



ALLES AUS HOLZ

ROHSTOFF DER ZUKUNFT ODER KOMMENDE KRISE

Ansätze zu einer ausgewogenen Bioökonomie

Deutsche Kurzfassung der Studie „Everything from Wood – The resource of the future or the next crisis? How footprints and targets can support a balanced bioeconomy transition“ (wwf.de/everything-from-wood)

erstellt in Zusammenarbeit mit



U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

Danksagung

Herzlichen Dank an alle, die uns bei der Studie mit Ideen, Rat, Information, Wissenschaft und Hilfe zur Seite standen (in alphabetischer Reihenfolge): Dr. Bernhard Bauske, Phillippe Diaz, Jason Grant, Elmar Grosse-Ruse, Susanne Gotthardt, Peter Hirschberger, Huma Khan, Hermine Kleymann, Moritz Kramer, Helga Kuechly, Wolfgang Kuhlmann, Katherina Lang, Per Larsson, Ulrich Malessa, Hannes Meier für die große Unterstützung bei der Erstellung der Abbildungen, Luis Neves Silva, Damian Oettli, Pablo Pacheco, Fran Price, Markus Radday, Rebecca Tauer, Julia Young, Patrick Zimmermann, Philipp Wagnitz

Zitiervorschlag

Englische Langfassung: „Beck-O’Brien, M., Egenolf, V., Winter, S., Zahnen, J., Griesshammer, N. (2022). Everything from wood – The resource of the future or the next crisis? How footprints, benchmarks and targets can support a balanced bioeconomy transition. WWF Germany.“

Deutsche Kurzfassung: „Beck-O’Brien, M., Egenolf, V., Winter, S., Zahnen, J., Griesshammer, N. (2022). Alles aus Holz – Rohstoff der Zukunft oder kommende Krise; Ansätze zu einer ausgewogenen Bioökonomie. WWF Deutschland.“

Impressum

Herausgeber: WWF Deutschland
Stand: Juli 2022
Autor:innen: Meghan Beck-O’Brien, Vincent Egenolf, Susanne Winter, Johannes Zahnen, Nina Griesshammer
Redaktion: Thomas Köberich (WWF Deutschland)
Koordination: Nina Griesshammer (www.ninagriesshammer.de)
Kontakt: Susanne Winter (WWF Deutschland), susanne.winter@wwf.de
Finanzielle Unterstützung: WWF Deutschland, WWF Schweiz
Gestaltung/Illustration: Anita Drbohlav (www.paneemadesign.com)
Titelbild: iStock/Getty Images

INHALTSVERZEICHNIS

1. Prolog und Kernfragen	4		
Party ohne Ende	5		
Wie hängen Biologische Vielfalt, Klimawandel und das Wohl der Wälder zusammen?	6		
Untersuchungsfrage und Hauptanalyseansätze dieser Untersuchung	7		
2. Herausforderungen für die Wälder in der Gegenwart und Zukunft	8		
Wiederherstellung von Waldlandschaften und Holzplantagen	9		
Schutzgebiete	10		
Waldsterben 2.0	11		
3. Welchen Wachstumstrends unterliegen die „alten“ und die „neuen“ Holzverwendungsbranchen?	12		
Holz als Energieträger	14		
Holz als Baustoff	15		
Holz in der Papier- und Pappeproduktion	16		
Holzbasierte Biokunststoffe als „umweltfreundliche“ Alternativen zu Kunststoffen	17		
Holz für Textilien	17		
Wachsende Globalisierung der Industrieholznutzung	18		
Mit Holzeinschlag und -handel verbundene Kriminalität	19		
Richtwerte zur Risikodefinition (Benchmarks)	19		
Zwischenfazit: Die Nachfrage nach Holz steigt	20		
4. Wie viel Holz lässt sich innerhalb der planetaren Grenzen nachhaltig ernten?	22		
Wie viel Wald steht für die Holzversorgung zur Verfügung (FAWS)?	24		
Wie wird der Zuwachs an Wald und Plantagen ermittelt?	25		
		Welcher Anteil des Zuwachses kann unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten geerntet werden? Berechnung von „Risikorridoren“	25
		Wo steht das nachhaltige Holzangebot im Vergleich zum aktuellen und zukünftigen Verbrauch?	26
		5. Wie sehen „Was-wäre-wenn“-Szenarien zukünftiger Versorgungskapazitäten bis 2050 aus?	27
		6. Was sagen die Verbrauchsfußabdrücke Deutschlands aus?	31
		Welche Auswirkung hätte Verteilungsgerechtigkeit?	34
		Wie steht es um die Nachhaltigkeit der Forstwirtschaft und um den Selbstversorgungsgrad der Holzwirtschaft in Deutschland?	35
		7. Welche Initiativen für einen nachhaltigeren Holzverbrauch gibt es?	37
		8. Schlussfolgerungen und Kernbotschaften für politische Entscheidungsträger:innen	40
		9. Kurz und bündig zusammengefasst	45
		Womit müssen wir rechnen?	46
		Welchen Weg sollten wir einschlagen?	46
		Abkürzungen und Einheiten	47
		Referenzen	48

1. Prolog und Kernfragen



Party ohne Ende

Lücken in der Baumbedeckung fallen auf. Hingegen braucht es Fantasie, um sich vorzustellen, dass es viele kleine und große Holzeinschläge sind, überall auf der Erde, die sich zu einem globalen Problem aufsummieren. Holzeinschläge, nicht nur des Holzes wegen, sondern weil sie beispielsweise den Boden frei machen sollen für den Flächenhunger der Landwirtschaft. Es braucht Fantasie, um den Schaden zu ermessen, oder die Wissenschaft, die diese Dimension mit globalen Daten erfasst.

Nehmen wir einen Kindergeburtstag als Ausgangspunkt eines Gedankenexperiments. Der Tisch ist bunt gedeckt: Einwegteller, -becher, -tücher, -servietten und -besteck. Alles ist aus Papier und Pappe, wie die Luftschlangen, die von den Papierlampen schaukeln. Ein papierner Glückwunschbanner spannt sich von Wand zu Wand. Der



© IMAGO/Panthermedia

Gabentisch ist von Geschenken übersät, alle verlockend üppig in Geschenkpapier eingepackt. Ein Bild, das Kinderherzen höherschlagen lässt, und mit unbedeutenden Folgen für Umwelt und Natur – letztlich auch für uns. Doch das Bild zeigt nur einen winzigen Ausschnitt. In der Gesamtbetrachtung müssten wir uns zwei Milliarden solcher Geburtstage vorstellen, die unsere Kinder unter 14 Jahren überall auf der Erde feiern wollen. Sind Feste dieser Art und Zahl ein Problem für die Natur und die Naturrohstoffe (wie Holz, Wasser usw.) unseres Planeten? Sind die Folgen noch immer unbedeutend? Was wäre gewonnen, bestünden Teller und Becher aus wiederverwertbarem Material? Wären damit die Umweltprobleme aus der Welt? Sollten wir uns diese Art von „Materialeinsatz“ zum Ziel setzen oder auch die „Menge“ des Verbrauchs als Verschwendung beklagen? Welche gesellschaftlichen Veränderungen brauchen wir, um den Planeten nicht irreversibel auszubeuten?

Tatsächlich müssen wir öffentlich diskutieren, was „wir“ wollen. Auf welche Weise wollen wir nachhaltig konsumieren angesichts der Belastbarkeitsgrenzen unserer Erde – Grenzen, derer wir uns zunehmend bewusst werden? Wozu führt uns dieses Bewusstsein bei Fragen der Landnutzung, von Landnutzungsänderungen, überhaupt der Gesundheit unseres Planeten? Wie beweglich sind wir in unserer Einschätzung von Maß, Übermaß und schierer Verschwendung? Wie interpretieren wir Kraft dieser Einschätzung die Ressourcennutzung für die Fertigung von Produkten jetzt und für die nächsten Jahrzehnte bis 2050?

Um Antworten auf diese Fragen zu finden, müssen wir uns vergegenwärtigen, welche Bedeutung Wälder haben und was mit ihrem Verlust auf dem Spiel steht.

Auf welche Weise wollen wir angesichts der Belastbarkeitsgrenzen unserer Erde konsumieren – Grenzen, derer wir uns zunehmend selbst bewusst werden?

Keine der globalen Verpflichtungen zum Schutz der Biologischen Vielfalt wurde bisher erfüllt.

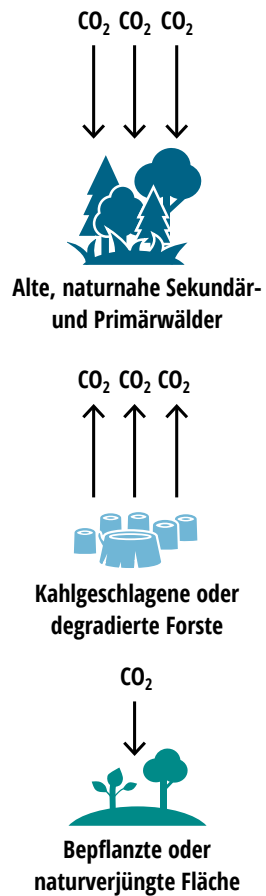


Abbildung 1.1:
Wald als Quelle und Senke für Kohlenstoff

Quelle: Global Forest Watch

Wie hängen Biologische Vielfalt, Klimawandel und das Wohl der Wälder zusammen?

In Wäldern verbringen 80 Prozent der landgebundenen Biologischen Vielfalt der Erde mindestens einen Teil ihres Lebens.[43, 44] Mit dem Verlust von Wäldern, vor allem von Primär- und Altwäldern, verlieren wir Lebensräume. Weltweit wichtige Gebiete für die Biologische Vielfalt leiden noch immer und immer mehr unter einem beunruhigenden Flächen- und Qualitätsverlust des Waldbestandes.[4, 66] Der Amazonas-Regenwald wurde bereits in manchen Bereichen zur Kohlenstoffquelle [58] und könnte durch fortschreitenden Waldverlust sogar in die Selbstversteppung übergehen.[322, 323]

Wälder sind ein bedeutender Kohlenstoffspeicher.[55] In ihrem Verlust finden wir eine der Hauptursachen für menschengemachte Kohlendioxidemissionen.[50] Allerdings absorbieren und speichern nicht alle Wälder gleich viel Kohlenstoff.[54] Alte, ursprüngliche und natürliche Wälder sind wirksamere Kohlenstoffsinken als Plantagen oder industriell bewirtschaftete Nutzwälder (Abbildung 1.1).[52] Der Verlust alter Wälder ist schädlicher für die Atmosphäre als jener bereits degradierter Wälder. Umgekehrt wirkt sich der Klimawandel auf die Wälder aus. Längere Vegetationsperioden und ein höherer Kohlendioxidgehalt könnten das Baumwachstum mancherorts beschleunigen. Aber diese Effekte werden womöglich durch mehr Waldbrände, Schädlinge, Dürren, Hitze, Stürme und Krankheiten zunichtegemacht, was den Waldverlust auch in Deutschland – zum Teil erschreckend flächig – beschleunigt.

Insgesamt ist der Erhalt alter, primärer und naturnaher Wälder von zentraler Bedeutung sowohl zur Bewahrung Biologischer Vielfalt als auch für die Eindämmung der Kohlendioxidemissionen (Abbildung 1.2).[57] Beides steht uns als Herausforderung gegenüber, um das langfristige Wohlergehen nicht nur der Erde, sondern auch der Menschheit zu sichern.

Doch keine der weltweit eingegangenen hochrangigen Verpflichtungen zum Schutz Biologischer Vielfalt (z. B. die Aichi-Ziele für die Biologische Vielfalt, 2010) wurde bis Ablauf ihrer eigentlichen Frist im Jahr 2020 erfüllt. Vielmehr wurde der Stopp der Entwaldung mit der Glasgower Walddeklaration (2021) „großzügig“ um weitere zehn Jahre aufgeschoben. Währenddessen haben wir die planetare Grenze Biologischer Vielfalt überschritten.[42, 259] Wir laufen Gefahr, dass mit dem Klimawandel



Rund 23 Prozent der gesamten menschlich verursachten Treibhausgasemissionen entstehen durch unsere Landnutzung.

Entwaldung und Brandrodung zur Schaffung von Sojafeldern, Gran Chaco, Argentinien

die Funktionssysteme unseres Planeten zusätzlich aus dem Gleichgewicht geraten. Um diese Entwicklungen umzukehren, müssen wir uns den Folgen unseres Tuns stellen – in der Summe vieler individueller Einzelentscheidungen und im globalen Maßstab. Mehr als je haben wir Anlass, unseren Lebensstil, die damit verbundene Wirtschaftsweise, die globalisierten Geschäftsmodelle, den Zustand der Wälder und den Klimawandel in einem sich gegenseitig beeinflussenden Kontext zu betrachten.

Wir müssen uns Fragen widmen, die unseren Konsum, den Zustand der Wälder weltweit und die Einflüsse des Klimawandels in den Zusammenhang bringen, in dem sie stehen.

Untersuchungsfrage und Hauptansätze dieser Untersuchung

Die vorliegende Untersuchung geht vor dem dargestellten Hintergrund der Frage nach: Wie viel Holz kann und darf nachhaltig geerntet werden, damit ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage hergestellt werden kann? Ein Gleichgewicht, von dem sowohl die natürlichen Ökosysteme, die menschliche Wirtschaft als auch menschliches Wohlergehen innerhalb der planetaren Grenzen abhängen. Oder anders gefragt: Welche Rolle kann oder soll Holz bei der Umstellung von einer fossile Rohstoffe ausbeutenden Wirtschaft hin zu einer auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Wirtschaft (Bioökonomie) spielen? Industrieländer mit hohem Einkommen und Verbrauchsraten fördern solche Transformationen. Wir wollen globale Kennzahlen mit Kennzahlen für Deutschland vergleichen – stellvertretend für verbrauchsintensive Verhaltens- und Konsumweisen in anderen Ländern.

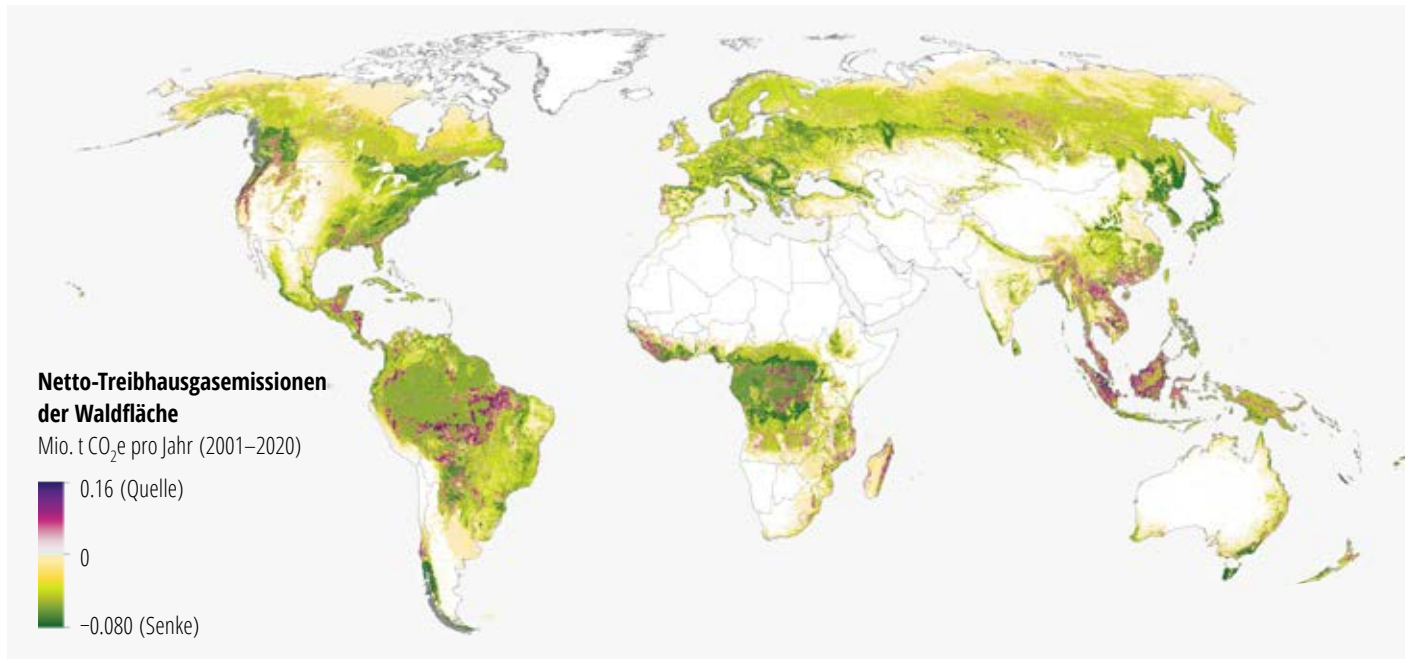


Abbildung 1.2: Netto-Treibhausgasemissionen der Waldfläche

Quelle: Harris et al. 2021

Um diese großen grundlegenden Fragen beantworten zu können, gehen wir folgendermaßen vor:

- » Wir stellen die Herausforderungen für die Wälder in der Gegenwart und Zukunft dar (Kapitel 2).
- » Welchen Wachstumstrends unterliegen die „alten“ und die „neuen“ Holzverwendungsbranchen (Kapitel 3)?
- » Wie viel Holz lässt sich innerhalb der planetaren Grenzen nachhaltig ernten (Kapitel 4)?
- » Wie sehen „Was-wäre-wenn“-Szenarien zukünftiger Versorgungskapazitäten bis 2050 aus (Kapitel 5)?
- » Was sagen die Verbrauchsfußabdrücke Deutschlands aus (Kapitel 6)?
- » Welche Initiativen für einen nachhaltigeren Holzverbrauch gibt es (Kapitel 7)?
- » Was sind unsere Schlussfolgerungen und Kernbotschaften (Kapitel 8)?

Für die Betrachtungen wurden zwei Monitoring-Elemente erarbeitet:

- » Mit den Fußabdrücken „Holznutzungsmenge“ und „Holzverbrauch pro Kopf“ wird gemessen, wie viel Holz in den Ländern bereits heute genutzt wird und in Zukunftsszenarien genutzt werden könnte.
- » Als Maßstab werden Benchmarks (Richtwerte) des globalen „Holzverbrauchs pro Kopf“ und des nachhaltigen globalen Holzeinschlags erstellt, um die Fußabdrücke in die Perspektive der planetaren Grenzen zu setzen.

2. Herausforderungen für die Wälder in der Gegenwart und Zukunft



Trotz massiver Bemühungen vieler Staaten und Naturschutzorganisationen sowie Unterschriften unter internationalen Abkommen und Vereinbarungen: Wir sind noch immer weit davon entfernt, die Entwaldung und Waldschädigung bis 2030 zu stoppen.

Rund 140 Staaten haben im Jahr 2021 auf der Klimakonferenz in Glasgow ihr Engagement für die Eindämmung und Umkehrung des Waldverlustes und der Waldschädigung bekräftigt. Trotz massiver Bemühungen vieler Staaten und Naturschutzorganisationen sowie Unterschriften unter internationalen Abkommen und Vereinbarungen: Wir sind noch immer weit davon entfernt, die Entwaldung und Waldschädigung bis 2030 zu stoppen.

Zugleich verschlechtert sich der Gesundheitszustand der Wälder in gravierender Weise. Nur 40 Prozent der Wälder der Erde verfügen über eine sogenannte „hohe Integrität auf Landschaftsebene“.[1] Bereits in mehr als 70 Prozent der Wälder sind es maximal ein Kilometer bis zur Grenze einer anderen Landnutzungsform.[2] Infrastrukturmaßnahmen ebnen den Weg für weitere Waldschädigung und Entwaldung. Die Bewirtschaftungsweise der Wälder und die Intensität der Holzentnahme entscheiden maßgeblich über Wohl und Wehe der Wälder.[238, 239, 240]

Wiederherstellung von Waldlandschaften und Holzplantagen

Viele Staaten haben sich dazu verpflichtet, Waldlandschaften wiederherzustellen und Bäume zu pflanzen, beispielsweise die Bonn Challenge. Tatsächlich können Kraftanstrengungen für die Wiederbewaldung einen Wandel herbeiführen. Allerdings entstehen mit der Hälfte der Pflanzungen Monokulturen (Plantagen) auf landwirtschaftlichen Flächen.[3]

Die Holzproduktion sollte jedoch nicht Hauptziel bei der Wiederherstellung von Waldlandschaften sein. Vielmehr sollen wiederhergestellte Waldlandschaften die sozioökonomische Entwicklung wie auch die Biologische Vielfalt befördern und den Klimawandel eindämmen. Monotone, intensiv bewirtschaftete Holzplantagen vermögen das nicht. Es hängt also davon ab, wo, wie und welche Bäume gepflanzt werden.

Bereits jetzt bestehen drei Prozent der weltweiten Forstfläche aus Holzplantagen. Plantagenflächen sind in den letzten zwei Jahrzehnten um fast 40 Prozent gewachsen.[4] Es häufen sich die Nachrichten, dass Plantagen in Hotspots Biologischer Vielfalt vordringen und sie schließlich verdrängen, mit gravierenden Folgen. Zunehmende Wasserknappheit, Wasserverschmutzung und verminderte Bodenfruchtbarkeit sind häufig dokumentierte Begleiterscheinungen der Plantagenwirtschaft. Doch das muss nicht sein. Fallstudien berichten teilweise von positiver Multifunktionalität auch in Plantagen. Zuletzt kommt es darauf an, wo und wie Wälder erhalten, wie Plantagen angelegt und bewirtschaftet werden.

Box 1: Was sind Primär- und Sekundärwälder sowie gepflanzte Forste und Plantagen?

Primärwälder sind Wälder, die weitestgehend frei von deutlich sichtbaren Spuren menschlicher Aktivitäten sind. In ihnen können sich ökologische Prozesse im Wesentlichen ungestört vollziehen.[4]

Sekundärwälder umfassen ein breites Spektrum von Wäldern, die zur Holzgewinnung genutzt werden. Sie wurden von Chokkalingam und de Jong (2001) definiert als „Wälder, die sich weitgehend durch natürliche Prozesse regenerieren, nachdem der Mensch die ursprüngliche Waldvegetation zu einem einzigen Zeitpunkt oder über einen längeren Zeitraum erheblich gestört hat.“[40] Naturnahe Sekundärwälder weisen, obwohl sie genutzt werden, geringere Unterschiede in Waldstruktur und Baumartenzusammensetzung im Vergleich zu Primärwäldern auf als intensiv bewirtschaftete Sekundärwälder.[40]

Gepflanzte Wälder sind Wälder, die überwiegend aus Bäumen bestehen, die durch Anpflanzung und/oder absichtliche Aussaat entstanden sind.

Plantage: Intensiv bewirtschaftete Baumpflanzung, die zum Zeitpunkt der Pflanzung und der Reife des Bestands alle folgenden Kriterien erfüllt: eine oder zwei Arten, gleichmäßige Altersklassen und regelmäßige Abstände. Plantagen werden heute üblicherweise als eine Unterkategorie von gepflanzten Wäldern angesehen.

