

Zustand der Wälder weltweit

Martin Herold

Zusammenfassung

Durch die Kombination von Geländemessungen und Fernerkundung hat sich das Verständnis des Waldzustands global und national erheblich verbessert. Die weltweite Waldfläche von derzeit etwa 4,1 Mrd. Hektar nimmt seit 1990 insgesamt ab, insbesondere in den tropischen Regionen Afrikas und Südamerikas, während z. B. in Europa Zuwächse der Waldfläche verzeichnet werden. Raum-zeitlich detailgenaue Analysen (vor allem aus Fernerkundungsdaten) zeigen die dynamische Natur der Wälder, die regional auch positive Entwicklungstrends aufweisen. Die Interpretation und Bedeutung dieser Veränderungen hängen stark vom natürlichen und politischen Kontext ab. Im Rahmen des europäischen Green Deal wurden zahlreiche Regularien eingeführt, darunter die EU-Entwaldungsverordnung (EUDR), die den Import entwaldungsrelevanter Produkte wie Holz, Kakao, Soja und Kaffee in die EU verbietet, um den Waldverlust zu reduzieren. Die EU-Klimagesetzgebung und Verordnungen zur Restaurierung degradierter Flächen betonen die ökologische und wirtschaftliche Relevanz vor allem mit Wald als Kohlenstoffsенke und in der Bereitstellung verschiedener Ökosystemleistungen. Für die Zukunft bleibt es eine zentrale Aufgabe, dynamische Waldveränderungen, etwa durch Störungen, zeitnah zu erfassen – sowohl national in Deutschland als auch global –, um nachhaltige Management- und Schutzmaßnahmen zu ermöglichen.

Summary

Status of forests globally

The combined use of field surveys and remote sensing data has substantially improved our understanding of forest condition at both global and national scales. The global forest area of approximately 4.1 billion hectares has declined overall since 1990, particularly in tropical Africa and South America, whereas it increased, for example, in Europe. Spatiotemporally detailed analyses (primarily based on remote sensing data) reveal the dynamic nature of forests, some of which also show positive trends at the regional level. The interpretation and significance of these changes depend strongly on both natural and political contexts. As part of the European Green Deal, numerous regulations have been implemented, including the EU Deforestation Regulation (EUDR), which restricts the import of deforestation-related products such as timber, cocoa, soy, and coffee into the EU in order to reduce deforestation. EU climate legislation and regulations on restoring degraded areas emphasize the ecological and economic relevance of forests, particularly in their role as carbon sinks and in providing ecosystem services. Looking ahead, a key task remains the timely detection of dynamic forest changes, for example, due to disturbances – both nationally in Germany and globally – to enable sustainable management and conservation measures.

Der Beitrag basiert auf einem von dem Autor überarbeiteten Transkript seines Vortrags vom 24. März 2026 in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

✉ Prof. Dr. Martin Herold, GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung, Wissenschaftspark Albert-Einstein, Telegrafenberg, 14473 Potsdam; martin.herold@gfz.de

