehrmals, einmal oder mehrfach als Produkt und ein zweites Mal als Brennstoff. In Deutschland ist dies der Fall, d. h. Holz wird vornehmlich für höherwertige Verwendungen wie den Bau von Häusern und Möbeln eingesetzt. Bei Durchforstungen fällt als Koppelprodukt aber auch Waldrestholz an, das dafür nicht brauchbar ist und deshalb als Brennholz genutzt wird. Bauen und Heizen mit Holz sind also keine Gegensätze (Irslinger 2022b und 2023b). Energetisch verwertet werden zudem Sägespäne, die bei der Verarbeitung anfallen und zu Pellets gepresst werden. Eine generelle Verpflichtung zur stofflichen vor einer energetischen Nutzung würde bedeuten, dass Waldrestholz aufgrund fehlender stofflicher Verwendungsmöglichkeiten im Wald verrotten würde, ohne fossile Energieträger zu ersetzen.

Vorratserhöhung ist kein Klimaschutz

In Deutschland wurden in den vergangenen Jahrzehnten jährlich nur etwa 80 % des Zuwachses genutzt. Als Folge dieser Zurückhaltung sind die Holzvorräte bei gleichzeitiger Nutzung von Holz für stoffliche und energetische Zwecke kontinuierlich angestiegen. Aktuell liegt der Holzvorrat in Deutschland laut Bundeswaldinventur (BMEL 2024) bei 335 m^3 pro Hektar. Das ist dieselbe Größenordnung, wie dies in einer sich selbst überlassen Waldlandschaft der Fall wäre (Bouriaud et al. 2019, Schulze et al. 2021). Die Holzvorräte unserer Wälder unterscheiden sich nicht zwischen bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten Beständen (Irslinger 2022a, Schulze at al. 2021).

Energiedichte ist unerheblich

Holzverbrennung emittiert je kWh mehr CO_2 als etwa Erdgas. Jedoch handelt es sich dabei nicht um fossiles CO_2 wie bei der Gas-Verbrennung. Fossile Energieträger befördern C, das seit Jahrmillionen dem Kreislauf entzogen ist, aus der Erdkruste in das Biosphären-Atmosphären-System. Die ener-

getische Nutzung von Holz setzt dagegen CO_2 frei, das bereits Teil des Austauschs zwischen Biosphäre und Atmosphäre ist und unmittelbar wieder gebunden wird. Die Höhe der spezifischen Emission (Energiedichte) ist bei der Beurteilung der CO_2-Neutralität von Holz deshalb irrelevant.

Die Crux mit der Wärmepumpe

Wärme aus Wärmepumpen emittiert zehnmal mehr fossiles CO_2 und Methan und viermal mehr Lachgas als Wärme aus einem Pelletofen (UBA 2022). Methan hat das 25-fache und Lachgas das 265-fache Treibhauspotenzial im Vergleich zu CO_2. Der noch lange nicht CO_2-neutrale Strommix sorgt dafür, dass die Holzheizung weit klimafreundlicher als die Wärmepumpe ist. Die fossilen Vorkettenemissionen der Bereitstellung des Brennstoffes Holz sind in dieser Gegenüberstellung enthalten.

Senkenziele des Klimaschutzgesetzes nicht erreichbar

Höhere Holzvorräte als aktuell sind kein Klimaschutz, denn mit steigendem Alter und Holzvorrat steigt auch das Risiko von Störungen (z. B. Ciais et al. 2005, Forzieri et al. 2021, Reichstein et al. 2013). Das Klimaschutzgesetz (KSG) von 2021 fordert vom LULUCF-Sektor eine beachtliche Senkenleistung von 25 bis 40 Millionen Tonnen CO_2 jährlich bis zum Jahr 2045, was nur durch eine stark reduzierte Nutzung zu erreichen wäre (Wissenschaftlicher Beirat 2021).