1 freie Übersetzung ins Deutsche

Schutzgebiete

Schutzgebiete sind die Eckpfeiler beim Erhalt Biologischer Vielfalt. Paradoxe Weise jedoch gibt es in diesen Gebieten ein hohes Maß an Entwaldung und Walddegradierung. Mit nur etwa 18 Prozent der weltweiten Wälder in Schutzgebieten[4] liegt ihre Abdeckung weit unter dem Niveau, das zum Erreichen der Biodiversitätsziele erforderlich ist. Der tatsächliche Schutz, der bisherigen Schutzgebiete ist zudem nicht so wirksam und umfassend, wie er sein müsste. Das Ziel des Global Biodiversity Framework [115] wie auch der EU-Biodiversitätsstrategie [261] ist es, bis 2030

mindestens 30 Prozent aller globalen Landflächen unter Schutz zu stellen. Dazu beitragen könnten neben den Gebieten mit striktem Schutz auch Gebiete indigener Völker und lokaler Gemeinschaften, die sich bereits um den Erhalt der Wälder verdient gemacht haben.

Grundsätzlich notwendig ist die globale Anerkennung der besonderen Schutzbedürftigkeit von Wäldern in Schutzgebieten. Schließlich sind sie ein Rückgrat für deren spezifische Biodiversität. Der Anteil von Waldschutzgebieten steigt bisher zu langsam an, und die, die bereits bestehen, sind oft nicht ausreichend geschützt.



© Shutterstock/MarkFoxPhoto

Waldsterben 2.0

Zusätzlich zur allgemeinen Verschlechterung des Waldzustandes haben jüngst Intensität und Ausmaß von Waldbränden und Schädlingsbefall in vielen Ländern Rekorde gebrochen. Hinzu kommt eine bisher unbekannte Häufung von Wetterextremen.

Das alles schädigt nicht nur die Ökosystemleistungen und die Gesundheit der Wälder, sondern zieht auch die Holzwirtschaft in Mitleidenschaft. Kurzfristig entsteht dann ein Überangebot, das die Holzmärkte mit Schadholz überschwemmt (Abbildung 2.1). Das wiederum verzerrt die Holzpreise. Im Nachgang zu diesen Kalamitäten kann es nötig sein, die Erntequoten zu reduzieren.[120, 129]

Mittel- bis langfristig brauchen die Wälder mit angepassten nachhaltigen Nutzungsmengen vor allem Zeit, um sich zu erholen.

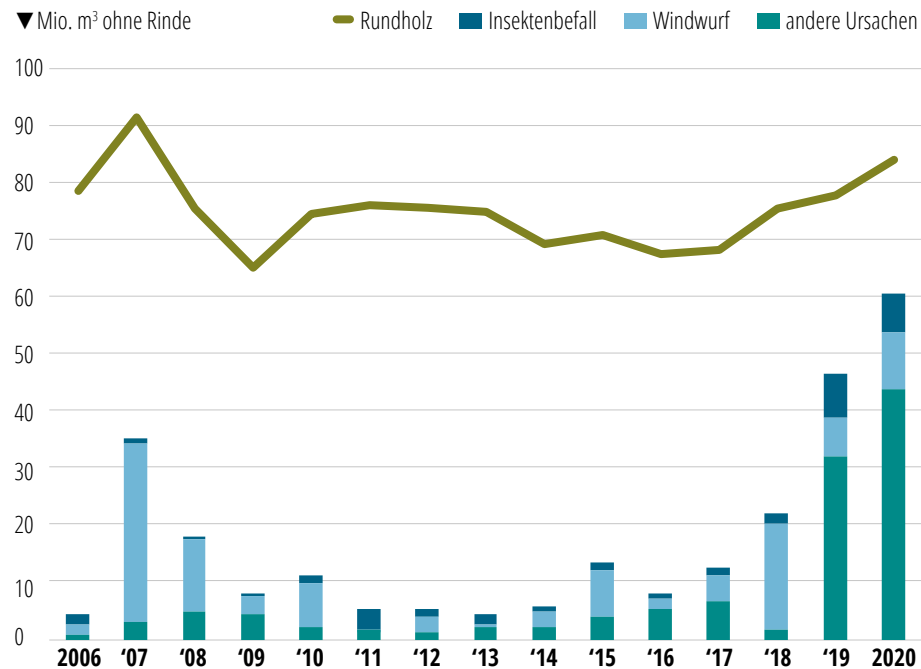


Abbildung 2.1:
Vergleich des Aufkommens sog. Kalamitätsholzes mit der Menge der Rundholzproduktion in Deutschland von 2006–2020

Quelle: „Kalamitätsdaten“ von Destatis [56] und Produktionsdaten vom Thünen-Institut [57]



© IMAGO/Jochem Tack

3. Welchen Wachstumstrends unterliegen die „alten“ und die „neuen“ Holzverwendungsbranchen?



Die globale Gesamtholzentnahme (Rundholz ohne Rinde) liegt aktuell bei knapp vier Milliarden Kubikmetern. Diese Menge ist in den vergangenen sechs Jahrzehnten um fast 60 Prozent gestiegen (von 2,5 Milliarden Kubikmetern ohne Rinde im Jahr 1961 auf 3,9 Milliarden ohne Rinde im Jahr 2020, Abbildung 3.1). Etwa die Hälfte des weltweit aus den Wäldern geernteten Holzes wird direkt zum Kochen und Heizen verwendet (Energieholz), während die andere Hälfte für industrielle Zwecke (Industrieholz) wie z. B. Zellstoff, Papier, Schnittholz, Chemikalien, Holzverbundstoffe

verwendet wird. Warum, welches und wie viel Holz verbraucht wird, ist sehr verschieden. Die Europäer zum Beispiel verbrauchen fast doppelt so viel wie die Weltbevölkerung im Durchschnitt.[5] Die überwiegende Mehrheit des Holzeinschlags in Afrika, Asien und Südamerika dient der Gewinnung von Brenn- und Feuerholz, während fast 90 Prozent des Einschlags in Nordamerika und 80 Prozent in Europa industriellen Zwecken dienen.

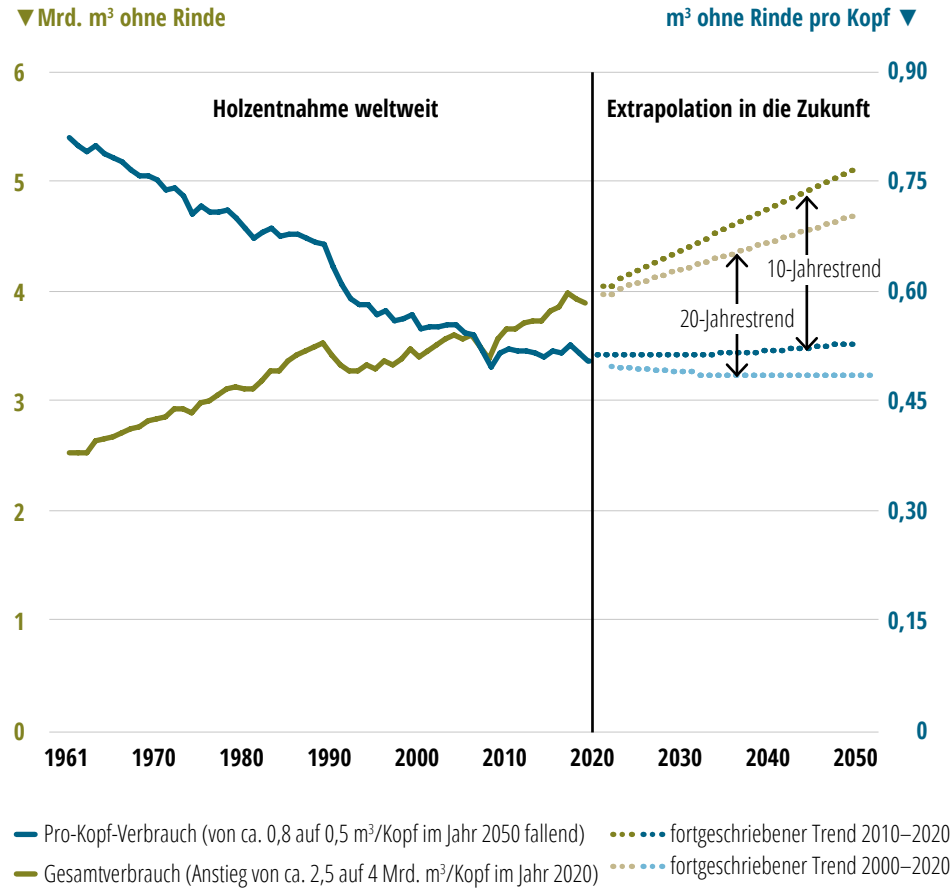


Abbildung 3.1:
Weltweite Holzentnahme und Pro-Kopf-Verbrauchsentwicklung, 1961–2050

Quelle: Statistik von FAOSTAT zur globalen Holzentnahme (ohne Rinde) und der Weltbevölkerungsprognose der UN (mittlere Variante)

Anmerkung: Auf globaler Ebene entspricht die jährliche Holzentnahme dem jährlichen Verbrauch.



In der EU macht die Bioenergie derzeit etwa 60 Prozent der erneuerbaren Energieerzeugung aus. Dabei handelt es sich größtenteils um Holz.

Holz als Energieträger

In Ländern mit hohem Verbrauch wird Holz als Alternative zu fossilen Brennstoffen finanziell gefördert. In der EU macht die Bioenergie derzeit etwa 60 Prozent der erneuerbaren Energieerzeugung aus. Dabei handelt es sich größtenteils um Holz. Etwa 60 Prozent der Biomasse für die Energieerzeugung sind holzbasiert.[162] Im Jahr 2016 war der Anteil der aus der Forstwirtschaft stammenden Energien bereits höher, als es die Hochrechnungen des Nationalen Aktionsplans für Erneuerbare Energien (NAEE) für 2020 vorgesehen hatten.

Zur Beantwortung der Frage, was wir unseren Wäldern überhaupt alles abverlangen können, müssen wir die Überlegungen in einen Maßstab rücken. Dies zeigt sich in einem vereinfachten Gedankenexperiment: Wie viele Wälder wären nötig, um 100 Prozent des weltweiten Energiebedarfs zu decken? Antwort: Wir müssten fast

Beim den derzeitigen Verbrauchsmengen an Energie ist der Ersatz fossiler Brennstoffe durch Biomasse überhaupt keine Option.



Kraftwerk Drax – auf Holzbiomasse umgestelltes Kohlekraftwerk

© iStock/Getty Images

alle Wälder der Welt abholzen, um den Energiebedarf nur eines einzigen Jahres zu decken. Ab dem zweiten Jahr müssten wir bereits weitgehend auf die Holznutzung verzichten, da es kaum mehr nutzbare Wälder gäbe. Eine ähnliche Betrachtung des Konsumlevels zeigt auf, dass eine Verdoppelung der kommerziellen Holzernte erforderlich wäre, um nur zwei Prozent des weltweiten Energiebedarfs dauerhaft aus Holz zu decken. Beim den derzeitigen Verbrauchsmengen an Energie ist der Ersatz fossiler Brennstoffe durch Biomasse also überhaupt keine Option.

2021 kam die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) zu der Einschätzung, dass die Bioenergie insgesamt (Energiepflanzen, Holz, biogene Rest- und Abfallstoffe) potenziell rund 23 Prozent des gesamten Energiebedarfs in Deutschland im Jahr 2050 befriedigen könnte.[19] Etwa drei Prozent des Gesamtbedarfs ließen sich durch energetisch genutztes Holz decken, so die Schätzung. 2016 ging man davon aus, dass die Forstwirtschaft im Jahr 2050 potenziell zehn Prozent der in Deutschland nachgefragten Energie bereitstellen könnte.[171]

Wissenschaft und Umweltorganisationen verweisen darauf, dass erstens die Verbrennung von Holz kurzfristig mehr CO₂ ausstößt als die Verbrennung von Kohle, dass zweitens die Biologische Vielfalt und die Ökosystemleistungen der Wälder mit dem verschwenderischen Energieverzehr der „reichen“ Ländern verloren gehen und dass drittens Subventionen besser in effektive Innovationen und nachhaltige Lösungen fließen sollten statt in diese Art „erneuerbarer Energie“.

Die größten Wachstumserwartungen ruhen auf innovativen Holzwerkstoffen im Bauwesen, auf Zellstoff für Textilien sowie auf neuen Anwendungen für Biokunststoffe und Chemikalien. Diese Sektoren sind zwar vom Volumen her noch klein, erfreuen sich aber wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung eines hohen Investitionsniveaus.

Holz als Baustoff

Die Märkte für Holzprodukte expandieren über die energetische Nutzung hinaus. Die weltweite Produktion von Holzwerkstoffen für den Bausektor und den Möbelbau ist seit den 1960er-Jahren um fast das 15-Fache gestiegen. Auch die Produktion von Schnittholz, die mit dem Baugewerbe verbunden ist, hat in den letzten zehn Jahren zugenommen (Abbildung 3.2).

Das Bauen mit Holz ist ein Wachstumsmarkt mit hoher Nachfrage nach Nadelholz.



© iStock/Getty Images

Im Jahr 2021 führte ein Preisanstieg von bis zu 700 Prozent [6] in Verbindung mit einem Boom im Wohnungsbau insbesondere in den USA dazu, dass Bauholz immens nachgefragt und entsprechend teuer wurde. Dies ließ bereits erkennen, wie sich die Verfügbarkeit von Holz durch Veränderungen eines Sektors deutlich verändern kann. Würden wir in Deutschland alle mit Holz bauen, würde kaum mehr inländisches Holz für die anderen Sektoren zur Verfügung stehen.

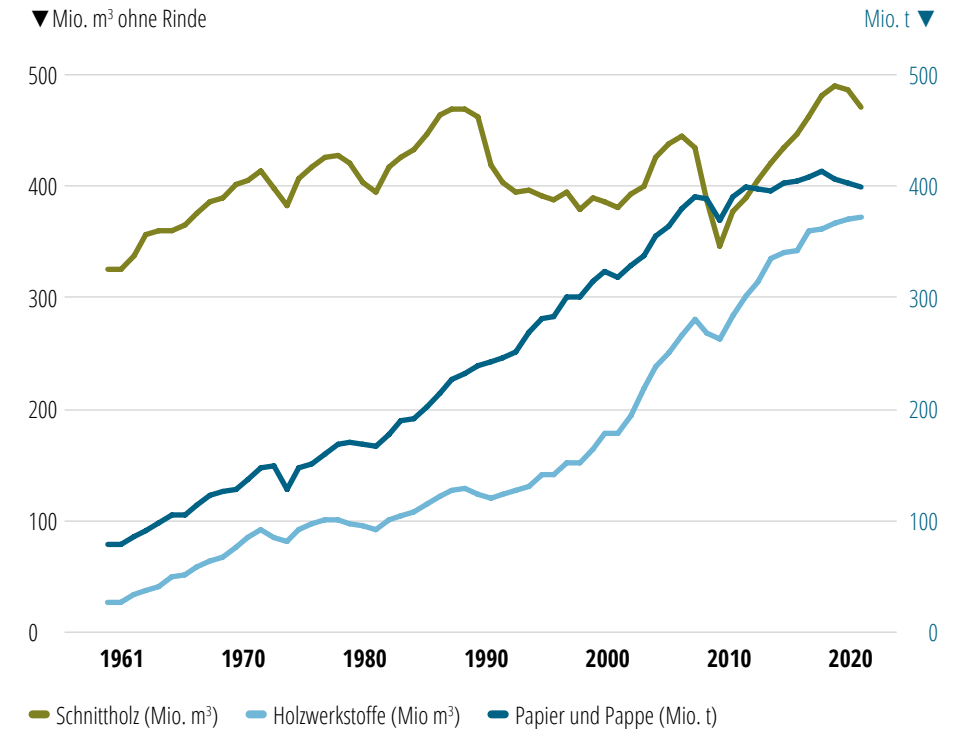


Abbildung 3.2:
Globale Entwicklung der Produktion von Schnittholz, Holzwerkstoffen sowie Papier und Pappe, 1961–2020

Quelle: FAOSTAT-Statistiken zur weltweiten industriellen Rundholzproduktion (ohne Rinde)

Der Papier- und Pappesektor verbraucht mit steigender Tendenz etwa 40 Prozent des industriell geernteten Holzes – eine Folge des elektronischen Bestellwesens.

Holz in der Papier- und Pappeproduktion

Der Papier- und Pappesektor verbraucht bereits heute etwa 40 Prozent des industriell geernteten Holzes (d. h. ca. 20 Prozent des weltweiten Holzaufkommens). Weiteres Wachstum wird vorausgesagt (Abbildung 3.3). Zwar sinkt mit der Digitalisierung die weltweite Produktion von Druck- und Zeitungspapier, aber die von Verpackung nimmt zu. Dies ist weitgehend eine Folge des vermehrten Einkaufs im Internet. Verpackungen dominieren mit bereits fast 60 Prozent den gesamten Papierverbrauch. Für 2050 wird vorausgesagt, dass sich der Verbrauch von 2010 bis 2050 auf fast 800 Millionen Tonnen verdoppeln wird.[14, 15]

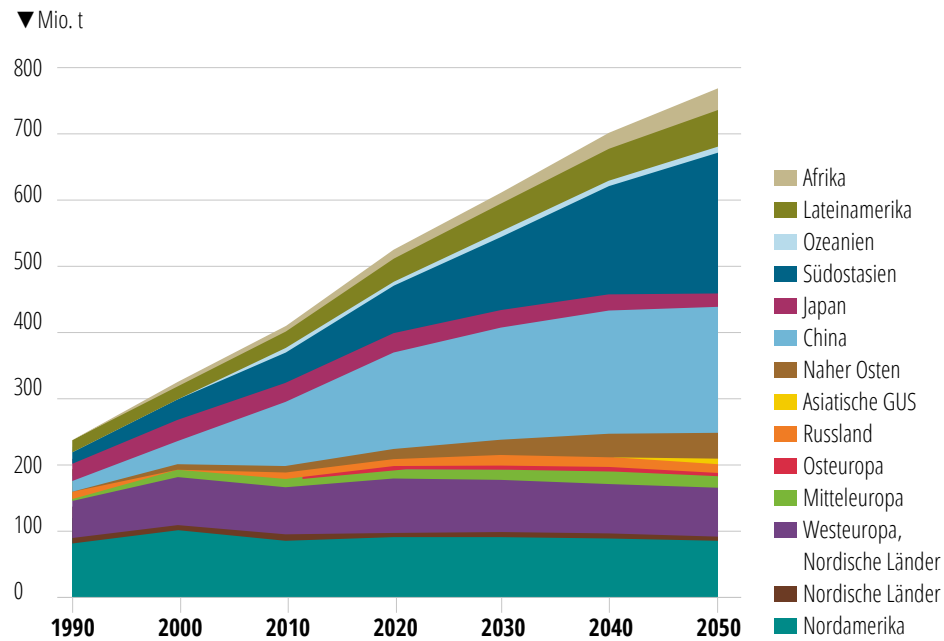


Abbildung 3.3:
Papier- und Pappeverbrauch nach Regionen 1990–2010 und Verbrauchsszenarien bis 2050

(Asiatische GUS = Gemeinschaft unabhängiger Staaten Asiens)

Quelle: basierend auf CEPI 2011 [14] und FAO (2011) [15]



© iStock/Getty Images

Holzbasierte Biokunststoffe als „umweltfreundliche“ Alternativen zu Kunststoffen

Jährlich werden über 400 Millionen Tonnen Kunststoff hergestellt, wobei mehr als 90 Prozent aus fossilen Rohstoffen stammen. Prognosen zufolge wird der Sektor bis 2050 auf 1,1 Gigatonnen anwachsen. Das würde 20 Prozent des gesamten Ölverbrauchs und 15 Prozent des globalen jährlichen Kohlenstoffhaushalts entsprechen.[198] Biokunststoffe stehen im Ruf, eine „umweltfreundliche“ Alternative zu Kunststoffen auf fossiler Basis zu sein.[202] Einige Biokunststoffe sind auch biologisch abbaubar. Dies jedoch macht Biokunststoffe nicht „automatisch“ nachhaltig.

In der Holzwirtschaft sieht man deren zukünftiges Potenzial insbesondere in industriellen Nebenströmen aus dem Zellstoff- und Papiersektor. „Es ist davon auszugehen, dass bis 2050 wettbewerbsfähige Kunststoffsubstitute auf Zellulosebasis auf dem Markt verfügbar sein werden.“[10] Während fast 50 Prozent der Biokunststoffe in Asien hergestellt werden, befinden sich die Unternehmen, die in holzbasierte Biokunststoffe investieren, hauptsächlich in Europa (z. B. Finnland, Großbritannien, Belgien, Niederlande) und in Nordamerika.[38]



Bisher bestehen nur rund 0,5 Prozent der Verpackungen aus Bioplastik. Der Anteil wird in der nahen Zukunft schnell ansteigen.

© iStock/Getty Images

Holz für Textilien

Der Markt für zellulosehaltige Chemiefasern ist in den letzten zehn Jahren gewachsen. Diese Fasern werden meist aus Holz hergestellt und umfassen traditionell Stoffe wie Viskose. Darüber hinaus sind neue Materialien – wie Lyocell und Tencel™ – für einen Großteil des Sektorwachstums der letzten Zeit verantwortlich.

Während 2019 etwa sieben Prozent des globalen Textilmarktes auf Holzfasern basierten, übertraf das Wachstum die vergleichbaren Märkte. Die weltweite Produktion von Faserzellstoff wuchs zwischen 2000 und 2018 jährlich um rund 6,3 Prozent und überstieg damit die klassischen Märkte, denn das jährliche Wachstum der Baumwollproduktion lag im selben Zeitraum bei rund 1,3 Prozent und das der chemischen Textilfasern bei rund 5,1 Prozent.[16]

Wenn sich die derzeitigen Wachstumstrends fortsetzen – und sich der Verbrauch von Frischfasern für Papier, Verpackungen usw. mit den gleichen Verbrauchsraten weiterentwickelt –, könnten die expandierenden Holzplantagen den Wald noch schneller verdrängen – es sei denn, Verringerungen in anderen Sektoren „machen Platz“ für solche „neuen“ Produkte.



© Unsplash

Wachsende Globalisierung der Industrieholznutzung

Holzverbrauch, globalisierte Lieferketten und Verlagerungseffekte sind mit Waldverlust und -degradierung eng verknüpft. Der weltweite Handel hat sich in den letzten Jahrzehnten beschleunigt und globalisiert. Die Herstellung von Holzprodukten wurde über die Lieferketten hinweg räumlich stärker getrennt. Bei Industrierundholz hat der Handelsanstieg die Produktionssteigerung übertroffen: Die weltweiten Exporte von Industrierundholz sind zwischen 1990 und 2018 um mehr als 60 Prozent gestiegen, während der Holzeinschlag im gleichen Zeitraum um 15 Prozent zugenom-

Die weltweiten Exporte von Industrierundholz sind zwischen 1990 und 2018 um mehr als 60 Prozent gestiegen.