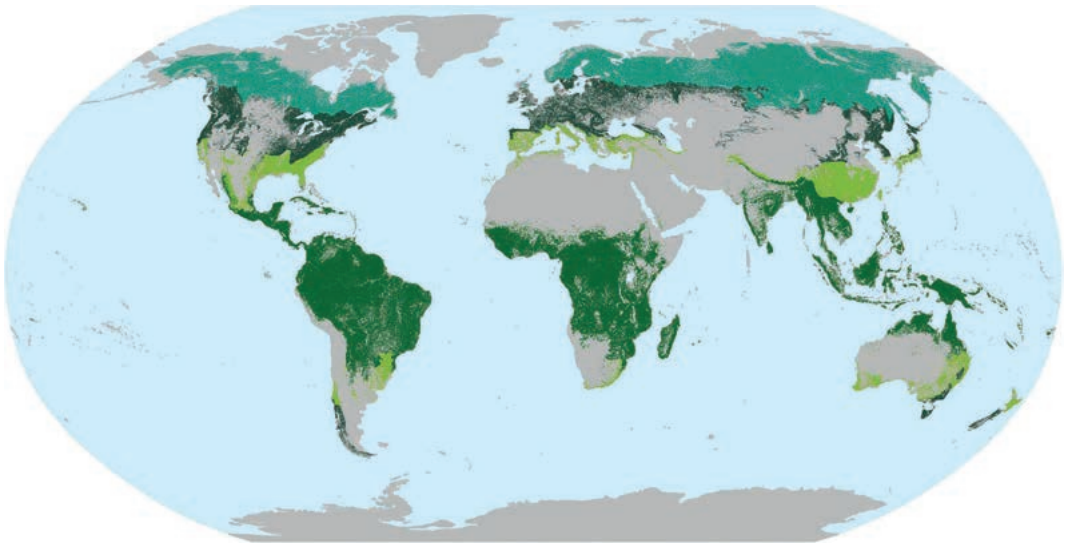


Abb. 1. Verteilung der globalen Waldfläche nach Klimazonen (■ boreal; ■ gemäßigt; ■ subtropisch; ■ tropisch; ■ keine Waldflächen). – © FAO (2025).

Einführung

Die Welternährungsorganisation FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) erarbeitet alle fünf Jahre auf Basis der von den Ländern gelieferten Daten einen globalen Waldzustandsbericht (Global Forest Resources Assessment, FRA). Der letzte Bericht erschien 2025 (FAO 2025). Die an die FAO gemeldeten Daten der Länder stammen dabei aus Waldinventuren und Fernerkundungsdaten, die i.d.R. über Satelliten erhoben werden. In beiden Bereichen ist es dabei in den letzten 20 Jahren in vielen Ländern und vor allem in den tropischen Ländern zu erheblichen Verbesserungen gekommen (Nesha et al. 2021, 2022).

Weltweit nehmen Wälder eine Fläche von 4,1 Mrd. Hektar (41 Mio. km²) ein und bedecken damit ca. 32 % der Landoberfläche (Abb. 1, FAO 2025). Den größten Anteil haben tropische Wälder (45 %), gefolgt von borealen (28 %), temperaten (17 %) und subtropischen Wäldern (11 %). Fast 50 % der Wälder werden zur Erzeugung von Forstprodukten genutzt, ein Fünftel der weltweiten Wälder befindet sich in rechtlich ausgewiesenen Schutzgebieten (FAO 2025). Die FAO definiert Wald dabei als »Fläche von mehr als 0,5 Hektar mit Bäumen, die höher als 5 Meter sind, und einem Kronendachanteil von

mehr als 10 %, oder mit Bäumen, die in situ diese Schwellenwerte erreichen können. [...] Wald wird sowohl durch das Vorhandensein von Bäumen als auch durch das Fehlen einer anderen vorherrschenden Landnutzung bestimmt.« (FAO 2023, S. 7). Die Zahl von 4,1 Mrd. Hektar Waldfläche wurde in einem Vergleich der von den Ländern gelieferten Daten mit unabhängigen Fernerkundungsdaten vor kurzem bestätigt (Bourgoin et al. 2026).

Entwicklung der weltweiten Waldfläche

Seit 1990 gingen 200 Mio. Hektar Wald verloren, vor allem in Afrika und Südamerika (Abb. 2, FAO 2025). In den Jahren 2015 bis 2025 betrug der jährliche Netto-Waldflächenverlust 4,12 Mio. Hektar (Zuwachs 6,78 Mio. ha/Jahr, Verlust: 10,9 Mio. ha/Jahr; FAO 2025). Die Waldfläche vergrößerte sich vor allem in Asien und Europa. Hier kommen z.B. großflächige Aufforstungsprogramme in China zum Tragen sowie Investitionen in eine langfristige nachhaltige Waldbewirtschaftung.

Über Satellitendaten kann die Baumbedeckung gut nachverfolgt werden. Im Zeitraum 2012–2025 liegt der Kronendachverlust im Bereich von 23 bis 30 Mio. Hektar jährlich (Abb. 3,