Die C-Tragfähigkeit von Landschaften sinkt jedoch mit zunehmenden Temperaturen und abnehmenden Niederschlägen (Keith et al. 2009). Die Erfüllung der im KSG 2021 gesetzlich festgelegten Senkenziele des LULUCF-Sektors (vgl. § 3a Abs. 1) ist deshalb angesichts des Klimawandels objektiv unmöglich. Nicht mehr genutzte Wälder würden ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts in die Zerfallsphase eintreten und die Atmosphäre mit gewaltigen Mengen an CO_2 belasten.

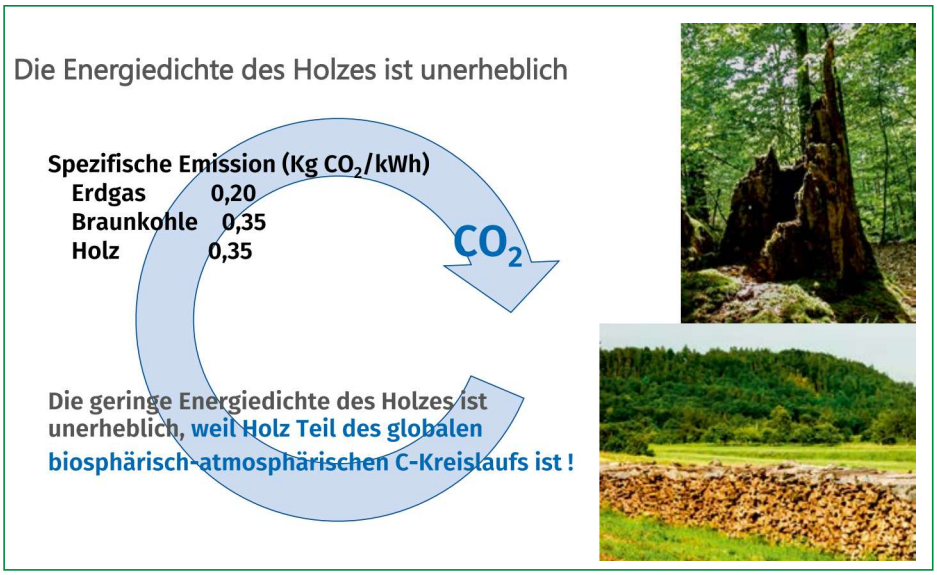

Abb. 6: Holz hat eine geringe Energiedichte, die spezifische CO_2-Emission (Kg CO_2 pro kWh) von Holz ist daher höher als die von Erdgas. Für die Frage der CO_2-Neutralität heimischen Holzes ist dies unerheblich.

Wälder aus Gründen des Klimaschutzes aktuell nicht mehr zu nutzen, wäre Greenwashing, weil biogene Senken wie vermiedene Emissionen behandelt werden und die Öffentlichkeit so über die tatsächliche Höhe der fossilen Emissionen getäuscht wird (Irslinger 2023a, vgl. Luhmann 2006). Die Festsetzungen des KSG sind außerdem deshalb falsch, weil sich die Klimaschutzeffizienz des Waldes aus einer Gesamtbetrachtung von Wald- und Holzproduktspeicher einschließlich der energetischen und stofflichen Substitutionseffekte ergibt und nicht allein aus der im Wald gespeicherten Menge an C. Es bedarf deshalb dringend einer Novellierung des Gesetzes.

Das Literaturverzeichnis zum Download finden Sie hier: https://kwf2020.kwf-online.de/fti-beitraege-zum-download/

Roland Irslinger (https://www.oekom.de/buch/vom-glueck-der-ressource-9783962383626), Jahrgang 1949, war von 1982 bis 2014 Professor für Waldökologie an der Hochschule für Forstwirtschaft in Rottenburg am Neckar. Er forschte in der Mata Atlântica, dem atlantischen Regenwald Brasiliens, und war beratend tätig beim Aufbau des WWF-Goldstandards zur Zertifizierung von Aufforstungsprojekten für den Klimaschutz. Er ist Mitglied im Kuratorium Nachhaltiges Wirtschaften.

Prof. a. D. Roland Irslinger
ehemals Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg / Ökologie
Hauffstraße 11/1
72074 Tübingen
E-Mail: irslinger@gmx.de