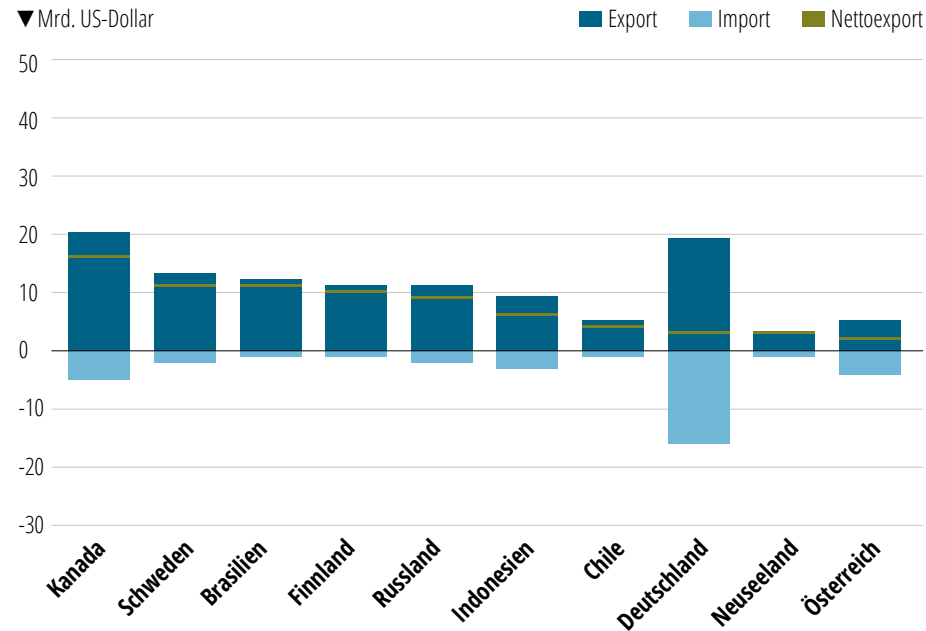


Abbildung 3.4: Die 10 größten Nettoexportländer für Holzprodukte 2020, nach finanziellem Wert

Quelle: FAOSTAT; Zugriff 20. November 2021

Anmerkung: Nettoexporte und Nettoimporte sind als olivegrüne Linie eingetragen.

men hat.[7] Die Einfuhren nach China waren der wichtigste Faktor für diesen Trend (Abbildung 3.5). China importierte im Jahr 2020 Forstprodukte im Wert von rund 45 Milliarden US-Dollar. Deutschland spielt eine wichtige Rolle auf den globalen Märkten mit einem hohen Anteil an Exporten (ca. 20 Milliarden US-Dollar im Jahr 2020) und Importen (mehr als 16 Milliarden US-Dollar im Jahr 2020, Abbildung 3.4). Der Handel mit Möbeln ist ein gutes Beispiel für die zunehmende Globalisierung. Schätzungen zufolge werden 30 Prozent der weltweiten Möbelproduktion international gehandelt (der größte Importeur sind die USA, gefolgt von Deutschland), während die Möbelproduktion in kostengünstigere Regionen abgewandert ist.[8]

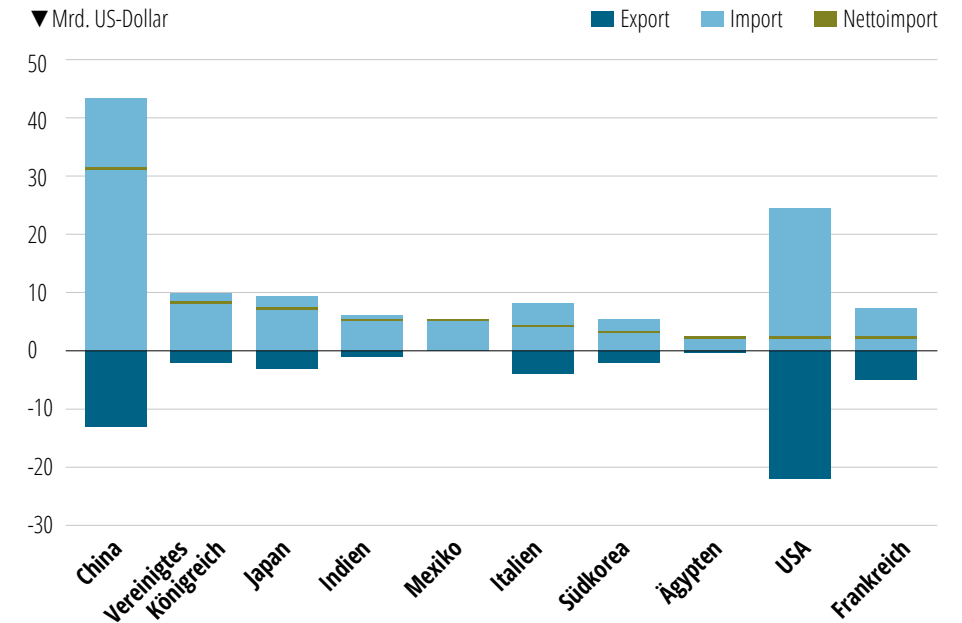


Abbildung 3.5: Die 10 größten Nettoimportländer für Holzprodukte 2020, nach finanziellem Wert

Mit Holzeinschlag und -handel verbundene Kriminalität

Umweltkriminalität, insbesondere der illegale Holzeinschlag und der Handel mit dessen Produkten, untergräbt die Bemühungen um eine nachhaltige Waldbewirtschaftung massiv (Abbildung 3.6). Potenziell stammt bis zu fast einem Drittel des weltweit gehandelten Holzes aus illegalen Quellen. Es besteht ein gravierendes Missverhältnis zwischen den Mitteln, die die Regierungen für die Bekämpfung der Umweltkriminalität und des illegalen Holzeinschlags aufwenden, und den damit erzielten Gewinnen. Monetär betrachtet ist Umweltkriminalität der drittgrößte Kriminalitätssektor der Welt (nach Fälschungen und Drogenhandel). Illegale forstwirtschaftliche Aktivitäten machen den weitaus größten Teil davon aus. Die Verbrechen reichen vom unerlaubten Holzeinschlag bis zur Organisierten Kriminalität mit Verbindungen zu terroristischen Gruppen. Der illegale Holzeinschlag und -handel wird wirtschaftlich auf 51 bis 152 Milliarden US-Dollar jährlich geschätzt.[9] Die steigende Nachfrage nach Holz und holzbasierten Produkten bietet einen zusätzlichen Anreiz für illegales Tun und stellt eine zunehmende Bedrohung für die Wälder dar.

Der wirtschaftliche Schaden von illegalem Holzeinschlag und -handel wird auf jährlich **51–152 Mrd. USD** geschätzt.^a



15–30 % der weltweit gehandelten Holzmenge werden nach Schätzungen illegal geerntet.^b



Umweltkriminalität im Wald ist direkt für **50–90 %** des gesamten Holzeinschlags und der Abholzung von tropischen Wäldern verantwortlich.^c



Abbildung 3.6:
Das Ausmaß von Umweltkriminalität im Wald: illegaler Holzeinschlag und -handel

Quellen: a) Nellemann 2016 [9], b) Nellemann 2012 [147], c) Nellemann et al. 2020 [23]

Richtwerte zur Risikodefinition (Benchmarks)

Richtwerte (Benchmarks) können als praktische, robuste und sozialverträgliche Risikodefinitionen helfen, eine sinnvolle Debatte mitzugestalten. Ein Richtwert zeigt, wie viel Holz unter nachhaltigen Bewirtschaftungsbedingungen zur Verfügung steht. Dies unterstreicht die Tatsache, dass Holz, das direkt aus dem Wald gewonnen wird, eine begrenzte Ressource ist und seine Verwendungen priorisiert werden müssen. Das Verbrennen von frisch geerntetem Holz ist dafür ein anschauliches Beispiel. Denn Verbrennung ist eben keine sinnvolle Nutzung einer begrenzten Ressource, zumal bei der Verfeuerung viel klimaschädlicher Kohlenstoff freigesetzt wird, der bei einer stofflichen Nutzung gebunden bleibt und außerdem in einer Kaskade mehrfach genutzt werden kann.



© IMAGO/blickwinkel

Zwischenfazit: Die Nachfrage nach Holz steigt

Verbrauchsszenarien bis ins Jahr 2050 weisen darauf hin (Abbildung 3.7), dass die Märkte für Holzprodukte deutlich wachsen könnten. Dieses Wachstum wird wohl nicht überall gleich sein. Ein Modell zeigt, dass der Pro-Kopf-Verbrauch in den tropischen Ländern Afrikas südlich der Sahara und in Südasien 2050 um das Siebenfache niedriger sein wird als in den Ländern der gemäßigten Zone Europas und Nordamerikas.[10] Die Verbrauchsszenarien zeigen auch, dass die Märkte mit Holz in Ländern mit hohem Energieverbrauch deutlich größer werden könnten und sich das Potenzial für eine nachhaltigere Versorgung mit Industrieprodukten aus Holz

womöglich verkleinert. Die politischen Entscheidungsträger müssen in „Hochkonsum“-Ländern wie Deutschland die Nutzung von Holz nach Verwendungsarten und Produktlanglebigkeit priorisieren. Die Verbrennung von frisch geschlagenem Holz ist beispielsweise die schlechteste Nutzungsoption. Dadurch steigen die Emissionen kurz- bis mittelfristig, während die stoffliche Nutzung Kohlenstoff speichern würde. Somit sind national festgelegte Kriterien erforderlich, um die Verwendung von Holz für energetische Zwecke, insbesondere für die Stromerzeugung, zu begrenzen.[172] Holzprodukte könnten nur dann Energie liefern, wenn zuvor die Möglichkeiten der Wiederverwendung und des Recyclings ausgeschöpft wurden (siehe „Kaskaden und Wiederverwendung“ in Abbildung 7.1).

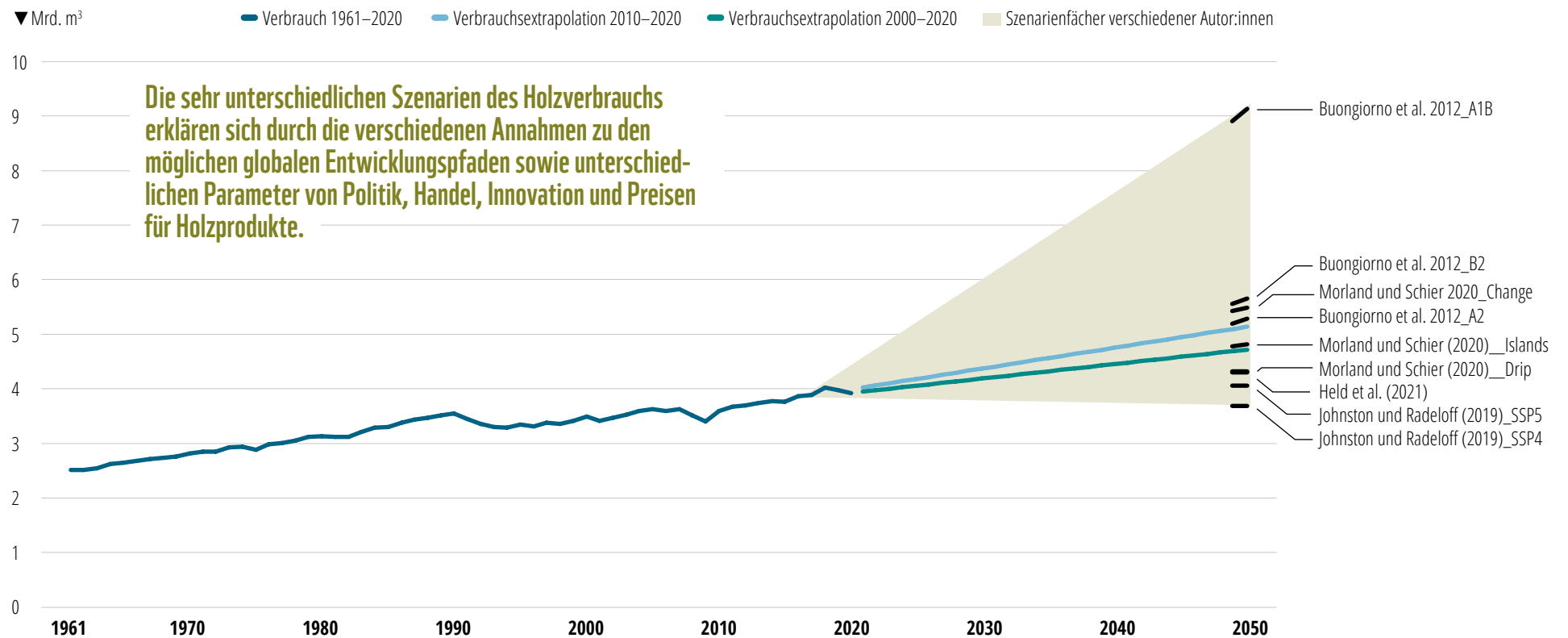
Die politischen Entscheidungsträger müssen in „Hochkonsum“-Ländern wie Deutschland die Nutzung von Holz nach Verwendungsarten und Produktlanglebigkeit priorisieren.

Abbildung 3.7:
Vergleich globaler Verbrauchsszenarien und -trends, 1961–2050

Quellen: Verbrauchsdaten und lineare Trendextrapolationen auf der Grundlage von FAOSTAT. Dargestellt werden lineare Extrapolationen des 10-Jahres- und 20-Jahres-Trends zwischen 2010 und 2020 sowie 2000 und 2020

Weitere Quellen: Buongiorno et al. (2012) [143], mit IPCC-Szenarien A1B, A2, B2, Morland und Schier (2020) [144], Johnston und Radeloff (2019) [135] mit den Szenarien SSP4, SSP5, Held et al. (2021) [10]

Anmerkung: Diese Abbildung zeigt die Endpunkte mehrerer Szenarien für das Jahr 2050. Jedoch können diese Szenarien von unterschiedlichen Basisjahren ausgehen, z. B. für 2015 von [10], [135]. Zudem enden die Studien [143] und [135] zu unterschiedlichen Zeitpunkten (im Jahr 2060 bzw. 2065). Zur Einschätzung der Ergebnisse im Jahr 2050 werden die Wachstumsraten im Jahresdurchschnitt, zwischen den Anfangs- und Endpunkten, linear interpoliert. Alle Studien basieren auf dem „Global Forest Products Model“ [143].



Eine Frage der Verbrauchsmenge? Potenzielle Umweltvorteile und -auswirkungen auf der Makroebene hängen von der Gesamtnachfrage nach Holz ab. Untersucht man nur einzelne Branchen und deren Holzprodukte, findet man womöglich gute Hinweise auf lebenszyklusweite Vorteile der Substitution. Dies gilt insbesondere für den Bausektor, wo z. B. Beton energie- und ressourcenintensiv hergestellt wird. Die Verwendung von Holz, insbesondere von neuen Holzwerkstoffen mit starken

strukturellen Eigenschaften, ist im Allgemeinen weniger kohlenstoffintensiv und eine attraktive Innovation. Das hängt jedoch davon ab, wie viel Holz verwendet wird. Angesichts des aktuellen Verbrauchsmusters können nicht alle künftigen Gebäude in Europa aus Holz gebaut werden, ohne zugleich die Wälder als Klimaschützer und Hort Biologischer Vielfalt in Mitleidenschaft zu ziehen.

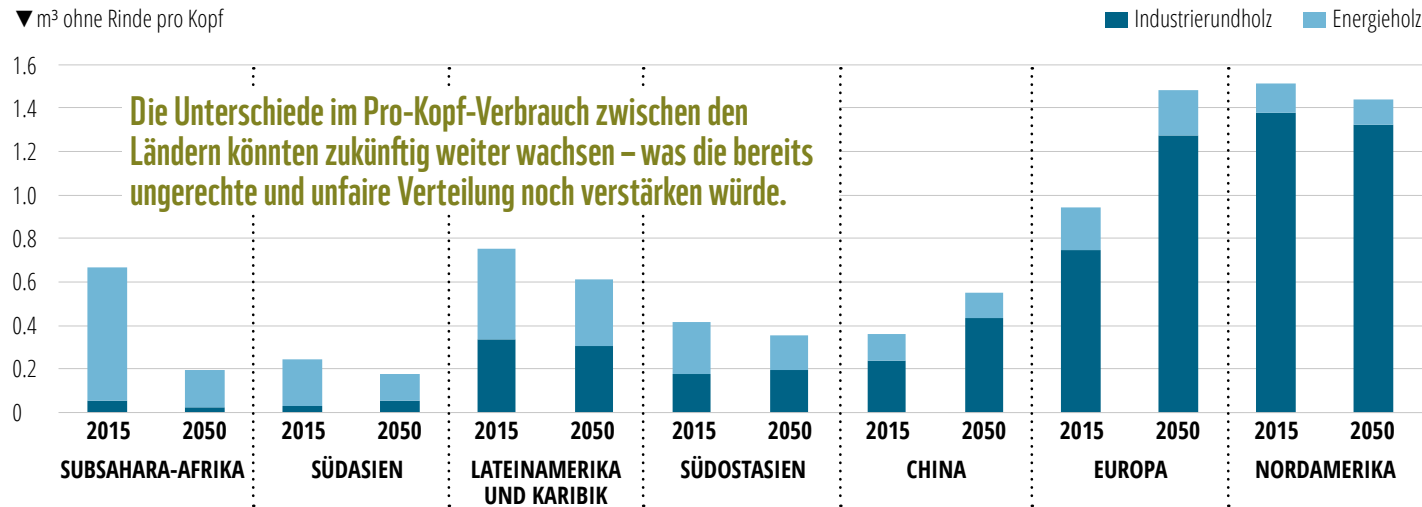


Abbildung 3.8:
Pro-Kopf-Verbrauch von Industrierundholz und Energieholz ausgewählter Weltregionen in 2015 und 2050 (Szenario)

Quelle: Held et al. (2021) [10] basierend auf dem „Global Products Forest Model“, von den Autor:innen korrigiert

Anmerkungen: Das Modell basiert auf dem IPCC-Szenario „Shared Socio-economic Pathway“ (SSP)2, das bis 2050 einen weltweiten Rückgang der Produktion von Brenn- und Energieholz und einen Anstieg von industriellem Rundholz zeigt.

Eine aktualisierte Modellierung mit pessimistischeren BIP-Prognosen führt zu angepassten Ergebnissen zum Energieholzverbrauch in Subsahara-Afrika.

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Energieholz ist immer noch rückläufig, aber nicht so stark wie in Held et al. (2021) (Information auf Basis einer persönlichen Kommunikation mit C. Held in Bezug auf neue Ergebnisse, die im Frühjahr 2022 veröffentlicht werden).



4. Wie viel Holz lässt sich innerhalb der planetaren Grenzen nachhaltig ernten?



Box 2: Richtwerte (Benchmarks)

Richtwerte (Benchmarks) können als praktische, robuste und sozialverträgliche Risikodefinitionen helfen, eine sinnvolle Debatte mitzugestalten. Ein Richtwert zeigt, wie viel Holz unter nachhaltigen Bewirtschaftungsbedingungen zur Verfügung steht. Dies unterstreicht die Tatsache, dass Holz, das direkt aus dem Wald gewonnen wird, eine begrenzte Ressource ist und Prioritäten bei der Verwendung von Holz gesetzt werden müssen. Das Beispiel der Verbrennung von frisch geerntetem Holz ist ein anschauliches Beispiel dafür, dass das Verbrennen keine sinnvolle Nutzung unserer begrenzten Holzmengen darstellt, insbesondere im Hinblick auf die Tatsache, dass bei der Verbrennung von Holz viel klimaschädlicher Kohlenstoff freigesetzt wird, während er bei der stofflichen Nutzung gebunden bleibt.

Beim globalen nachhaltigen Waldmanagement geht es insbesondere darum, ein Gleichgewicht zwischen ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Zielen zu finden. Ein Teil dieses Gleichgewichts besteht darin, den Eigenwert und die Ökosystemleistungen des Waldes, insbesondere Biodiversitäts- und Klimaschutzleistungen, als elementare Werte anzuerkennen.

In Neuseeland zum Beispiel hat man einem Wald eigene Gesetzesrechte zugestanden, da die Maori der Ansicht sind, dass Wald nicht zu menschlichem Eigentum werden könne. In Deutschland gibt es wie in anderen Ländern Gesetze, die den Schutz des Lebensraumes und der natürlichen Lebensgrundlagen für Tiere und Pflanzen vorschreiben. Es besteht wissenschaftlicher Konsens darüber, dass die Anzahl von Primärwäldern (vgl. Kapitel 1) auf der Erde nicht kleiner werden dürfe und Wälder in Schutzgebieten nicht oder sehr extensiv bewirtschaftet werden sollten. Auf der darüber hinausgehenden Waldfläche sollte nur nachhaltige Holznutzung praktiziert werden. Diese muss auf anspruchsvollen Mindeststandards basieren.

An anderer Stelle wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Verbrauch einen Richtwert, einen Benchmark benötigt. Denn die Auswirkungen des übermäßigen Konsums gehen über die Landesgrenzen hinaus und verlagern sich zunehmend in andere Länder, sodass die Betrachtung der nationalen Waldbewirtschaftung nur einen Ausschnitt des globalisierten Holzmarkts erfasst. Holzeinfuhren verschieben gewissermaßen die Auswirkungen (wie Fragmentierung, Degradierung, Entwaldung, Umweltkriminalität, schlechte Arbeitsbedingungen, soziale Ungleichgewichte etc.) zwischen den Orten des Verbrauchs und den Orten der Ernte und Produktion. Dies ist insbesondere bei Rindfleisch, Palmöl, Sojabohnen und eben auch bei Holzprodukten bereits der Fall.[31–34]

Um das Verbrauchsniveau in den Rahmen der planetaren Grenzen rücken zu können, stellen wir in den nächsten drei Abschnitten die Arbeitsschritte für die Ermittlung eines Richtwertes für nachhaltige Holzkapazitäten dar.



Te Urewera hat eigene Gesetzesrechte für Vorsorge und seinen Erhalt im Neuseeländischen Gesetz Te Urewera Act 2014, Public Act 2014 No 51 festgeschrieben bekommen.

© IMAGO/imagobroker



Großflächige und mosaikartige Wiederherstellung von Waldlandschaften (schematische Darstellung)

Box 3: Was ist ein für die Holzversorgung verfügbarer Wald (FAWS)?

FAWS wurde von den Vereinten Nationen (2000) definiert als „Wald, in dem rechtliche, wirtschaftliche [z. B. Zugang] oder spezifische Umweltbeschränkungen keine wesentlichen Auswirkungen auf die Holzernte haben. [Dazu gehören auch Gebiete, in denen trotz fehlender Einschränkungen keine Holzernte stattfindet.]“ [265]

Soziale Beschränkungen für Waldgebiete, wie z. B. indigene oder kulturelle Stätten, sollten in Zukunft ebenfalls in die Definition einbezogen werden. Siehe auch [266] für weitere Überlegungen zu dieser Definition.

2 freie Übersetzung ins Deutsche

Wie viel Wald steht für die Holzversorgung zur Verfügung (FAWS)?

Durch Kombination von (a) statistischen Daten des Global Forest Resource Assessment 2020 [4], (b) räumlich expliziten Landbedeckungskarten [22] und (c) nationalen Quellen haben wir ermittelt, dass fast die Hälfte (ca. 46 Prozent) der globalen Waldfläche der Holzversorgung (FAWS) dient (Abbildung 4.1). Dabei handelt es sich um Produktionswälder (wie in den Länderberichten ausgewiesen oder auf Satellitenbildern als „genutzt“ dargestellt) und um Plantagen. Unberücksichtigt bleiben geschützte Wälder und Primärwälder, die für den Erhalt Biologischer Vielfalt und die Eindämmung des Klimawandels benötigt werden.

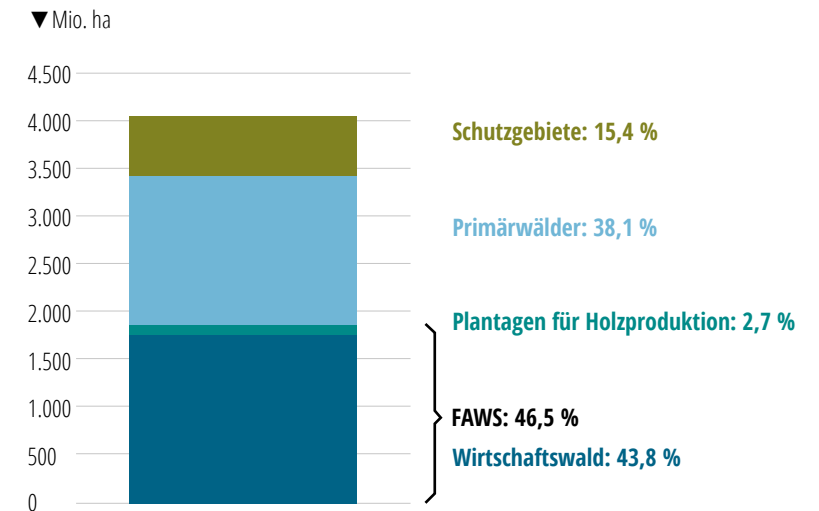


Abbildung 4.1: Globale Aufteilung der Forst- und Waldnutzungsformen sowie ihre Zuordnung zu FAWS, dem Waldflächenpotenzial für Holznutzung

Anmerkung: Der Gesamtanteil der geschützten Wälder und Plantagen in der Abbildung weicht von den Angaben des FAO Forest Resource Assessment (2020) ab, da die Bewertungsansätze auf unterschiedlichen Gesamtschätzungen der Waldfläche (Fernerkundung versus Länderberichte) beruhen. „Schutzgebiete“ umfassen streng geschützte Wälder der IUCN-Klassifizierungen und sind von den FAWS ausgeschlossen, während einige geschützte Gebiete mit integrierter Bewirtschaftung in FAWS enthalten sein können (z. B. viele Natura-2000-Schutzgebiete in der EU, siehe Abschnitt 2.4 der Langfassung unter wwf.de/everything-from-wood).

Wie wird der Zuwachs an Wald und Plantagen ermittelt?

Für eine ausschließliche Betrachtung allein des Zuwachses an Holz bedienen wir uns der Größe des sogenannten jährlichen Nettozuwachses (NAI; net annual increment). Der NAI wird als Indikator für das Waldwachstum natürlicher Wälder verwendet. Er ist definiert als „durchschnittliches jährliches Volumen des Bruttozuwachses während des gegebenen Bezugszeitraums abzüglich der natürlichen Verluste an allen Bäumen, gemessen an den landesspezifischen Mindestdurchmessern [29, 268, 278, 279], wie sie für ‚wachsende Bestände‘ definiert sind.“[276] Natürliche Verluste umfassen Aspekte wie Feuer, Krankheiten, Schädlinge und Trockenheit.[131] Die Einheit des NAI ist in Kubikmeter pro Hektar und Jahr angegeben.

Der jährliche Nettozuwachs (NAI) wurde auf Grundlage der besten Statistiken geschätzt, die für jedes Land verfügbar sind. Berechnet wurde unser globaler durchschnittlicher NAI auf 2,5 Kubikmeter pro Hektar und Jahr für Produktionswälder (Mittelwert für den zuwachsarmen borealen Wald bis zum hochproduktiven Wald am Äquator) und der durchschnittliche jährliche Zuwachs auf 9,3 Kubikmeter pro Hektar und Jahr für Plantagen.

Der mittlere jährliche Zuwachs (MAI): Der MAI wird als Indikator für den Waldzuwachs von Plantagen verwendet. Er wird als durchschnittlicher jährlicher Holzmengezuwachs pro Flächeneinheit definiert. Er ist der 100-prozentige Zuwachs des potenziellen Erntevolumens im Rotationsalter pro Hektar geteilt durch das Erntalter (MAI) für Plantagen.[277, 275, 278, 280, 281]

Zur Ermittlung und Bewertung der nachhaltigen Holzkapazitäten der Wirtschaftswälder setzt die vorliegende Studie einen Risikokorridor für Holzentnahmen ein, der von 50 Prozent (geringes Nachhaltigkeitsrisiko) bis 80 Prozent (hohes Nachhaltigkeitsrisiko) des jährlichen Holz-Zuwachses (NAI) reicht.

Welcher Anteil des Zuwachses kann unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten geerntet werden? Berechnung von „Risikokorridoren“

Es besteht die Herausforderung, das an Natur- und Klimaschutz gekoppelte Wohlergehen der Menschheit, mit den Interessen der Forstwirtschaft (Produktion von Holz im Wald) und der Holzwirtschaft (Produktion von holzbasierten Produkten) zu harmonisieren.

Zur Ermittlung und Bewertung der nachhaltigen Holzkapazitäten der Wirtschaftswälder setzt die vorliegende Studie einen Risikokorridor ein: Dieser basiert auf den jährlichen Holzentnahmen aus dem Wald. Der Risikokorridor reicht von Holzentnahmen von 50 Prozent (geringes Nachhaltigkeitsrisiko) bis 80 Prozent (hohes Nachhaltigkeitsrisiko) des jährlichen Holzzuwachses (NAI). Für Plantagen werden 100 Prozent des MAI berechnet.

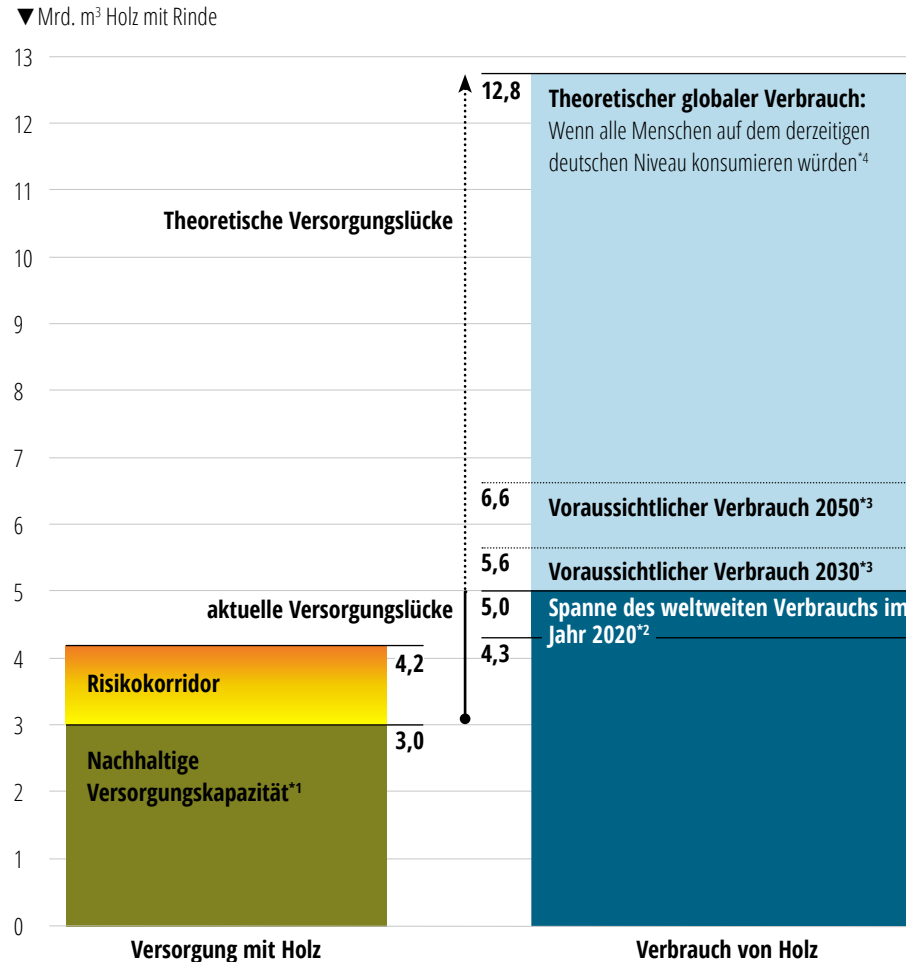
Der Risikokorridor beschreibt auf diese Weise die planetare Grenze des globalen Holzverbrauchs. Die Grenze der Holznutzung mit einem geringen Nachhaltigkeitsrisiko liegt bei drei Milliarden Kubikmetern Holz pro Jahr. Diese Grenzmarkierung macht es möglich, mehrere Ökosystemleistungen zugleich stärker einzubeziehen. Sie entspricht überdies einer bei sinnvoller Verteilung und naturnaher Einschlagsweise ökologisch derzeit eher unbedenklichen Holzkapazität. Die Hochrisikogrenze liegt bei 4,2 Milliarden Kubikmetern mit Rinde. Es handelt sich dabei jedoch um eine mengenbezogene Grenze, die sich in erster Linie auf die Erhaltung des Holzvorrats und der Waldfläche konzentriert und nicht auf den Erhalt der Biologischen Vielfalt und Leistungen, die stabile, resiliente Waldökosysteme bieten können.

Unser Risikokorridor will Richtwerte für das Verbrauchsniveau bereitstellen. Dies kann die gängige Praxis vor Ort, im jeweiligen Land nicht abbilden. Hierfür sind ergänzende Nachhaltigkeitskriterien für Waldzonen erforderlich. Obwohl unser Bericht auf dem besten Datenmaterial beruht, das verfügbar war, sind die Ergebnisse nur ein erster Aufschlag, um eine notwendige Diskussion darüber anzustoßen, wie viel Holzverbrauch global und in Ländern wie Deutschland als nachhaltig und ganzheitlich beansprucht werden kann.

Wo steht das nachhaltige Holzangebot im Vergleich zum aktuellen und zukünftigen Verbrauch?

Der ermittelte Risikokorridor für die globale Holzversorgung liegt, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben und in Abbildung 4.2 gezeigt, zwischen 3,0 und 4,2 Milliarden Kubikmetern Holz mit Rinde bei bis zur Obergrenze stark abnehmender ökologischer Nachhaltigkeit. Allerdings – und das alarmiert – haben wir bereits für

Abbildung 4.2:
Die planetare Grenze des globalen Holzverbrauchs: Vergleich der nachhaltigen^{*1} Versorgungskapazität und des Risikokorridors mit dem Verbrauchsniveau



^{*1} Nachhaltigkeit wird hier in einem Mengenindikator zusammengefasst, was nur einen Aspekt nachhaltiger Forstwirtschaft darstellt. Jedoch können über den Mengenindikator ökologische Aussagen (z. B. zu Totholz, Biodiversität) indirekt abgeleitet werden. Dennoch fehlen Parameter einer vollständigen Nachhaltigkeitsanalyse unter anderem zur Waldstruktur, zum Wasserhaushalt und zur Konnektivität des Waldes.

^{*2} Der globale Verbrauch im Jahr 2020 wird als Spanne dargestellt, um Datenunsicherheiten wie z. B. Anpassungen für Rinden- und Ernteverluste sowie des Anteils an Holz, der von Bäumen außerhalb des Waldes oder illegal geerntet wird, zu illustrieren.

^{*3} Die Werte zum globalen Verbrauch der Jahre 2030 bzw. 2050 stellen die jeweils obersten Grenzen dar. Sie basieren auf einer Extrapolation der historischen Trends des Jahrzehnts 2010–2020.

^{*4} Zur Berechnung des „aktuellen Verbrauchs“ wurde der durchschnittliche Jahresverbrauch in Deutschland zwischen 2015 und 2020 als Referenz zugrunde gelegt, da durch Ausbrüche von Käferbefall im Jahr 2020 die Ernte in Deutschland sprunghaft angestiegen ist.

2020 einen weltweiten Verbrauch von 4,3 bis 5,0 Milliarden Kubikmetern Holz mit Rinde ermittelt. Der Verbrauch zeigt eine Spanne von 0,7 Milliarden Kubikmetern Holz, um mögliche Unsicherheiten der Daten abzubilden, die auf mehrere Faktoren zurückzuführen sind. Darunter Umrechnungswerte (z. B. Anpassungen für Rinden- und Ernteverluste), der Anteil des weltweiten Verbrauchs, der von Bäumen außerhalb des Waldes stammt (z. B. von Straßenrändern und Feldgehölzen) und Unstimmigkeiten in den Statistiken der Länder. Die Menge des Holzes aus illegalen Quellen würde die tatsächlich entnommene Holzmenge nochmals vergrößern. Vergleichen wir den Verbrauch mit dem Angebot, so zeigt sich, dass der Verbrauch die Hochrisikogrenze überschreitet und bereits heute außerhalb der Nachhaltigkeit liegt.

Die planetaren Grenzen nachhaltiger Holznutzung werden bereits heute um drei Prozent (Hochrisikogrenze) bis 67 Prozent (Niedrigrisikogrenze) überschritten, und die Stärke der Übernutzung der Wälder wächst mit zunehmender Nachfrage. Das ist eine Gefahr für unsere Wälder – überall auf der Erde.

Wir wissen, dass andere Studien zu anderen Schlussfolgerungen beim Umfang des Angebots gekommen sind. Diese Studien beruhen erstens auf Annahmen, die sich eng auf die Holzversorgung konzentrieren und eine nachhaltige Waldbewirtschaftung unberücksichtigt lassen. Zweitens stützen andere Untersuchungen ihre optimistischen Annahmen zu den Produktivitätssteigerungen der Wälder auf theoretische Erdsimulationsmodelle, die sich in vielen Fällen nicht mit den Erfahrungen vor Ort decken. Denn Klimaänderungen, Dürre, Brände, Stürme, Schädlingsbefall – all das schwächt, schädigt und zerstört die Wälder in rekordverdächtigem Ausmaß, zusätzlich zu steigenden Nutzungsansprüchen und Waldflächenverknappung.

Es ist höchste Zeit, politischen Entscheidungsträger:innen solide Berechnungen und Erkenntnisse an die Hand zu geben, damit integrierte Strategien entwickelt werden können. Aus heutiger Sicht ist es wahrscheinlich, dass sich die nachhaltige „Lieferfähigkeit“ der Wälder insbesondere durch Klimaerwärmung und Artensterben weiter verringern wird (siehe Kapitel 5).

5. Wie sehen „Was-wäre-wenn“-Szenarien zukünftiger Versorgungskapazitäten bis 2050 aus?



Tabelle 1: Auswirkungen von Was-wäre-wenn-Überlegungen zur Entwicklung des Angebots und des Risikokorridors der nutzbaren Holzmenge im Vergleich zum extrapolierten Verbrauch

SZENARIO-HAUPTPARAMETER	BEGRÜNDUNG FÜR SZENARIO	WAS-WÄRE-WENN-ÜBERLEGUNGEN	AUSWIRKUNGEN AUF DIE NUTZBARE HOLZMENGE DES RISIKOKORRIDORS IM JAHR 2050		VERSORGUNGLÜCKE IM JAHR 2050 ³ (HOLZMENGE MIT RINDE IN MRD. M ³)	
			GERINGES NACHHALTIGKEITSRISIKO ¹	HOHES NACHHALTIGKEITSRISIKO ²	MAXIMAL	MINIMAL
Entwaldung	Erfüllung internationaler Ziele und länderspezifischer Verpflichtungen zum Stopp der Entwaldung	Entwaldung wurde ab 2021 gestoppt	0	0	3,6	1,4
		Stopp der Entwaldung ab 2030 unter der Annahme, dass der Anteil der FAWS aus dem Jahr 2020 gleich bleibt	-3,2 %	-3,7 %	3,7	1,6
		Kein Entwaldungsstopp (Trend-Extrapolation der Entwaldung) unter der Annahme, dass der Anteil der FAWS aus dem Jahr 2020 gleich bleibt	-10,8 %	-12,4 %	3,9	1,9
Wiederherstellung von Waldlandschaften	Erfüllung der Ziele zur Wiederherstellung von Waldlandschaften auf 350 Mio. ha Land nach der Bonn Challenge und New York Declaration on Forests (NYDF)	nach Pflanzung zeitlich versetzte Aufnahme (ab 2040) der Hälfte der Fläche (+175 Mio. ha) in die Versorgungskapazität; die andere Hälfte zählt nicht zu FAWS, da sie entweder aus einzelnen auf der Fläche verstreuten Bäumen wie Obstbäumen, Baumreihen, kleinen Gehölzen oder Baumgruppen besteht oder unter Schutz steht.	+6,6 %	+7,5 %	3,4	1,1
Aufforstung	Anhaltender Aufforstungstrend	Trend-Extrapolation mit dem Hinweis, dass nur die Waldfläche, nicht aber Waldzustand und Waldzusammensetzung dargestellt sind	+1,9 %	+2,2 %	3,5	1,3
Expansion der Plantagenflächen weltweit	Zum Teil politische Forderung, aber schwaches Szenario angesichts geringer Flächenverfügbarkeit (Konkurrenz zu Landwirtschaft)	Extrapolation des halbierten Trends (Zunahme der Plantagenfläche um ca. 19 % auf 135 Mio. ha)	+5,5 %	+7,7 %	3,3	1,2
		Vergrößerung der Plantagenfläche um 35 % (auf 153 Mio. ha) auf der Grundlage einer Modellprojektion und von Literaturwerten	+9,2 %	+12,8 %	3,2	1,0
Ausdehnung der Wirtschaftswälder (FAWS)	Berücksichtigung erheblicher Unterschiede beim Anteil der FAWS an der Gesamtwaldfläche der Länder; Flächenexpansion von Wirtschaftswäldern in zur Zeit nicht genutzte Waldflächen wie Primärwälder möglich	+20 % FAWS nur in Ländern mit einem FAWS-Anteil von unter 50 % (d. h. knapp 1 % Ausdehnung pro Jahr), sodass FAWS im Jahr 2050 2,04 Mrd. ha bedecken würden (Zunahme von ca. 9 % gegenüber 2020)	+4,5 %	+5,2 %	3,4	1,2
Auswirkungen des Klimawandels/Waldsterbens 2.0	Es besteht Ungewissheit über die Auswirkungen des Klimawandels auf Waldwachstum und -sterblichkeit; regionale Trends sind sehr verschieden, sodass starke Abweichungen zu den gezeigten Ergebnissen möglich sind.	lineare Trendprojektion zur Darstellung eines leichten Anstiegs auf der Grundlage einer Literaturübersicht und von Daten für 6 EU-Länder ⁴	-28 %	-30 %	4,4	2,6
		logarithmische Trendprojektion zur Darstellung eines moderaten Anstiegs auf der Grundlage einer Literaturübersicht und von Daten für 6 EU-Länder ⁴	-32 %	-35 %	4,5	2,9

*1 Die untere Nachhaltigkeits-Risikogrenze liegt bei 3 Mrd. m³ Rundholz pro Jahr = 100 %, siehe Abbildung 4.2.

*2 Die obere Nachhaltigkeits-Risikogrenze liegt bei 4,2 Mrd. m³ Rundholz pro Jahr = 100 %, siehe Abbildung 4.2.

*3 Der Verbrauch basiert auf einer linearen Extrapolation der letzten 10 Jahre bis 2050 (+28 % im Jahr 2050) mit einer Spanne zur Darstellung der Unsicherheit bei den Umrechnungswerten (z. B. Anpassungen für Rinden- und Ernteverluste), des Anteils des weltweiten Verbrauchs, der aus Quellen außerhalb des Waldes stammt, des illegal beschafften Holzes und der Unsicherheit statistischer Daten. Die minimale Lücke bezieht sich auf den geringsten Abstand (zwischen der Hochrisikogrenze und dem niedrigsten Verbrauchsbereich). Die maximale Lücke stellt die Differenz zwischen der Niedrigrisikogrenze und dem höchsten Verbrauchsbereich dar.

*4 Hinweise, wo die Literatur zu finden ist und welche Daten welcher sechs EU-Länder. Siehe Referenzliste der Originalfassung, insbesondere [122, 282] und Kapitel 2.4.

Der weltweite Verbrauch könnte bis 2050 um bis zu 28 Prozent steigen.

Der weltweite Verbrauch könnte bis 2050 um bis zu 28 Prozent steigen. Das ist das Ergebnis, wenn wir den Verbrauchstrend der Jahre 2010 bis 2020 linear extrapolieren. Aufgrund der Holznutzungstrends in den verschiedenen Sektoren (unter anderem Energie, Papier und Pappe, Bauen, Biokunststoffe, Textilien, Chemie, siehe Kapitel 3) ist zu erwarten, dass die Nachfrage noch deutlich über die ermittelte linear fortgeschriebene Entwicklung hinausschnellen könnte. Aber lässt sich das Angebot an Holz langfristig entsprechend erweitern? Zur Beantwortung dieser Frage haben wir einfache „Was-wäre-wenn“-Szenarien entwickelt, wie und was die Holzversorgung – nicht zwangsläufig unter vollständiger Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien – beeinflussen könnte. Dabei werden verschiedene Parameter isoliert und in Szenarien bis 2050 übertragen, um die Auswirkungen auf die Versorgungskapazität zu veranschaulichen. Bei den Parametern handelt es sich um (a) Stopp der Entwaldung, (b) Umsetzung der Bonn Challenge und New York



Declaration on Forests (NYDF) zur Wiederherstellung von Waldlandschaften und Ausweitung von derzeitigen Aufforstungstrends, (c) Plantagen, (d) Ausweitung der für die Holzversorgung verfügbaren Waldflächen (FAWS) und (e) die Folgen des Klimawandels (siehe Abbildung 5.1. A–E).

Die Szenarien zeigen die sehr begrenzten Möglichkeiten, die Versorgungskapazitäten zu erweitern. Die Umsetzung der Bonn Challenge (Abb. 5.1 B), die Expansion nicht nachhaltiger Plantagen (Abb. 5.1 C) oder die nicht nachhaltige Erweiterung der FAWS (Abb. 5.1 D) in die nicht genutzten Wälder hinein ließe die Versorgungskapazität nur um maximal 12,8 Prozent (Plantagenmehrung) anwachsen. Die Nachfrageprognosen liegen mit bis zu mehr als zwei Milliarden Kubikmetern Holz mit Rinde deutlich darüber. Die globalen Programme (stellvertretend Bonn Challenge) zur Erhöhung der Nutzungskapazitäten reichen also bei Weitem nicht aus, steigende Nachfragen zu decken.

Zudem deuten zwei Szenarien auf eine mögliche Reduktion der Holzangebotskapazität hin. Beim so dringenden nötigen Stopp der Entwaldung (Abb. 5.1 A) zeigt sich ein möglicher Rückgang der globalen Holzproduktion um bis zu einer halben Milliarde Kubikmeter Holz mit Rinde und pro Jahr. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass die heutige Holzproduktion die Wälder in den Schutzgebieten stark schädigt und dass deren Schutz nicht gewährleistet ist.

Der mit Abstand stärkste Rückgang der Holzproduktion ist aber von Einflüssen des Klimawandels (Abb. 5.1 E) zu erwarten. Das Szenarium zeigt eine mögliche Kapazitätsreduktion um bis zu 35 Prozent bei einem hohen Nachhaltigkeitsrisiko. Dies entspräche einem Verlust von fast 1,5 Milliarden Kubikmetern Holz mit Rinde. Würden sich diese Verluste bis 2050 einstellen, würde sich eine Kluft zwischen Angebot und Nachfrage von rund 2,5 Milliarden Kubikmetern Holz mit Rinde ergeben.

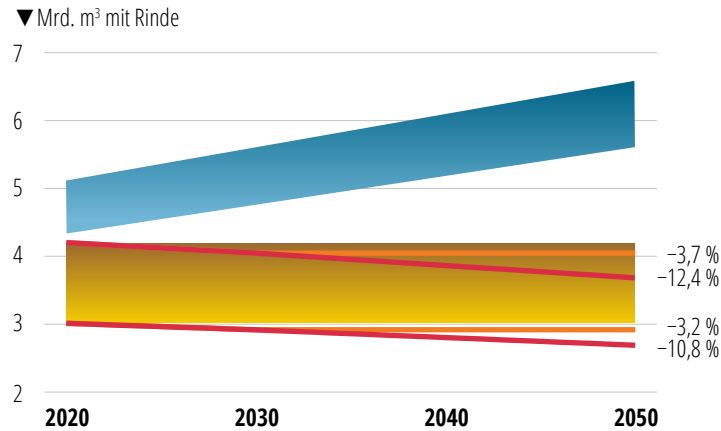
Alles in allem zeigen die Ergebnisse (Details auch in Tabelle 1), dass selbst bei Verzicht auf nachhaltige Nutzung die Diskrepanz zwischen dem potenziell möglichen Angebot und der Nachfrage wächst. Würden stärkere Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigt, würde die Diskrepanz nur unwesentlich größer. Jedoch lässt keine der „Was-wäre-wenn“-Betrachtungen es möglich erscheinen, das Holzangebot auf das Niveau der Nachfrage zu heben.

Schließlich führt am verringerten Verbrauch kein Weg vorbei, um die verbleibenden Wälder zu erhalten und die globale Lücke zur nachhaltigen Angebotskapazität zu schließen.

Abbildung 5.1:
Was-wäre-wenn-
Sensitivitäts-Analyse
2020–2050

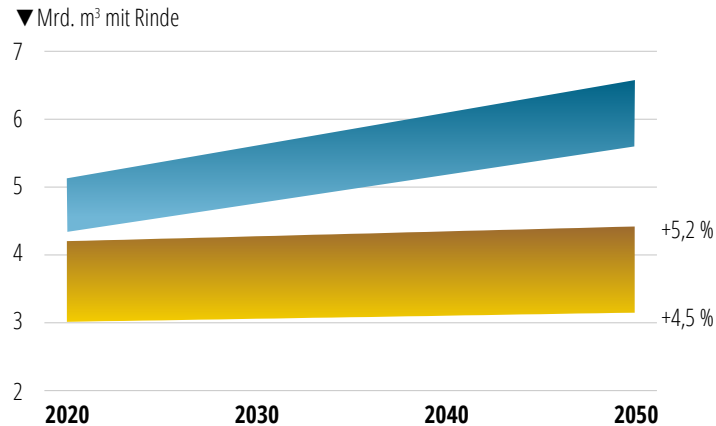
Szenarien-Fazit:
Walderhalt kann nur
mit weniger Waldver-
brauch gelingen.

A) Stopp der Entwaldung



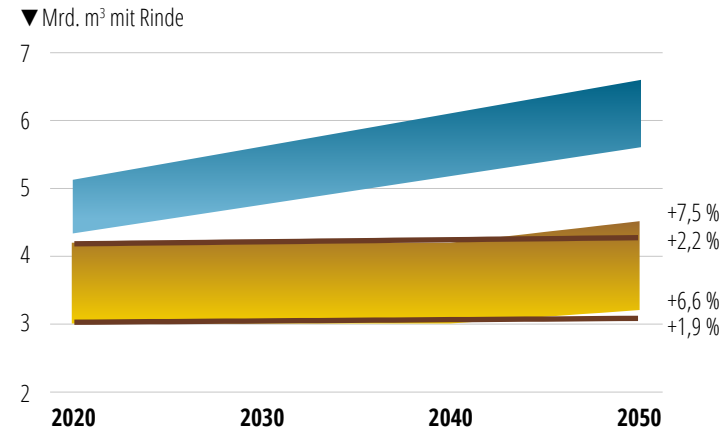
Entwaldung wurde ab 2021 (gelber Korridor) oder ab 2030 (orange Linien) gestoppt. Im Vergleich zur fortgesetzten Gesamtentwaldung bis 2050 (rote Linien) und Annahme, dass der Anteil der Wirtschaftswälder (FAWS) an der Gesamtwaldfläche gleich bleibt

D) Ausdehnung der Wirtschaftswälder (FAWS)



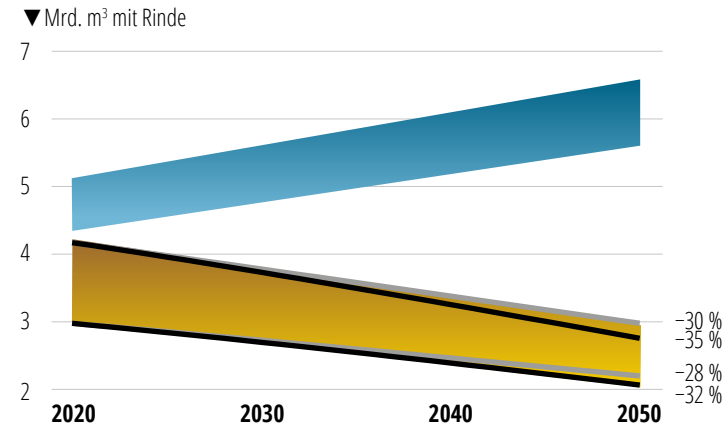
+20 % FAWS nur in Ländern mit einem FAWS-Anteil unter 50 %. Dies würde bedeuten, dass sich die FAWS-Fläche im Jahr 2050 um 9 % auf 2,04 Mrd. ha erhöht. Dabei sind Ausdehnungen in aktuell nicht genutzte Waldflächen wie Primärwälder möglich.

B) Erfüllung der Ziele zur Wiederherstellung von Waldlandschaften



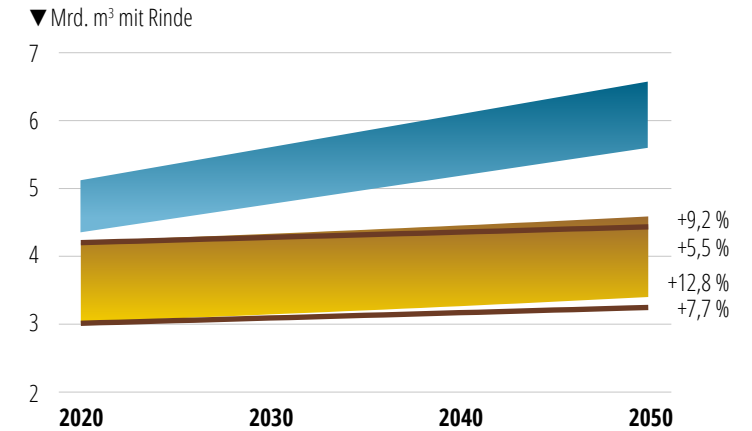
Durch die Realisierung der mit der Bonn Challenge und NYDF verbundenen Ziele steht die Hälfte der geplanten Aufforstungsfläche von 350 Mio. ha (+175 Mio. ha) ab 2040 als theoretische Zusatzkapazität in Form von Produktionswald zur Verfügung (gelber Korridor). Die extrapolierte Aufforstung auf Basis historischer FAO-Daten ist durch die braune Linie dargestellt.

E) Auswirkungen des Klimawandels/Waldsterben 2.0



Vermehrtes Waldsterben infolge des Klimawandels. Die dargestellten Trends sollen illustrativ die mögliche Auswirkung einer Hochskalierung von aktuell berichteten Waldsterblichkeitsraten verschiedener europäischer Länder auf die globale Ebene darstellen.

C) Expansion der Plantagenflächen weltweit



Erhöhung der Plantagenflächen mit schnell wachsenden Baumarten um ca. 19 bis 35 % auf 135–153 Mio. ha (gelber Korridor) und Extrapolation des halbierten Trends (braune Linie) mit dem Hinweis darauf, dass mögliche Flächeneinschränkungen dabei unbedingt berücksichtigt werden sollten

- Risikokorridor mit nach oben stark abnehmender Nachhaltigkeit
- Globaler Verbrauch (10-Jahres-Trend-Extrapolation)
- Trend-Extrapolation (10-Jahres-Trend der Waldfläche)

Anmerkung: Der Verbrauch basiert auf einer Extrapolation vergangener Trends (siehe Kapitel 3: Zwischenfazit). Die Daten werden bereinigt um Rinden-, Ernteverluste und Bäume außerhalb des Waldes dargestellt. Der Verbrauch ist als Farbverlauf dargestellt, um die Unsicherheit in Statistiken und Umrechnungen zu illustrieren. Trends, die vom „business-as-usual“ abweichen, könnten die Kluft vergrößern (wenn sich die Nachfrage beschleunigt) oder verkleinern (wenn die Nachfrage sinkt).

6. Was sagen die Verbrauchsfußabdrücke Deutschlands aus?



**Fußabdruck des Holzverbrauchs in Deutschland:
104 Millionen Kubikmeter im Jahr 2021**

Der Holzfußabdruck Deutschlands zeigt, dass der Gesamtverbrauch von Holz und holzbasierten Produkten nicht durch eine nachhaltige Einschlagsmenge in Deutschland gedeckt werden kann.

Erforderlich zur Bewertung der Nachhaltigkeit sind sowohl ein Richtwert/Benchmarking (Wie viel ist verfügbar? – Kapitel 4) sowie auch ein Monitoring des Fußabdrucks (Wie hoch ist der Verbrauch? – Kapitel 5).

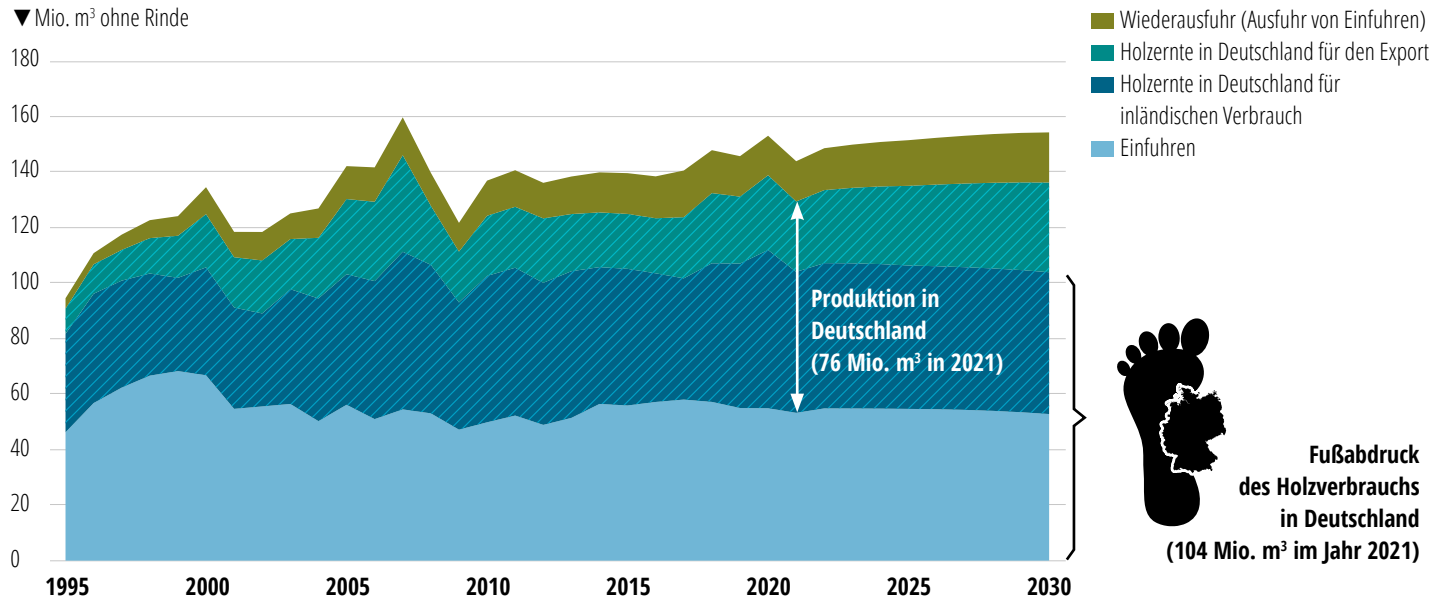


Abbildung 6.1: Entwicklungen des Holzfußabdrucks sowie Produktion und -handel 1995 bis 2030 in Deutschland, aufgeschlüsselt nach Einfuhren (ohne Wiederausfuhr); Holzernte in Deutschland für inländischen Verbrauch, für Ausfuhr und Wiederausfuhr von Einfuhren

Quelle: Aktualisierte Daten basierend auf früheren Arbeiten aus [20, 110], Modellierung mit GINFORS auf der Grundlage einer angepassten Version von Exiobase 3.8.1 [111]

Anmerkung: Der Zeitraum zwischen 1995 und 2020 basiert auf historischen Daten von FAOSTAT, während es sich beim Zeitraum zwischen 2020 und 2030 um eine modellierte Hochrechnung handelt, die auf historischen Trends unter konstanten Bedingungen beruht. Die projizierten Daten zeigen einen Anstieg der Ausfuhren in den nächsten 10 Jahren. Der Holzverbrauch in Deutschland wird den Hochrechnungen zufolge bis 2030 auf einem relativ konstanten Niveau verbleiben, während der Gesamtdurchsatz von Holz in der deutschen Wirtschaft zunimmt. Diese Trends beruhen auf dem Wirtschaftsmodell GINFORS, das sich historische Trends zunutze macht. Sie spiegeln nicht den Anstieg des Verbrauchs im Ergebnis einer Bioökonomiepolitik wider, die die Verwendung von Holz (z. B. im Bauwesen, vgl. Kap. 2) fördert. Daher sollten künftige Hochrechnungen mit Vorsicht interpretiert werden, da die Politik und die Märkte der Bioökonomie den Verbrauch voraussichtlich noch deutlich ansteigen lassen.

Einheiten in Mio. m³ Rundholzäquivalente ohne Rinde. Künftige Projektionen basieren auf historischen Trends und spiegeln daher nicht den potenziellen Anstieg wider, der sich dadurch ergeben könnte, dass im Rahmen der Bioökonomiepolitik weitere Anreize für die Verwendung von Holz geschaffen werden. Die laufende Forschung befasst sich mit solchen Fragen. Eine ausführlichere Beschreibung der Methoden ist im Anhang der Langfassung unter wwf.de/everything-from-wood zu finden.

Fußabdrücke (Beschreibung siehe Box 4), also die Messung des Gesamtverbrauchs, sind der erste Schritt, um festzustellen, ob es (a) ein Problem gibt und, wenn ja, (b) wie groß das Problem ist. Der Holzfußabdruck des Verbrauchs ist definiert als die Gesamtmenge an Rundholzäquivalenten, die in einem Land für den Endverbrauch verwendet wird (Abbildung 6.1). Der deutsche Fußabdruck für das Jahr 2021 wurde auf knapp über 100 Millionen Kubikmeter ohne Rinde berechnet (aktualisierte Ergebnisse basierend auf [20]).

Ein prominentes Beispiel für den in manchen Ländern exzessiven Verbrauch, aber auch für nötige, weltweit gerechte Verteilung ist der Papierverbrauch: 30 Kilogramm Papierbedarf pro Jahr werden als notwendig für Bildung und demokratische Teilhabe an der Gesellschaft erachtet.[13] Der deutsche Verbrauch erreicht einen Spitzenwert mit rund 250 Kilogramm pro Person pro Jahr, während der afrikanische Durchschnitt bei 7 Kilogramm pro Person und der indische Durchschnitt bei 9 Kilogramm pro Person pro Jahr liegt.

Box 4: Was sind Holzfußabdrücke?

Der Holzfußabdruck ist definiert als die Gesamtmenge an Rundholzäquivalenten, die in einem Land für den Endverbrauch verwendet wird. Er wird berechnet, indem man die Gesamtmenge des im Inland geernteten Holzes und die Menge des im Ausland geernteten Holzes zur Deckung der Importe für den inländischen Verbrauch von Produkten und Dienstleistungen addiert und davon die Menge der für den Export verwendeten Holzäquivalente abzieht.[225] Ziel ist es, jene jährlich entnommene Holzmenge zu erfassen, die als Kennzahl für den Verbrauch von Frischholz verwendet werden kann. Die Fußabdrücke spiegeln nicht die Sekundärströme von Recyclingmaterial wider.[226] Zur Berechnung des Holzfußabdrucks bedient man sich der Materialflussanalyse. Dies ist eine etablierte Methode zur Bewertung von Ressourcenflüssen in Volkswirtschaften. O'Brien et al. (2018) bewerteten physische Flüsse zur Bewertung eines „Waldfußabdrucks“.[5] Ein weiterer Ansatz besteht in der Entwicklung ökologisch erweiterter multi-regionaler Input-Output-Datenbanken wie Exiobase [227], GTAP [228], WIOD [229] und Eora [230]. Diese Datenbanken kombinieren wirtschaftliche und physische Daten, um Ressourcenströme zwischen Ländern zu verfolgen. Eine solche Analyse hat den Vorteil, dass das Holz auf allen Verarbeitungsstufen bis zu seinem Ursprungsland zurückverfolgt werden kann. Die in der Studie dargestellten Holzfußabdrücke basieren auf einer angepassten Version der neuesten Exiobase-Datenbank (Exiobase 3.8.1). Die verwendeten Daten wurden auf der Grundlage früherer Arbeiten [20] aktualisiert. Die monetären Ströme der verschiedenen Holzproduktgruppen werden verfolgt und dann in geerntete Rundholzäquivalente umgerechnet.

Die Nachfrage in Deutschland ließe sich mit der hiesigen Waldfläche nicht einmal bei nur reiner Mengenbetrachtung – also ohne die Einhaltung von ökologischen Nachhaltigkeitskriterien – decken.

Betrachtet man den gesamten Holzverbrauch in Deutschland, so zeigt der Pro-Kopf-Verbrauch (Abbildung 6.2) in Bezug zur Bevölkerungsgröße mit ca. 1,2 Kubikmetern ohne Rinde pro Person im Jahr 2021, dass er den weltweiten Durchschnitt um mehr als das Doppelte übersteigt (ca. 0,5 Kubikmeter ohne Rinde pro Person im Jahr 2021).

Wenn man die Volumina der Rinde und der Ernteverluste zur Holzmenge hinzu addiert, lässt sich die Nutzungsmenge mit dem Zuwachs des Waldes vergleichen:

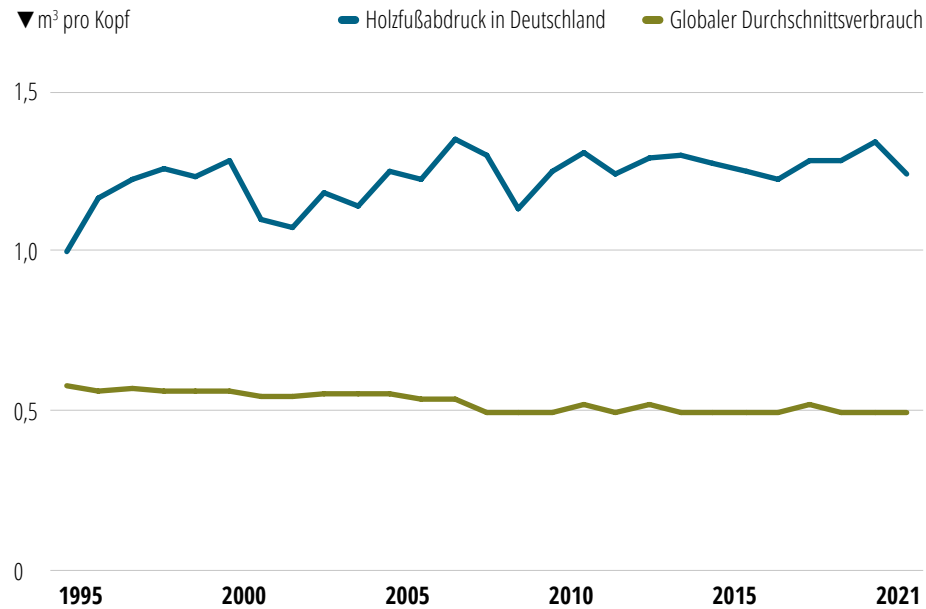


Abbildung 6.2:
Pro-Kopf-Holzfußabdruck in Deutschland im Vergleich zum weltweiten Durchschnittsverbrauch, 1995–2021

Quelle: Bringezu et al. [20], Bevölkerungsdaten von Destatis [112] und globaler Rundholzverbrauch nach FAOSTAT
Anmerkung: Einheiten in Rundholzäquivalenten ohne Rinde

Der Fußabdruck (133 Millionen Kubikmeter mit Rinde im Jahr 2021) ist höher als der gesamte durchschnittliche jährliche Zuwachs des Waldes in Deutschland in Höhe von rund 122 Millionen Kubikmetern mit Rinde, wie er für den Zeitraum 2002 bis 2012 mithilfe der Bundeswaldinventur ermittelt wurde.[21] Die Nachfrage in Deutschland ließe sich mit der hiesigen Waldfläche nicht einmal bei nur reiner Mengenbetrachtung – also ohne die Einhaltung von ökologischen Nachhaltigkeitskriterien – decken (Abbildung 6.3).

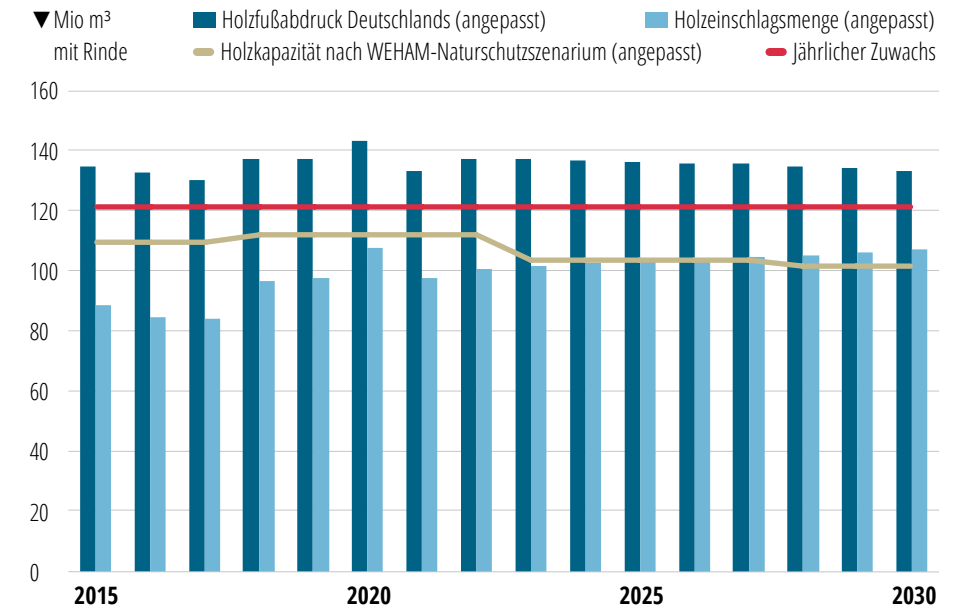


Abbildung 6.3:
Holzfußabdruck Deutschlands im Vergleich zur Versorgungskapazität, 2015–2030

Quelle: Der Holzfußabdruck Deutschlands und die Einschlagsmengen sind mit GINFORS auf EXIOBASE 3.8.1 basierend mit der Annahme des historischen Trends (Daten-Update nach Bringezu et al. [20]) modelliert worden. Die Holzkapazität stammt aus dem WEHAM-Naturschutzszenarium [233] und der jährliche Zuwachs aus der dritten Bundeswaldinventur [21].

Anmerkung: „angepasst“ bedeutet, dass die Rundholzäquivalente ohne Rinde um die Rindenanteile (+12 %) und die Ernteverluste (+10 %) ergänzt wurden. Die angepassten Werte stellen Rundholzäquivalente mit Rinde dar.

Welche Auswirkung hätte Verteilungsgerechtigkeit?

Zielvorgaben geben Orientierung, um politische Maßnahmen kohärenter zu gestalten und die Öffentlichkeit für bestimmte Themen zu sensibilisieren. Die Herausforderung für die (Holz-)Wirtschaft und Gesellschaft besteht darin, die regionalen Unterschiede unter dem Aspekt gerechter Aufteilung zu berücksichtigen. Denn die Wälder der Erde sind sehr unterschiedlich verteilt. Zwei Drittel aller Wälder teilen sich nur zehn Länder.[4]

Zur Orientierung der Ziele haben wir einen Gradienten entwickelt, der zur Diskussion einladen soll (Abb. 6.4). Die Stufen des Gradienten haben einen nationalen/regionalen Fokus auf der Selbstversorgung, einen auf fairer globaler Verteilung bis hin zu einem Fokus auf nachhaltiger, fairer Teilhabe auf höchster Ebene. Zu diesem Zweck untersuchten wir die Auswirkungen des Bevölkerungswachstums auf die globale Pro-Kopf-Versorgungskapazität und deren Folgen.

**Globaler Fokus
auf nachhaltige, faire
Verteilung**

**Regionaler Schwerpunkt
auf Selbstversorgung**

**Nationaler Schwerpunkt
auf Selbstversorgung**

Ein Verbrauchsniveau **anstreben**, das sich an den **globalen Benchmarks für nachhaltige Versorgungskapazitäten bis 2050** orientiert

Verringerung der Kluft zwischen nationalem Verbrauch und **globalen Benchmarks für nachhaltige Versorgungskapazitäten** um x % bis 2030/40/50

Verringerung der Kluft zwischen nationalem Verbrauch und **globalem Durchschnittsverbrauch** um x % bis 2030/40/50

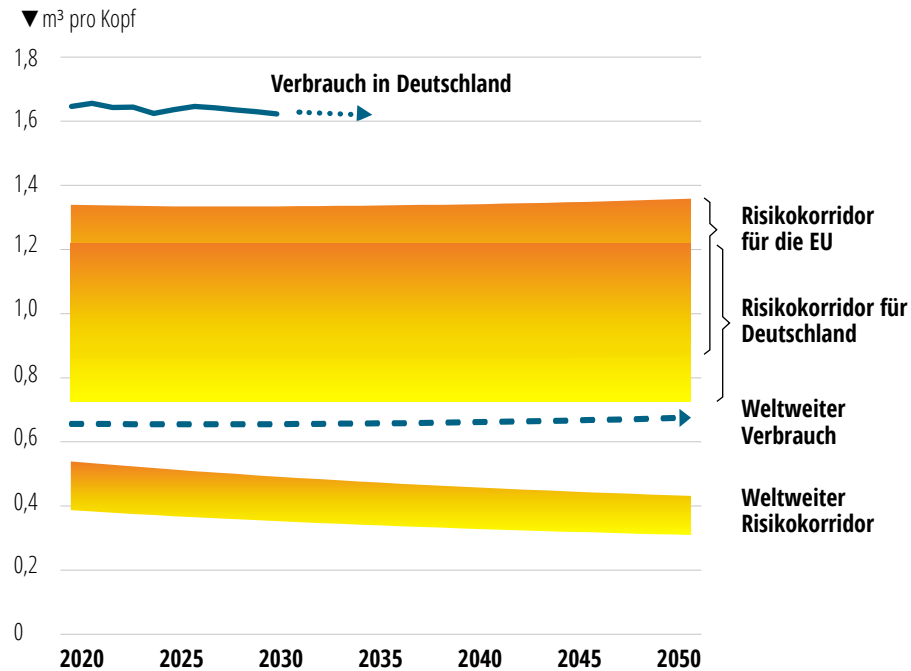
Den nationalen **Pro-Kopf-Verbrauch** auf einem Niveau halten, das durch **regional nachhaltig erzeugtes Holz** gedeckt werden kann (Perspektive des Kontinents)

Den nationalen **Verbrauch** innerhalb eines Niveaus halten, das durch **national nachhaltig erzeugtes Holz** gedeckt werden kann

Abbildung 6.4:
Zielorientierungspfad für die
Förderung nachhaltiger
Holzverbrauchs niveaus

Abbildung 6.5:
Pro-Kopf-Risikokorridor (global, EU und Deutschland) im Vergleich zur Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs (global, 2020–2050, und Deutschland, 2020–2030 und 2050)

Anmerkung: Der Verbrauch ist in m³ mit Rinde angegeben. Die Verbrauchswerte enthalten sowohl die Umwandlungsfaktoren Rinde (+12 %) als auch Ernteverluste (+10 %). Die globale Ebene stellt nur die obere Grenze des Verbrauchskorridors dar.



Das Bevölkerungswachstum hat großen Einfluss auf die zukünftige Nachfrage und die Verteilung von Holz. Allein das Bevölkerungswachstum führt zwischen 2020 und 2050 zu einem um 26 Prozent sinkenden Pro-Kopf-Verbrauch (Abbildung 6.5 – siehe „weltweiter Risikokorridor“). Damit verbunden wären somit weniger verfügbares Holz pro Person und die Notwendigkeit höherer Effizienz bei der Holznutzung.

Es ließ sich feststellen, dass bei einem „Business-as-usual“-Trend der Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland die globale Pro-Kopf-Versorgungskapazität übersteigt. Der deutsche Pro-Kopf-Verbrauch liegt womöglich im Jahr 2030 um rund 230 Prozent bis 350 Prozent höher als die untere bzw. obere Grenze des globalen Pro-Kopf-Risikokorridors.

Obwohl Deutschland über relativ große Waldressourcen verfügt, importiert unser Land Holz, um die derzeitige Nachfrage zu decken und um ausreichend Holz für die große inländische Holzindustrie und deren Exporte zur Verfügung zu haben.

Wie steht es um die Nachhaltigkeit der Forstwirtschaft und um den Selbstversorgungsgrad der Holzwirtschaft in Deutschland?

In Deutschland wurden 1986, 2002 und 2012 umfassende nationale Bundeswaldinventuren durchgeführt.[21, 232] Die Datenerhebung zur vierten Inventur wird 2022 abgeschlossen sein. In diesen Inventuren werden Waldfläche, Holzvorrat, Holzzuwachs und Holzernte, die Zusammensetzung der Hauptbaumarten, die Altersstruktur, das Totholz sowie Biomasse und Kohlenstoffspeicherung bewertet. Basierend auf den Ergebnissen der dritten Inventur haben Oehmichen et al. (2018) ein Basisszenario und zwei alternative Szenarien (Naturschutz- und Holzpräferenzszenario) der deutschen Holzversorgungskapazitäten bis 2052, genannt WEHAM, abgeleitet.[233]

Bezogen auf das Basisszenario wurde ein mittleres jährliches Erntepotenzial von 78 Millionen Kubikmetern ohne Rinde (ca. 98,7 Millionen Kubikmeter mit Rinde) von 2013 bis 2052 berechnet. Dies entspricht etwa 82 Prozent des gesamten jährlichen Zuwachses von 121,6 Millionen Kubikmetern. Das Szenario mit Naturschutzpräferenz zeigt ebenfalls ein mittleres Potenzial von 78 Millionen Kubikmetern (max. 82 Prozent des Zuwachses), jedoch mit einer anderen Zusammensetzung des Waldes und der Holznutzung: mehr alte Wälder, mehr nicht genutzte Wälder, höhere Nutzungseinschränkungen in Natura 2000-Gebieten und ein größerer Anteil an Laubwald (Schwerpunkt Buche) verbunden mit einem schnellen Waldumbau von Nadelholzbeständen, der die prozentuale Zuwachsnutzung bis zum Ende des Waldumbaus erhöht.

Eine strikte Priorisierung der Holzproduktion nach dem WEHAM-Holzpräferenzszenario würde hingegen 134 Prozent des jährlichen Zuwachses erfordern. Danach würde der Wald in Deutschland beständig übernutzt und die Qualität des Waldes hinsichtlich des Speichervermögens für Kohlenstoff und der Waldbiodiversität stark verringert. Dies ist keine praktikable Option für eine langfristige Waldbewirtschaftung.

Mit allem Vorbehalt können das WEHAM-Naturpräferenzszenario und der in der dritten nationalen Waldinventur berechnete Jahreszuwachs vorerst stellvertretend für das deutsche Ernte- und Verbrauchsniveau verwendet werden. Der Vergleich der Trends aktueller und prognostizierter Flächen- und Erntemengen (Fortsetzung der historischen Trends; siehe Abbildung 6.1) mit dem jährlichen Zuwachs und dem Naturschutzpräferenzszenario (Abbildung 6.3) zeigt folgendes Bild:


Die zunehmende Baum- und Waldsterblichkeit im Klimawandel wird wahrscheinlich zum Rückgang des Holzzuwachses und damit des nachhaltigen Holzpotenzials in Deutschland führen.

1) Produktionsperspektive: Das Niveau der Holzernte in Deutschland liegt zwar unter dem ermittelten jährlichen Zuwachs, doch wird geschätzt, dass der Holzeinschlag im kommenden Jahrzehnt durchschnittlich 85 Prozent des Nettozuwachses ausmachen wird. Dies überschreitet den definierten Risikokorridor für nachhaltige Einschlagsmengen um fünf bis 35 Prozent des Gesamtzuwachses. Außerdem würden die modellierten Einschlagsraten bei einer Fortsetzung der bisherigen Trends das Rundholzpotenzial übersteigen, das in den WEHAM-Naturpräferenzszenarios für das Ende dieses Jahrzehnts berechnet wurde.

2) Perspektive des Verbrauchs: Der Holzverbrauch ist bereits höher als der jährliche Zuwachs. Die Lücke zwischen Verbrauch und nachhaltiger Holzernente könnte infolge der Bioökonomiepolitik noch größer werden. Die Nachfrage in Deutschland lässt sich mit der derzeitigen Waldfläche also nicht nachhaltig decken. Deutschland ist somit auf Importe angewiesen. Anderenfalls müsste Deutschland seine Wälder übermäßig einschlagen, was aber keine Option ist, wenn eine nachhaltige Entwicklung gewünscht wird.[35] Optionen hingegen sind, (a) die Waldfläche in Deutschland zu vergrößern oder (b) den Holzverbrauch zu reduzieren, um den Verbrauch dem nationalen Produktionsvermögen anzugleichen (vgl. Abbildung 6.4).

Die zunehmende Baum- und Waldsterblichkeit im Klimawandel wird wahrscheinlich zum Rückgang des Holzzuwachses und damit des nachhaltigen Holzpotenzials in Deutschland führen. Damit würde das Produktionspotenzial noch weiter sinken. Die Holzwirtschaft in Deutschland basiert stark auf der Nutzung von Nadelholz (ca. 73 Prozent im Jahr 2017), das – wie in den letzten Jahrzehnten üblich – hauptsächlich stofflicher Verwendung zugeführt wurde. Die verbleibenden 27 Prozent bestehen aus Laubholz, die hauptsächlich (zu 70 Prozent) als Energieholz genutzt werden. [234] Die Gewichtung zugunsten der Nutzung von Nadelholz verschärft die Importabhängigkeit. Um die Versorgung mit Rundholz aus eigenen Wäldern umfänglicher zu sichern, muss die Holzwirtschaft dringend stärker auf die Nutzung von mehr Laubholz umstellen. Zudem erhöht der Klimawandel die Notwendigkeit für einen Waldumbau hin zu Laubwäldern.



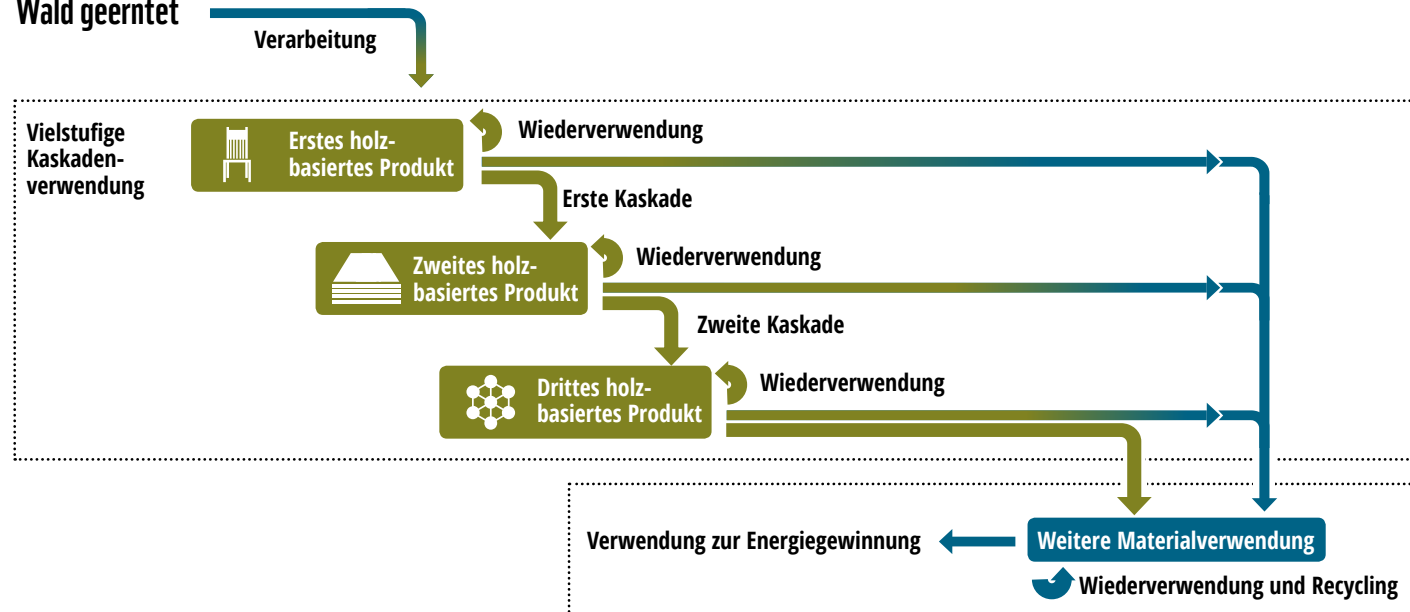
A photograph of a dense forest with tall, thin trees and a fallen log in the foreground. The text is overlaid on the upper left portion of the image.

7. Welche Initiativen für einen nachhaltigeren Holzverbrauch gibt es?

Innovative Wirtschafts- und Gesellschaftsmodelle lassen hoffen, dass sich der Schwerpunkt vom Verbrauch von immer mehr Holz zu einer anderen stofflichen Bewertung dieses Rohstoffs bewegt, insbesondere einer im Sinne reflektierter Wertschätzung. Schließlich ist Holz mehr als bloß ein Verbrauchsgut. Veränderte Verbrauchsgewohnheiten würden tatsächlich den Druck auf die Wälder verringern. Basisinnovationen wie Teilen, Tauschen, Reparieren, Wiederverwenden und Minimieren sind Beispiele für einen alternativen Umgang mit Holz im Unterschied zum rein konsumistischen. Auch Design und die Langlebigkeit von Produkten wollen bedacht sein bei der Ausschöpfung allen Potenzials mit Blick auf das Ende des Lebenszyklus. Dies sind Schlüssel zur Etablierung von tragfähiger Kreislauf- und Kaskadenwirtschaft (zuerst stoffliche Nutzung, dann hochwertige stoffliche Wiederverwendung, später Recycling und Energiebereitstellung am Ende des Lebenszyklus (Abbildung 7.1).[162, 324, 325]



Rundholz – im Wald geerntet



Das relativ populäre wie untadelige Papierrecycling in Deutschland verstellt den Blick insbesondere auf den übermäßigen, ja, verschwenderischen Verbrauch des Werkstoffs. Das Environmental Paper Network kommt sogar zu dem Schluss: „Die Antwort auf die Frage ‚Papier oder Plastik‘ muss häufiger ‚weder noch‘ lauten.“[13]

Auf ganz unterschiedlichen Ebenen gibt es Initiativen und Instrumente, die sich des Themas Wald- und Holzverbrauch annehmen. Cities4Forests ist z. B. ein Zusammenschluss von mehr als 60 Städten aus allen Teilen der Welt. Er soll den Städten dabei helfen, „ihre Abhängigkeit von den Wäldern der Welt zu erkennen und ihre politische, wirtschaftliche und kulturelle Macht zu nutzen, um diese Wälder zum Wohl der Menschen zu schützen und zu bewirtschaften“.[145] Technische Unterstützung, Kapazitätsaufbau und Peer-to-Peer-Lernen sind allesamt Aspekte dieser Plattform. Sie konzentriert sich nicht nur auf innerstädtische Wälder, sondern zielt auch darauf ab, den Druck auf Wälder an weit entfernten Orten zu verringern.

Abbildung 7.1:
Überblick über die Kaskadennutzung von Holz

Quelle: angepasst nach Höglmeier et al. 2015 [162]

Anmerkung: Es sind mehrere Schritte innerhalb einer Kaskade nötig. Weitere Materialverwendungen sind auf den verschiedenen Stufen möglich: Biomasse dient als Roh- und Füllstoff der Produktion von vielerlei Warentypen.

Das Wald-Programm von Cities4Forests gibt nachfolgende Empfehlungen, wie Städte der Entwaldung begegnen können [142]:

1. Inventarisieren Sie den Tropenwaldfußabdruck Ihrer Stadt, und beziehen Sie ihn in Ihre Klima- und Nachhaltigkeitsziele ein.
2. Verbessern Sie die kommunale Beschaffungspolitik, um die Abholzung zu reduzieren.
3. Informieren Sie die Stadtbewohner über die Auswirkungen des Konsums waldgefährdeter Güter.
4. Verringern Sie den Abfall, um den Verbrauch von waldgefährdeten Rohstoffen zu reduzieren.
5. Sorgen Sie für einen verbesserten Zugang zu Alternativen für Produkte, die Wälder zerstören.
6. Unterstützen Sie mit dem Wald-Programm von Cities4Forests den Waldschutz in den Städten und Gemeinden.
7. Schaffen Sie Anreize für waldfreundliche Innovationen in lokalen Unternehmen und Unternehmern.
8. Regulieren Sie Waldrisikoprodukte durch Verbote, Steuern und Anreize.
9. Ermutigen Sie Ihre nationalen Regierungen, Gesetze und Richtlinien zu entwaldungsgefährdeten Rohstoffen zu erlassen.
10. Beziehen Sie naturbasierte Lösungen als Ausgleichsmaßnahmen in Strategien zur Abschwächung des Klimawandels ein.

Ein weiteres Instrumentarium zur Reduzierung des Entwaldungsrisikos als weiterer wichtiger Treiber der Waldzerstörung ist das Deforestation Risk Toolset.[147] Mindestens 411 Unternehmen haben sich entsprechend des AFi-Berichtes³ [74] verpflichtet, entwaldungsfreie Lieferketten zu schaffen. Das Deforestation Risk Toolset [147] umfasst drei öffentlich zugängliche Ressourcen: Global Forest Watch Pro, Trase und das Accountability Framework. Gemeinsam wollen sie die Entwaldung und die Umwandlung von Ökosystemen aus den Lieferketten verbannen.

3 Das Accountability Framework ist eine Initiative, die Unternehmen hilft, sich Ziele zu setzen, Fortschritte bei der Verwirklichung ethischer Ziele in den Lieferkette nachzuweisen und Maßnahmen zu ergreifen. Sie definiert zudem Best Practices für die Umsetzung und Berichterstattung.
Trase und Global Forest Watch Pro unterstützen Unternehmen bei wichtigen Umsetzungsprozessen, einschließlich der Kartierung der Lieferkette, Risikobewertung und Überwachung. Mit ihrem Fokus auf Lieferketten ist die Methode komplementär zu Fußabdruck-Ansätzen zur Bewertung des Umfangs.
4 <https://together4forests.eu/>
5 <https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/wald-und-politik/fuer-den-waldschutz>

Das Toolset macht es möglich, Lieferketten abzubilden, Risiken zu bewerten, Lieferanten zu verwalten und die Ergebnisse zu überwachen und zu melden. Das Toolset bietet ...

- » Kapazitäten zur Bewertung des Entwaldungsrisikos, zugeschnitten auf die Bedürfnisse des Unternehmens.
- » nahezu Echtzeit-Überwachung von Abholzung, Bränden und anderen Umweltauswirkungen.
- » eine Darstellung der Abholzungshistorie als Grundlage für die verantwortungsvolle Beschaffung sowie zur Identifizierung von Hochrisikobereichen von Lieferanten und für Audits.
- » eine ganzheitliche Unterstützung des Lieferantenmanagements, einschließlich der Einbindung von Lieferanten und das Management der Nichteinhaltung durch die Lieferanten.
- » Berichterstattung über die Fortschritte.

Der seit 2021 vorliegende Vorschlag für eine EU-Gesetzgebung gegen Entwaldung, Waldschädigung und Lebensraumzerstörung soll verhindern, dass die EU durch Waren (z. B. Holz, Futtermittel) und Lebensmittel (insbesondere Fleisch, Palmöl, Kakao, Kaffee und Kautschuk) zur globalen Zerstörung von Wäldern, insbesondere artenreicher Tropenwälder beiträgt. Durch ihren internationalen Handel sind die Länder der EU für 16 Prozent globaler Regenwald-Abholzung verantwortlich. Sie liegen damit hinter China (24 Prozent) auf Platz zwei weltweit, gefolgt von Indien (9 Prozent), und den USA (7 Prozent). Wenn die Verordnung wirksam ausformuliert wird, könnte sie eine Hebelwirkung zur Einschränkung von Entwaldung entfalten. Der Zusammenschluss von rund 160 Naturschutzorganisationen im Bündnis Together4Forests⁴ kämpft in dieser Sache europaweit für maximale Wirksamkeit, baldige Implementierung des Gesetzes und fordert die Mitgliedsstaaten auf, sich politisch gleichfalls dafür einzusetzen.⁵

8. Schlussfolgerungen und Kernbotschaften für politische Entscheidungsträger:innen



Bis 2030 müssen nicht nachhaltige Konsummuster überwunden werden. Zudem sollten alle Menschen den Wert Biologischer Vielfalt begreifen, anerkennen und wertschätzen. Diese Verfasstheit wird es ihnen möglich machen, verantwortungsvolle politische Entscheidungen nachzuvollziehen, mitzutragen und zu treffen, so dass die Biologische Vielfalt und das Klima dauerhaft den nötigen Schutz erhalten.⁶

Wahrnehmung und Akzeptanz des Problems: Die vorliegende Untersuchung konfrontiert uns mit der Erkenntnis, dass es bereits heute weder in Deutschland noch weltweit genügend Holz gibt, um unsere Nachfrage nach diesem natürlichen Rohstoff nachhaltig zu decken. Zugleich spekuliert die Industrie – etablierte und neue Branchen – auf eine verstärkte Nutzung des Rohstoffs Holz. Unabhängig davon besteht der Umwandlungsdruck auf die Wälder durch Landwirtschaft zusätzlich weiter. Wenn der Widerspruch aus heute schon übernutzten Wäldern und dem Wunsch nach noch viel höherer Holzentnahme ohne politische Steuerung und Konsequenzen bleibt, drohen höchstwahrscheinlich eine beschleunigte Abholzung und eine noch schnellere Degradierung der Wälder weltweit.

Scharfe administrative Grenzziehung zwischen Wald und Stadt nötig, Sao Paulo



© iStock/Getty Images

Ziel sollte es sein, ein Gleichgewicht herzustellen, bei dem die Funktionsfähigkeit der natürlichen Systeme nicht fortwährend von einem Verbrauchsniveau überfordert wird, das über die Sicherung eines angemessenen Lebensstandards weit hinausgeht. Nur wenn das gelingt, können die „Betriebssysteme“ der Erde unterhalb ihrer Kippunkte bleiben.

Die Untersuchungsergebnisse signalisieren, dass wir uns massiv in die falsche Richtung bewegen. Nötig sind nun Zielvorgaben, um die Entwicklung auf den richtigen Weg zu bringen. Dabei müssen die aktuellen und zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels genauso bedacht werden wie das Anpassungsvermögen der Wälder. Es gibt keine Zeit zu verlieren. Maßloser Konsum und Verschwendung dürfen keine Zukunft haben.

Der vorliegende Bericht ist ein Warnsignal. Und er fordert zum Handeln auf: politische Entscheider:innen, Industrie und Gesellschaft. Sie alle müssen sich angesichts des notwendigen Erhalts der Wälder mit dem hohen Holzverbrauch befassen. Ein Diskurs wäre dann darüber nötig, wie Holz in einer ausgewogenen Bioökonomie am besten genutzt werden sollte. Wir haben sechs Schlüsselbotschaften für politische Entscheidungsträger:innen entwickelt.

Ziel sollte es sein, ein Gleichgewicht herzustellen, bei dem die Funktionsfähigkeit der natürlichen Systeme nicht fortwährend von einem Verbrauchsniveau überfordert wird, das über die Sicherung eines angemessenen Lebensstandards weit hinausgeht. Nur wenn das gelingt, können die „Betriebssysteme“ der Erde unterhalb ihrer Kippunkte bleiben.

⁶ Vorgeschlagenes Ziel 15 des globalen Rahmens für die Biologische Vielfalt nach 2020 (CBD [321], S. 6)

Der vorliegende Bericht ist ein Warnsignal. Und er fordert zum Handeln auf.

1. Prioritäten bei der Holznutzung setzen

Fällig ist eine Diskussion in Politik und Gesellschaft über die sinnvollste Verwendung von Holz. Entscheidungen über den Holzverbrauch dürfen nicht den (Finanz-)Märkten überlassen werden. Widersprüchliche Anreize, die durch politische Maßnahmen zur ineffizienten Holzverwendung (z. B. Subventionen) geschaffen werden, müssen beendet werden.

In die Kursbestimmung sollten mindestens folgende Thesen und Forderungen einfließen:

- a. Förderung einer Holzverwendung, die langfristige, nachhaltige Versorgungskapazitäten im Blick hat; eine, die langfristige Verwendungszwecke, langlebige Produkte und eine auf Wiederverwendung ausgerichtete Gestaltung bevorzugt
- b. Kreislaufwirtschaft und Nutzungskaskaden sind geeignete Systeme nachhaltiger Holznutzung, die auf ihren Einsatz warten. Unterstützend notwendig sind dafür Investitionen in den Aufbau der Infrastruktur, zum Aufbau von Know-how und zur Bewusstseinsbildung für die Idee hochwertigen Recyclings und zur stofflichen Weiterverwendung von Holzabfällen.
- c. Holzfasern müssen länger im Verwendungskreislauf gehalten werden. Denn angesichts begrenzter Holzvorräte, Klima- und Biodiversitätskrise ist die industrielle Verbrennung von Holz zur Energiegewinnung die schlechteste Nutzungsidee. Die energetische Verwertung von Holz darf erst am Ende einer Jahrzehnte dauernden Nutzungskaskade langfristiger Produkte stehen. Anreize zur Holzverbrennung gehören beseitigt. Unterstützenswert hingegen ist die Suche nach sauberen Alternativen zur ineffizienten und umweltschädlichen Holzverbrennung.
- d. Verschwenderisches Verhalten muss erschwert werden. So sind kostenlose Zeitungen, ungebrauchte Werbewerksendungen, Einwegkaffeebecher oder Papierwischtücher nicht nachhaltig. Zusätzliche, oft überflüssige Verpackungen sollten ebenso der Vergangenheit angehören wie auf Kurzlebigkeit hin designte Möbel.
- e. Tradierte Verwendungsmuster gehören auf den Prüfstand. Investitionsbedürftig sind innovative Lösungen der Ressourcennutzung in Gemeinschaft und Gesellschaft. Ein gesellschaftlicher Wandel in Mobilität, Wohnen und Ernährung würde eine Bioökonomie befördern – mit umgekehrten Effekten auf ihre Antriebskräfte. Ein verändertes öffentliches Beschaffungswesen würde neue Maßstäbe setzen und fände wünschenswert viele Nachahmer auf anderen Ebenen.



Umweltkriminalpolizei IBAMA und die brasilianische Armee ermitteln wegen verdächtiger illegaler Baumstämme, die auf einem Fluss treiben.

2. Umweltkriminalität und insbesondere den illegalen Holzeinschlag und -handel stoppen

Es braucht deutlich mehr nationale und internationale Anstrengung und Koordination zur Bekämpfung von Forst- und Umweltkriminalität, die global bedrohliche Ausmaße erreicht haben. Wer Verbrechen dieser Art ignoriert, macht sich mit-schuldig an zunehmender Entwaldung, Walddegradierung, Klimaerwärmung und Artenverlust. Auch politische Bemühungen wie die Aufforstung oder der Schutz der Wälder würden so behindert oder zunichtegemacht. Eine steigende Nachfrage bei gleichzeitig schrumpfenden Wäldern motiviert illegale Aktivitäten.

3. Vorrang für gesunde Wälder

Über allem steht der Schutz von Primär- und Altwäldern sowie von Naturwäldern, deren Widerstandsfähigkeit zudem gestärkt werden muss. Beim Waldmanagement muss die Förderung robuster, multifunktionaler gesunder Wälder und Waldböden an erster Stelle stehen. In Deutschland müssen politische Entscheidungen bei der Novellierung des Bundeswaldgesetzes getroffen werden. Grundsätzlich verdienen jene Forstbetriebe und Waldbesitzer:innen Unterstützung, die sich nicht ausschließ-lich auf die Erzielung wirtschaftlicher Erträge durch Holzverkäufe stützen, sondern auf messbare Bemühungen beim Erhalt Biologischer Vielfalt, von Ökosystemleis-tungen und der Klimawandelanpassung. Die Förderung der Artenvielfalt im Wald schließt immer auch die Förderung der breiten Palette heimischer Baumarten mit ein. Die Industrie in Deutschland muss sich darauf vorbereiten, dass sich die Arten-zusammensetzung vom Nadel- zum Laubholz verschieben wird.

4. Monitoring des Verbrauchs und Festlegung von Richtwerten (Benchmarks)

- a. Mit der Einführung eines globalen Fußabdruck-Monitorings würde sich der Holzverbrauch in den offiziellen Statistiken besser erfassen lassen. Die dafür zu entwickelnden Bilanzierungsmethoden müssen von den nationalen Behörden aufgegriffen werden, bevor die Regierungen weiter in umfangreiche Holznutzungen investieren und damit weitere Anreize für die verbreitete Verwendung von Holz schaffen.
- b. Nötig ist die Vereinbarung von Benchmarks nachhaltiger globaler und nationaler Holzmenzen, um den Verbrauch innerhalb der planetaren Grenzen zu halten und die Resilienz des einzelnen Waldes und der Wälder weltweit zu stärken.

Europäisches Parlament in Brüssel



© Unsplash

Richtwerte zum strikten Schutz der Primärwälder, zur Respektierung von Schutzgebieten und für die Übernutzung von Wirtschaftswäldern (Risikokorridor mit abnehmender Nachhaltigkeit von 50 bis 80 Prozent des Zuwachses für die Holznutzung) machen es möglich, übermäßigen Verbrauch quantitativ zu ermitteln. Damit bekommt die Politik eine Art Kompass zur Hand, um die Wirtschaft auf eine Weise zu navigieren, dass sich der Verbrauch innerhalb der sozio-ökologischen Grenzen hält.

Die Politik in Deutschland, in der EU wie in allen anderen Hochkonsumländern darf nicht zu Negativeffekten (sogenannten Verlagerungseffekten) in Drittländern führen, beispielsweise in deren Wäldern und Gesellschaften.

- c. Wir müssen in unserer Gesellschaft Antworten auf die drängenden Fragen finden, wie es uns gelingt, unser Leben an jenen Grenzen auszurichten, die uns der Planet setzt. In diesem Zusammenhang und angesichts unserer – in globaler Betrachtung – riskanten Lebensweise müssen wir uns auf Veränderungen im Kanon unserer Normen und Werte verständigen.

Die konventionelle Perspektive aus Produktion einerseits und Wirtschaftswachstum andererseits muss um den Faktor Verfügbarkeit erweitert werden. Eine nachhaltige Entwicklung lässt sich nur mit einem gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wertewandel herbeiführen.

- d. Mit wissenschaftlicher Erkenntnis und gesellschaftlichem Dialog müssen wir uns gemeinsam darauf verständigen, wie viel Waldnutzung wir für die Holzproduktion kurz- und langfristig und im Hinblick auf miteinander verknüpfte Ziele (Biologische Vielfalt, Klima, Wohlbefinden) maximal als noch nachhaltig bezeichnen können.
- e. Wir benötigen einen weiteren politischen Auf- und Ausbau von Maßnahmen, wie Gesetze, Verordnungen oder bindende Abkommen, die sich auf ethische und ökologische (entwaldungs- und degradierungsfreie) Lieferketten konzentrieren. Anreizsysteme sollten sich zum Beispiel auf die Förderung von Lieferketten-Transparenz, nachvollziehbare Unternehmensberichterstattung und die Etablierung und Verfolgung von umfassenden, messbaren ökologischen Mindeststandards konzentrieren.

5. In die Forschung investieren

Es bedarf einer gezielten Forschungsförderung, um die notwendigen umfassenden Daten zum Wald und zum Holzverbrauch für integrierte Modellierungskapazitäten an die Hand zu bekommen und so eine Wissensgrundlage bei der Skalierung bewährter Praktiken des nachhaltigen Holzverbrauchs zu ermöglichen. Wir benötigen beispielsweise Daten zu

- » Modellen zur Bewertung künftiger Märkte für Forstprodukte und ihrer Rohstoffströme,
- » kohärente, harmonisierte und zuverlässige globale Daten über den Zustand der Wälder (einschließlich Bestand, Totholz, Wachstum, Baumarten, Biologische Vielfalt der Wälder und Gesundheitszustand).

6. Die Fußabdrücke der Holznutzung in die Nachhaltigkeitsbetrachtungen einführen

Errechnete Fußabdrücke (Box 5) zum Grad der Holznutzung würden es den politischen Entscheider:innen auf nationaler, EU- und globaler Ebene möglich machen, einen „Überverbrauch“ zu erkennen, um dann mit veränderten politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen zu reagieren und mit gezielten Anreizen geeignet gegenzusteuern – beispielsweise mit Steueranpassungen, verstärkter F&E-Finanzierung, veränderten Subventionsstrukturen und rechtlichen Vorgaben. Solche auf höheren Analyseebenen (z. B. Land oder EU) aggregierten Fußabdrücke sollten Bestandteile von Monitoringsystemen und der Betriebswirtschaften werden.

Mit Blick auf die Ergebnisse lautet unsere Frage: Wie können Wichtigkeit und Dringlichkeit einer ausgewogenen Holznutzung und ressourcensparenden Produkt-herstellung gesellschaftlich am besten kommuniziert werden?

Box 5: Warum Fußabdrücke nützliche Monitoringinstrumente sind:

Umweltfußabdrücke stellen die Auswirkungen und Belastungen von Konsum- und Produktionstätigkeiten auf unsere Umwelt dar. Sie sind zu gängigen Monitoringinstrumenten geworden. Es gibt keine allgemeingültige Definition, da jede Art Fußabdruck unterschiedliche Auswirkungen auf unterschiedlichen Ebenen für unterschiedliche Systeme darstellt.[211] Ein Fußabdruck, der dem vorliegenden Bericht zugrunde liegt, hilft bei der Beantwortung der grundlegenden Frage: „Wie viel wird verbraucht?“ Pro-Kopf-Vergleiche werden verwendet, um den (unverhältnismäßigen) Beitrag zur Ressourcennutzung, der ganzen Welt beispielsweise, darzustellen. Es wurden bisher mehrere Fußabdrücke auf der Grundlage von Pro-Kopf-Berechnungen (siehe auch [212]) und spezifischen Ressourcenherausforderungen entwickelt, darunter Ökologische Fußabdrücke [213], Materialfußabdrücke [214, 215], Wasserfußabdrücke [216, 217], Kohlenstofffußabdrücke [218], Landfußabdrücke [219] und Fußabdrücke der Biologischen Vielfalt.[33, 220, 221]

Fußabdrücke des Konsums unterstützen die politische Sachdiskussion zum übermäßigen Konsum. Auf Produktebene haben sich beispielsweise Fußabdrücke durchgesetzt, mit denen man Produkte untereinander vergleichen und potenzielle Brennpunkte (z. B. besonders ressourcenintensive Produkte) ermitteln kann. Das stößt allerhand an: Die Politik entwickelt auf dieser Grundlage Vorgaben, die Produzenten passen ihre Praktiken an, Einzelhändler:innen wechseln ihre Beschaffungsquellen und Kund:innen verändern ihr Kaufverhalten.

Fußabdrücke sind auch für Investor:innen nützlich. Sie bewerten damit Kompromisse aus einer Systemperspektive. Mit anderen Worten: Ein Korb von Fußabdrücken hilft den Investor:innen, die Auswirkungen einer bestimmten Entscheidung abzuwägen, z. B. in Bezug auf den Kohlenstofffußabdruck und den materiellen Fußabdruck. Die Finanzwelt zeigt großes Interesse an der Weiterentwicklung von Biodiversitätsfußabdrücken.[222–224] Dies ist insbesondere für Investor:innen von Bedeutung, die flächenbezogene Investitionsentscheidungen treffen.



Stärkeres Bewusstsein für den Wald ebnet die öffentliche Akzeptanz für notwendige wichtige Politikentscheidungen; COP 26, United Nations Climate Change Conference, 2021, Glasgow, Vereinigtes Königreich.

9. Kurz und bündig zusammengefasst

Können wir mit Holz zugleich und zunehmend Häuser bauen, Wärme- und Stromnetze betreiben, uns kleiden, unsere Waren verpacken und Kunststoffe ersetzen?

Nein! Denn Holz ist zwar ungemein vielseitig, aber nicht in einem Maße verfügbar, dass jede Form der Holznutzung zugleich machbar wäre.

Die Wälder der Welt können nicht ausreichend nachhaltig gewonnenes Holz zur Verfügung stellen. Der Verbrauch ist global und insbesondere in Industrienationen wie Deutschland bereits heute zu hoch.

Womit müssen wir rechnen?

- » 2020 war der weltweite Verbrauch mit 4,3 bis 5,0 Milliarden Kubikmetern Holz mit Rinde alarmierend hoch.
- » Nehmen wir den Biodiversitäts- und Klimaschutz ernst, dann können wir weltweit und nachhaltig rund 3,0 Milliarden Kubikmeter Holz mit Rinde ernten. Schon mit deutlichen Einschränkungen bei der Nachhaltigkeit könnten es maximal 4,2 Milliarden Kubikmeter Holz mit Rinde sein (Nutzung von 80 Prozent des Zuwachses der Wälder und 100 Prozent der Plantagen).
- » Der Vergleich des Holzverbrauchs mit dem Holzangebot zeigt, dass der Verbrauch die Hochrisikogrenze überschreitet und bereits heute nicht nachhaltig ist.
- » Die planetaren Grenzen nachhaltiger Holznutzung werden schon jetzt um drei Prozent (Hochrisikogrenze) bis 67 Prozent (Niedrigrisikogrenze) überschritten. Die Übernutzung der Wälder wächst mit der global zunehmenden Nachfrage – insbesondere von Ländern mit bereits hohem Konsumniveau – rasch weiter an. Eine Gefahr für unsere Wälder weltweit!
- » Das Verbrauchsniveau in Deutschland (Pro-Kopf-Verbrauch in Bezug zur Bevölkerungsgröße mit ca. 1,2 Kubikmetern ohne Rinde im Jahr 2021) ist mehr als doppelt so hoch wie der weltweite Durchschnitt (ca. 0,5 Kubikmeter ohne Rinde pro Person im Jahr 2021). Deutschland steht beispielhaft für Hochkonsumländer. Obwohl Deutschland über relativ große Waldressourcen verfügt, importiert unser Land Holz, um seine derzeitige Nachfrage zu decken und damit ausreichend Holz für die große inländische Holzindustrie und für deren Exporte zur Verfügung steht.
- » In allen betrachteten Branchen (Energie, Bauen, Biokunststoffe, Textilien, Chemie) wächst der Holzverbrauch.
- » Keine (!) unserer „Was-wäre-wenn“-Betrachtungen (Stopp der Entwaldung, Umsetzung der Bonn Challenge und NYDF zur Wiederherstellung von Waldlandschaften, Ausweitung von Aufforstungs- und Plantagenflächen sowie die Ausweitung der für die Holzversorgung verfügbaren Waldflächen [FAWS] in die Primärwälder hinein) lässt Möglichkeiten erkennen, wie man das Holzangebot auf das Niveau der Nachfrage heben könnte.

Welchen Weg sollten wir einschlagen?

- » Ein verringerter Verbrauch ist der Königsweg, um die verbleibenden Wälder zu erhalten und um zu versuchen, die globale Lücke zwischen Nachfrage und nachhaltigem Holzangebot zu schließen.
- » Bis 2030 müssen nicht nachhaltige Konsummuster überwunden werden. Zudem sollten alle Menschen den Wert Biologischer Vielfalt begreifen, anerkennen und wertschätzen. Diese Verfasstheit wird es ihnen möglich machen, verantwortungsvolle Entscheidungen nachzuvollziehen, mitzutragen und zu treffen, sodass die Biologische Vielfalt und das Klima dauerhaft den nötigen Schutz erhalten.
- » Der vorliegende Bericht ist ein Warnsignal. Und er fordert zum Handeln auf: politische Entscheider:innen, Industrie und Gesellschaft. Sie alle müssen sich angesichts des notwendigen Erhalts der Wälder mit dem hohen Holzverbrauch befassen. Ein Diskurs wäre dann darüber nötig, wie Holz in einer ausgewogenen Bioökonomie am besten genutzt werden sollte. Wir haben sechs Schlüsselbotschaften für politische Entscheidungsträger:innen entwickelt:
 - 1) Prioritäten bei der Holznutzung setzen
 - 2) Umweltkriminalität/illegalen Holzeinschlag und -handel effektiv bekämpfen
 - 3) Waldbewirtschaftung muss gesunde, resiliente, natürliche Wälder zum Ziel haben
 - 4) Verbrauch überwachen, Richtwerte/Benchmarks festlegen
 - 5) In Benchmarks und Fußabdruck-Forschung investieren
 - 6) Einführen von Fußabdrücken der Holznutzung in den Nachhaltigkeitsbetrachtungen auf nationaler, EU- und globaler Ebene

Abkürzungen und Einheiten

Abkürzungsverzeichnis

AFi	Accountability Framework initiative
CBD	Übereinkommen über die Biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity)
EU	Europäische Union (European Union)
FAO	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen/ Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FAWS	für die Holzversorgung verfügbare Waldflächen (Forest available for wood supply)
F&E	Forschung und Entwicklung
FSC	Forest Stewardship Council®
GINFORS	Global Interindustry FORecasting System
IUCN	International Union for Conservation of Nature (Weltnaturschutzorganisation)
MAI	mittlerer jährlicher Zuwachs (mean annual increment)
NAI	jährlicher Nettozuwachs (net annual increment)
NYDF	New York Declaration on Forests
UN	Vereinte Nationen (United Nations)
USA	Vereinigte Staaten (United States of America)
USD	US-Dollar
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wide Fund for Nature

Verzeichnis der Einheiten

CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ e	Kohlendioxid-Äquivalente
Mio. ha	Millionen Hektar
Mrd. m ³	Milliarden Kubikmeter
Mio. t	Millionen Tonnen
ha	Hektar
m ³	Kubikmeter
m ³ /ha*Jahr	Kubikmeter pro Hektar und Jahr

Referenzen

Die Nummerierung der Quellen in dieser deutschsprachigen Zusammenfassung folgt dem englischsprachigen Hauptbericht, siehe wwf.de/everything-from-wood

- [1] Grantham H. S., A. Duncan, T. D. Evans et al., „Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity“, *Nature Communications*, vol. 11, no. 1, Dez. 2020, doi: 10.1038/s41467-020-19493-3.
- [2] Haddad N. M., L. A. Brudvig, J. Clobert et al., „Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth’s ecosystems“, *Science Advances*, vol. 1, no. 2, Mar. 2015, doi: 10.1126/sciadv.1500052.
- [3] Lewis S. L., C. E. Wheeler, E. T. A. Mitchard und A. Koch, „Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon“, *Nature*, vol. 568, no. 7750, S. 25–28, Apr. 2019, doi: 10.1038/d41586-019-01026-8.
- [4] FAO, „Global Forest Resources Assessment 2020“, *Global Forest Resources Assessment 2020*. FAO, Jul. 21, 2020, doi: 10.4060/ca9825en.
- [5] O’Brien M. und S. Bringezu, „European Timber Consumption: Developing a Method to Account for Timber Flows and the EU’s Global Forest Footprint“, *Ecological Economics*, vol. 147, S. 322–332, May 2018, doi: 10.1016/j.ecolecon.2018.01.027.
- [6] Deutscher Bundestag, „Nationaler und internationaler Handel mit Bauholz aus Deutschland Dokumentation Wissenschaftliche Dienste“, WD 5 - 3000 - 066/21, 2021.
- [7] Hetemäki L., M. Palahí und R. Nasi, „Seeing the wood in the forests“, *European Forest Institute*, 2020, doi: <https://doi.org/10.36333/k2a01>.
- [8] UN, „Forest Products Annual Market Review 2018–2019“, *United Nations Economic Commission for Europe and the Food and Agriculture Organisation of the United Nations*, Genf, 2019.
- [9] Nellemann C., R. Henriksen, A. Kreilhuber, D. Stewart, M. Kotsovou, P. Raxter, E. Mrema und S. Barrat, „The rise of environmental crime: a growing threat to natural resources, peace, development and security“, *UNEP-INTERPOL Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme and RHIPTO Rapid Response – Norwegian Center for Global Analyses*, www.rhipto.org, S. 104, 2016.
- [10] Held C., E. Meier-Landsberg und V. Alonso, „Tropical Timber 2050: An analysis of the future supply of and demand for tropical timber and its contributions to a sustainable economy“, *Technical Series 49*, *International Tropical Timber Organization*, 2021.
- [11] Bailis R., R. Drigo, A. Ghilardi und O. Masera, „The carbon footprint of traditional woodfuels“, *Nature Climate Change*, vol. 5, no. 3, S. 266–272, 2015, doi: 10.1038/nclimate2491.
- [12] Torres A., M. U. Simoi, J. K. Keiding et al., „Sustainability of the global sand system in the Anthropocene“, *One Earth*, vol. 4, no. 5, S. 639–650, May 2021, doi: 10.1016/j.oneear.2021.04.011.
- [13] EPN, „The state of the global paper industry: Shifting Seas: New challenges and Opportunities for Forests, People and the Climate“, *Environmental Paper Network*, 2018.
- [14] CEPI, „Unfold the Future: The forest fibre industry 2050 Roadmap to a low-carbon bio-economy“, *Confederation of European Paper Industries*, Brüssel, 2011.
- [15] FAO, „FAO Outlook Study on Sustainable Forest Industries: Opening Pathways to Low-Carbon Economy“, *ICFPA Annual Meeting & 52st FAO-Advisory Committee on Paper & Wood Products*, Montebello, Kanada, 2011.
- [16] Kallio A. M. I., „Wood-based textile fibre market as part of the global forest-based bioeconomy“, *Forest Policy and Economics*, vol. 123, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.forpol.2020.102364.
- [17] CEPI, „Innovative bio-based products for a sustainable future: A Cepi study on Pulp and Paper Industry biorefineries in Europe“, *CEPI*, 2021.
- [18] European Bioplastics and nova-Institute, „Bioplastics market development update 2020“, www.european-bioplastics.org, Berlin und Hürth, 2020.
- [19] FNR, „Bioenergiepotenzial 2050 – Was kann Bioenergie leisten? [Bioenergy potential 2050 – What can bioenergy deliver?]“, *Online-Grafik*; <https://mediathek.fnr.de/grafiken/pressegrafiken/bioenergiepotenzial-2050-was-kann-bioenergie-leisten.html>. *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.*, 2021.
- [20] Bringezu S., M. Banse, L. Ahmann et al., „Pilot report on the monitoring of the German bioeconomy“, *Kassel*, 2021, doi:10.17170/kobra-202201115406.
- [21] BMEL, „Der Wald in Deutschland – Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur“, *Berlin*, 2014.

- [22] Lesiv M., D. Schepaschenko, M. Buchhorn et al., „Global forest management data at a 100m resolution for the year 2015“, In *Nature Scientific Data* (Version 2), 2021, doi: 10.5281/zenodo.5115984.
- [23] Nellemann C., R. Henriksen, R. Pravettoni und S. Jespersen, „Forestry Crimes and Our Planet“, in *The Wicked Problem of Forest Policy*, Cambridge University Press, 2020, S. 197–230, doi: 10.1017/9781108684439.007.
- [29] Forest Europe „State of Europe’s Forests 2020“ Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe“, UNECE and FAO. Bratislava, Slovakia, S. 394, 2020. Aufgerufen: 8 März 2021. [Online]. Abrufbar: <https://foresteurope.org/state-europes-forests-2020/>.
- [31] Pendrill F., U. M. Persson, J. Godar und T. Kastner, „Deforestation displaced: Trade in forest-risk commodities and the prospects for a global forest transition“, *Environmental Research Letters*, vol. 14, no. 5, Mai 2019, doi: 10.1088/1748-9326/ab0d41.
- [32] Lenzen M., D. Moran, K. Kanemoto, B. Foran, L. Lobefaro und A. Geschke, „International trade drives biodiversity threats in developing nations“, *Nature*, vol. 486, no. 7401, Jun. 2012, doi: 10.1038/nature11145.
- [33] Chaudhary A. und T. Kastner, „Land use biodiversity impacts embodied in international food trade“, *Global Environmental Change*, vol. 38, Mai 2016, doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.03.013.
- [34] Meyfroidt P., E. F. Lambin, K.-H. Erb und T. W. Hertel, „Globalisation of land use: distant drivers of land change and geographic displacement of land use“, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 5, no. 5, Okt. 2013, doi: 10.1016/j.cosust.2013.04.003.
- [35] Bringezu S., M. Distelkamp, C. Lutz et al., „Environmental and socioeconomic footprints of the German bioeconomy“, *Nature Sustainability*, vol. 4, no. 9, S. 775–783, Sep. 2021, doi: 10.1038/s41893-021-00725-3.
- [38] Verkerk P. J., M. Hasegawa, J. van Brusselen, M. Cramm, X. Chen et al., „Forest products in the global bioeconomy – Enabling substitution by wood-based products and contributing to the Sustainable Development Goals“, Rom, FAO, 2021, doi: 10.4060/cb7274en.
- [40] Chokkalingam U. und W. de Jong, „Secondary forest: a working definition and typology“, *International Forestry Review*, vol. 3, no. 1, S. 19–26, 2001.
- [42] Rockström J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Stuart Chapin III, E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen und J. A. Foley, „A safe operating space for humanity“, *Nature*, vol. 461, no. 7263, Sep. 2009, doi: 10.1038/461472a.
- [43] MEA, „Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and Human Well-being“, Island Press and World Resource Institute, Washington, DC, 2005.
- [44] WRI, „Global Forest Review, 2021, update 2“, World Resources Institute, Abrufbar: <https://research.wri.org/gfr/global-forest-review>, Washington, DC, 2021.
- [50] Shukla P. R., J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte et al., „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 Head of TSU (Operations) IT/Web Manager Senior Administrator“, 2019. [Online]. Abrufbar: www.ipcc.ch.
- [52] Waring B., M. Neumann, I. C. Prentice, M. Adams, P. Smith und M. Siegert, „Forests and Decarbonisation – Roles of Natural and Planted Forests“, *Frontiers in Forests and Global Change*, vol. 3, May 2020, doi: 10.3389/ffgc.2020.00058.
- [54] Mildrexler D. J., L. T. Berner, B. E. Law, R. A. Birdsey und W. R. Moomaw, „Large Trees Dominate Carbon Storage in Forests East of the Cascade Crest in the United States Pacific Northwest“, *Frontiers in Forests and Global Change*, vol. 3, Nov. 2020, doi: 10.3389/ffgc.2020.594274.
- [55] Luysaert S., E. D. Schulze, A. Börner, A. Knohl, D. Hessenmöller, B. E. Law, P. Ciais und J. Grace, „Old-growth forests as global carbon sinks“, *Nature*, vol. 455, no. 7210, S. 213–215, Sep. 2008, doi: 10.1038/nature07276.
- [56] Gundersen P., E. E. Thybring, T. Nord-Larsen, L. Vesterdal, K. J. Nadelhoffer und V. K. Johannsen, „Old-growth forest carbon sinks overestimated“, *Nature*, vol. 591, no. 7851, S. E21–E23, Mar. 2021, doi: 10.1038/s41586-021-03266-z.
- [57] Moomaw W. R., S. A. Masino und E. K. Faison, „Intact Forests in the United States: Proforestation Mitigates Climate Change and Serves the Greatest Good“, *Frontiers in Forests and Global Change*, vol. 2, Jun. 2019, doi: 10.3389/ffgc.2019.00027.
- [58] Gatti L. V., L. S. Basso, J. B. Miller et al., „Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change“, *Nature*, vol. 595, no. 7867, S. 388–393, 2021, doi: 10.1038/s41586-021-03629-6.

- [66] Pacheco P., K. Mo, N. Dudley, A. Shapiro, N. Aguilar-Amuchastegui, P.Y. Ling, C. Anderson und A. Marx, „Deforestation fronts: Drivers and responses in a changing world“, WWF, Gland, 2021, <https://media.wwf.no/assets/attachments/Deforestation-fronts-drivers-and-responses-in-a-changing-world-full-report.pdf>.
- [74] AFi und CDP, „Disclosure for a deforestation free supply chain: An Accountability Framework baseline for 2020 and beyond“, Accountability Framework initiative, 2020.
- [111] Ceddia M. G., U. Gunter und A. Corriveau-Bourque, „Land tenure and agricultural expansion in Latin America: The role of Indigenous Peoples’ and local communities’ forest rights“, *Global Environmental Change*, vol. 35, S. 316–322, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.09.010.
- [112] Sajeva G., G. Borrini-Feyerabend und T. Niederberger, „Meanings and more... Policy Brief of the ICCA Consortium, Issue No. 7“, ICCA Consortium in collaboration with Cenesta, 2019.
- [122] C. Senf et al., „Canopy mortality has doubled in Europe’s temperate forests over the last three decades“, *Nature Communications*, vol. 9, no. 1, S. 1–8, 2018, doi: 10.1038/s41467-018-07539-6.
- [115] CBD, „Draft report on the open-ended working group on the post-2020 global biodiversity framework on its third meeting“, September, Convention on Biological Diversity, 2021. Aufgerufen: 29. November 2021. [Online]. Abrufbar: <https://www.cbd.int/doc/c/634e/15be/78d817a-6d4e-f4520408ed501/wg2020-03-l-01-en.pdf>.
- [120] NSW, „2019–20 Wildfires: Environmental impacts and implications for timber harvesting in NSW State forests“, State of New South Wales (NSW) through Forestry Corporation of NSW, 2020.
- [129] Graham R. T., M. A. Battaglia und T. B. Jain, „A scenario-based assessment to inform sustainable ponderosa pine timber harvest on the Black Hills National Forest“, Fort Collins, 2021, doi: 10.2737/RMRS-GTR-422.
- [131] Forzieri G., M. Girardello, G. Ceccherini, J. Spinoni und L. Feyen, „Emergent vulnerability to climate-driven disturbances in European forests“, *Nature Communications*, no. 12, S. 1081, 2021, doi: 10.1038/s41467-021-21399-7.
- [135] Johnston C. M. T. und V. C. Radeloff, „Global mitigation potential of carbon stored in harvested wood products“, *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 116, no. 29, S. 14526–14531, 2019, doi: 10.1073/pnas.1904231116.
- [142] UN, „Forest Products Annual Market Review 2019–2020“, UNECE und FAO, Genf, 2020.
- [143] Buongiorno J., S. Zhu, R. Raunikar und J. Prestemon, „Outlook to 2060 for world forest and forest industries“, A technical document supporting the Forest Service 2010 RPA Assessment. Supported by the USDA. Ashville, USA, 2012.
- [144] Morland C. und F. Schier, „Modelling bioeconomy scenario pathways for the forest products markets with emerging lignocellulosic products“, *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 24, S. 1–15, Dez. 2020, doi: 10.3390/su122410540.
- [145] WWF, „Living Forests Report: Chapter 4: Forests and wood products“, 2012. [Online]. Abrufbar: <https://www.worldwildlife.org/publications/wwf-s-living-forest-report-chapter-4-forests-and-wood-products>.
- [147] Nellemann C., „Green Carbon, Black Trade: Illegal Logging, Tax Fraud and Laundering in the World’s Tropical Forests“, INTERPOL und UNEP, 2012.
- [162] European Commission, „Brief on biomass for energy in the European Union“, 2019, doi: 10.2760/546943.
- [171] FNR, „Biobased products Facts and Figures 2021“, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Agency for Renewable Resources), 2021.
- [172] Luick R., K. Hennenberg, C. Leuschner et al., „Urwälder, Natur- und Wirtschaftswälder im Kontext von Biodiversitäts- und Klimaschutz. Teil 2: Das Narrativ von der Klimaneutralität der Ressource Holz“, *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)*, vol. 53, no. 1, S. 22–35, Dez. 2021, doi: 10.1399/NuL.2022.01.02.e.
- [198] WEF, „The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics“, World Economic Forum (WEF), 2016.
- [202] Selvamurugan Muthusamy M. und S. Pramasivam, „Bioplastics – An Eco-friendly Alternative to Petrochemical Plastics“, *Current World Environment*, vol. 14, no. 1, S. 49–59, Apr. 2019, doi: 10.12944/CWE.14.1.07.
- [203] Bauchmüller V., M. Carus, R. Chinthapalli, L. Dammer, N. Hark et al., „BioSinn: Products for which biodegradation makes sense“, funded by the German Federal Ministry of Food and Agriculture. Nova-Institut, Hürth, Deutschland, 2021.

- [211] Fang K., S. Song, R. Heijungs et al., „The footprint’s fingerprint: on the classification of the footprint family“, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 23. Elsevier B.V., S. 54–62, Dez. 01, 2016, doi: 10.1016/j.cosust.2016.12.002.
- [212] WWF, ZSL und Global Footprint Network, „Living Planet Report 2010“, Gland, Schweiz, 2012.
- [213] Wackernagel M. und W. E. Rees, „Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on Earth“, Gabriola Island, B.C., Kanada: New Society Publishers, 1996.
- [214] Lenzen M., A. Geschke, J. West et al., „Implementing the material footprint to measure progress towards Sustainable Development Goals 8 and 12“, *Nature Sustainability*, Dez. 2021, doi: 10.1038/s41893-021-00811-6.
- [215] Oberle B., S. Bringezu, S. Hatfield-Dodds et al., „Global Resources Outlook 2019 – Natural Resources for the Future we want“, International Resource Panel, UNEP, Nairobi, Kenia, 2019.
- [216] Hoekstra A. Y., A. K. Chapagain, M. M. Aldaya und M. M. Mekonnen, „The Water Footprint Assessment Manual – Setting the Global Standard“, London, UK and Washington DC, USA: Earthscan, 2011.
- [217] Schomberg A. C., S. Bringezu und M. Flörke, „Extended life cycle assessment reveals the spatially-explicit water scarcity footprint of a lithium-ion battery storage“, *Communications Earth & Environment*, vol. 2, no. 1, S. 11, Dez. 2021, doi: 10.1038/s43247-020-00080-9.
- [218] Hertwich E. G. und G. P. Peters, „Carbon footprint of nations: A global, trade-linked analysis“, *Environmental Science & Technology*, vol. 43, no. 16, S. 6414–6420, 2009, doi: 10.1021/es803496a.
- [219] O’Brien M., H. Schütz und S. Bringezu, „The land footprint of the EU bioeconomy: Monitoring tools, gaps and needs“, *Land Use Policy*, vol. 47, 2015, doi: 10.1016/j.landusepol.2015.04.012.
- [220] Marques A., M. Robuchon, S. Hellweg et al., „A research perspective towards a more complete biodiversity footprint: a report from the World Biodiversity Forum“, *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 26, no. 2, S. 238–243, Feb. 2021, doi: 10.1007/s11367-020-01846-1.
- [221] Koslowski M., D. D. Moran, A. Tisserant, F. Verones und R. Wood, „Quantifying Europe’s biodiversity footprints and the role of urbanisation and income“, *Global Sustainability*, vol. 3, S. e1, Jan. 2020, doi: 10.1017/sus.2019.23.
- [222] Lammerant J. et al., „Assessment of Biodiversity Measurement Approaches for Businesses and Financial Institutions. Update Report 2“, Brüssel, 2019.
- [223] Berger J. et al., „Common ground in biodiversity footprint methodologies for the financial sector: working paper“, Paris: Mission économie de la biodiversité, CDC Biodiversité., 2018.
- [224] Beck-O’Brien M. und S. Bringezu, „Biodiversity Monitoring in Long-Distance Food Supply Chains: Tools, Gaps and Needs to Meet Business Requirements and Sustainability Goals“, *Sustainability*, vol. 13, no. 15, S. 8536, Jul. 2021, doi: 10.3390/su13158536.
- [225] Egenolf V., G. Vita, M. Distelkamp, F. Schier, R. Hüfner und S. Bringezu, „The Timber Footprint of the German Bioeconomy – State of the Art and Past Development“, S. 1–19, 2021, doi: 10.3390/su13073878.
- [226] Mantau U., P. Döring, H. Weimar, S. Glasenapp und Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), „Rohstoffmonitoring Holz – Mengenmäßige Erfassung und Bilanzierung der Holzverwendung in Deutschland“, Hamburg, Deutschland, 2018.
- [227] Stadler K., R. Wood, T. Bulavskaya et al., „EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables“, *Journal of Industrial Ecology*, vol. 22, no. 3, S. 502–515, 2018, doi: 10.1111/jiec.12715.
- [228] Peters G. P., R. Andrew und J. Lennox, „Constructing an environmentally extended multi-regional input-output table using the GTAP database“, *Economic Systems Research*, vol. 23, no. 2, S. 131–152, 2011, doi: 10.1080/09535314.2011.563234.
- [229] Timmer M. P., E. Dietzenbacher, B. Los, R. Stehrer und G. J. de Vries, „An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: The Case of Global Automotive Production“, *Review of International Economics*, vol. 23, no. 3, S. 575–605, 2015, doi: 10.1111/roie.12178.
- [230] Lenzen M., K. Kanemoto, D. Moran und A. Geschke, „Mapping the structure of the world economy“, *Environmental Science & Technology*, vol. 46, no. 15, S. 8374–8381, 2012, doi: 10.1021/es300171x.
- [232] Polley H., P. Henning und F. Schwitzgebel, „Ergebnisse und Methoden der zweiten Bundeswaldinventur: Holzvorrat, Holzzuwachs und Holznutzung“, *EFZ/Der Wald*, vol. 60, no. 3, S. 111–113, 2005.
- [233] Oehmichen K., S. Klatt, K. Gerber, H. Polley, S. Röhling und K. Dunger, „Die alternativen WEHAM-Szenarien: Holzpräferenz, Naturschutzpräferenz und Trendfortschreibung. Szenarienentwicklung, Ergebnisse und Analyse“, Braunschweig, 2018.

- [234] FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., „Laubholz Produktmärkte aus technisch-wirtschaftlicher und marktstruktureller Sicht“, Gülzow, Deutschland, 2020. [Online]. Abrufbar: https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Brosch_LaubholzProduktmaerkte_WEB.pdf.
- [238] Garibaldi L. A., F. J. Oddi, F. E. Miguez et al., „Working landscapes need at least 20% native habitat“, *Conservation Letters*, vol. 14, no. 2., John Wiley & Sons Inc., Mar. 01, 2021, doi: 10.1111/conl.12773.
- [239] Rai E. A., S. I. Slastnikov, A. v. Studentsov, I. B. Amosova, A. S. Basov et al., „Guidelines for Sustainable Forest Management and Responsible Production for Russian Timber Suppliers“, WWF Russland, Moskau, 2020.
- [240] Winter S., H. Begehold, M. Herrmann et al., „Best Practice Handbook – Nature Conservation in Beech Forests Used for Timber – Nature conservation objectives and management recommendations for mature beech forests in north-eastern Germany“, Land Brandenburg, 2020.
- [259] Rockström J., J. Gupta, T. M. Lenton et al., „Identifying a Safe and Just Corridor for People and the Planet“, *Earth’s Future*, vol. 9, no. 4, Apr. 2021, doi: 10.1029/2020EF001866.
- [261] European Commission, „Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives“, COM/2020/380, Europäische Kommission, Brüssel, 2020.
- [265] UN, „Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrial temperate/boreal countries). Geneva Timber and Forest Study Papers 17“, United Nations, New York, USA und Genf, Schweiz, 2000.
- [266] Alberdi I., R. Michalak, C. Fischer et al., „Towards harmonized assessment of European forest availability for wood supply in Europe“, *Forest Policy and Economics*, vol. 70, S. 20–29, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.forpol.2016.05.014.
- [268] Egenolf V., M. Distelkamp, C. Morland, M. Beck-O’Brien und S. Bringezu, „The timber footprint of German bioeconomy scenarios compared to the planetary boundaries for sustainable roundwood supply“, in preparation.
- [275] O’Brien M., „Timber consumption and sustainable forest use: Assessing the EU’s current and expected consumption of global timber in relation to the global capacity for sustainable supply“, Kassel, Kassel University Press, 2016.
- [276] FAO, „Term Portal“. Aufgerufen: März 2022. [Online]. Abrufbar: <https://www.fao.org/faoterm/viewentry/en/?entryId=161752>.
- [277] Klemperer D. W., „Forest Resource Economics and Finance“, Virginia Polytechnic Institute and State University, McGraw-Hill Inc., 1996.
- [278] FAO, „Global Fibre Supply Model“, Rom, Italien, 1998.
- [279] FAO, „Global Forest Resources Assessment 2015“, FAO, Rom, 2015, doi: 10.1002/2014GB005021.
- [280] Brown C., „The Global Outlook for Future Wood Supply from Forest Plantations“, Working Paper No: GFPOS/WP/03, FAO, 2000.
- [281] FAO, „Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species“, FAO, Rom, Italien, 2001.
- [282] Reyer C. P. O., S. Bathgate, K. Blennow et al., „Are forest disturbances amplifying or cancelling out climate change-induced productivity changes in European forests?“, *Environmental Research Letters*, vol. 12, no. 3, 2017, doi: 10.1088/1748-9326/aa5ef1.
- [321] CBD – Convention on Biological Diversity 2020: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>.
- [322] Lovejoy T. E., C. Nobre, „Amazon Tipping Point“, *Science Advances*, vol. 4, no 2, 2018, doi: 10.1126/sciadv.aat2340.
- [323] Lenton T. M., J. Rockström, O. Gaffney, S. Rahmstorf, K. Richardson, W. Steffen und H. J. Schellhuber et al., „Climate tipping points – too risky to be against“, *Nature*, vol. 575, S. 592–595, 2019.
- [324] Wiebe K. S., M. Harsdorff, G. Montt, M.S. Simas, R. Wood, „Global Circular Economy Scenario in a Multiregional Input-Output Framework“, *Environ. Sci. Technol.*, vol 53, S. 6362–6372, 2019, doi: [org/10.1021/acs.est.9b01208](https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01208).
- [325] „Circular Economy Action Plan“, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9dc6aa01-39d2-11eb-b27b-01aa75ed71a1>, <https://www.wwf.de/zusammenarbeit-mit-unternehmen/circular-economy>, *Circularity Gap Report 2022*: <https://circularity-gap.world/2022#Download-the-report#>.



Mehr WWF-Wissen
in unserer App.
Jetzt herunterladen!



iOS



Android



Auch über einen
Browser erreichbar.



Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.



best brands

2020 das deutsche markenranking

WWF ist die beste Nachhaltigkeitsorganisation 2020

Best Brands Awards 02/2020
wwf.de/bestbrands

WWF Deutschland
Reinhardtstraße 18 | 10117 Berlin
Tel.: +49 30 311 777-700
info@wwf.de | wwf.de