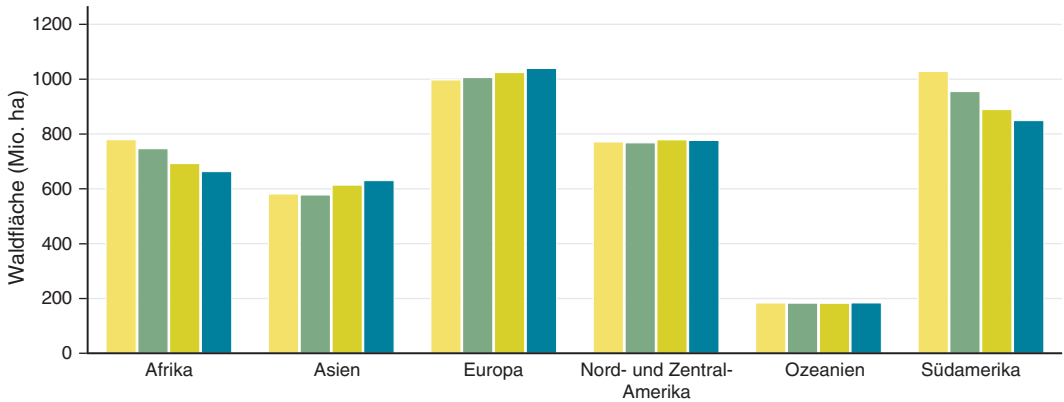


Abb. 2. Entwicklung der weltweiten Waldfläche (in Millionen Hektar) von 1990 bis 2025 (■ 1990; ■ 2000; ■ 2015; ■ 2025) nach Regionen (Europa: einschl. der Russischen Föderation). – © FAO (2025).

Global Forest Watch 2026a). Allerdings beruht davon nur ca. ein Drittel auf klassischer Entwaldung im Sinne einer Landnutzungsänderung, zwei Drittel beruhen auf temporären Störungen im Baumkronendach natürlichen oder anthropogenen Ursprungs. Damit rückt die Zahl wieder in eine vergleichbare Größenordnung zu den o. g. 10,9 Mio. Hektar, die von der FAO als jährlicher Verlust (brutto) angegeben werden.

Hauptursache der (permanenten) Entwaldung ist, vor allem in den Tropen, zu 95 % die Ausbreitung der Landwirtschaft (insgesamt 170 Mio. Hektar im Zeitraum 2001–2024) und zu nur geringen Teilen der Abbau von Rohstoffen (4,7 Mio. ha) und der Ausbau von Siedlungen und Infrastruktur (4,5 Mio. ha). Temporäre Störungen beruhen vor allem auf Holzeinschlag (130 Mio. ha) und natürlichen Bränden (150 Mio. ha), dazu kommen Wanderfeldbau (Brandrodungswirtschaft;

49 Mio. ha) sowie weitere natürliche Ursachen (7,3 Mio. ha; Global Forest Watch 2026a).

Die gerodeten Waldflächen werden in den Tropen unterschiedlich landwirtschaftlich genutzt. In Südamerika werden entwaldete Flächen v. a. als Weideland und für den Sojaanbau verwendet, in Westafrika für den Anbau von Kakao und Cashew und im tropischen Südostasien für Ölpalm- und Kautschukplantagen (Masolele et al. 2024).

Sind die Wälder weltweit eine CO₂-Senke oder -Quelle?

Mit der Waldfläche gehen auch die Funktionen der Wälder verloren. Eine der Auswirkungen ist der Einfluss auf den Klimawandel, da die Biomasse im Wald als Kohlenstoffspeicher verloren geht. Mit der Rodung geht ein großer Anteil

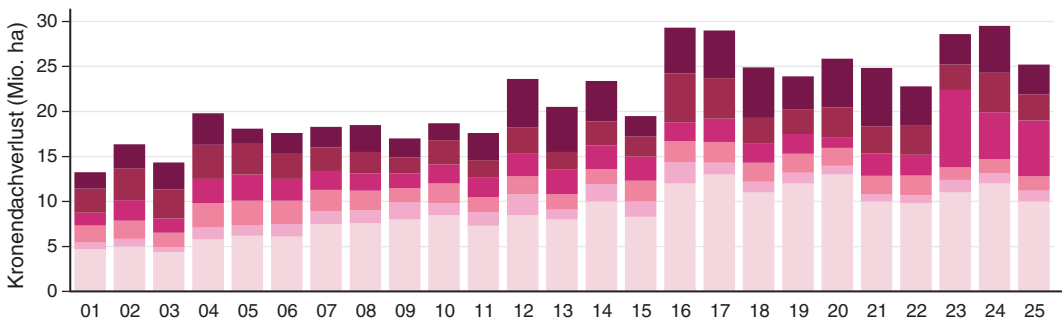


Abb. 3. Weltweiter Kronendachverlust (tree cover loss, in Millionen Hektar) von 2001 bis 2025. ■ Russ. Föderation; ■ Brasilien; ■ Kanada; ■ USA; ■ Indonesien; ■ Andere Länder. – Daten aus Global Forest Watch (2026a).

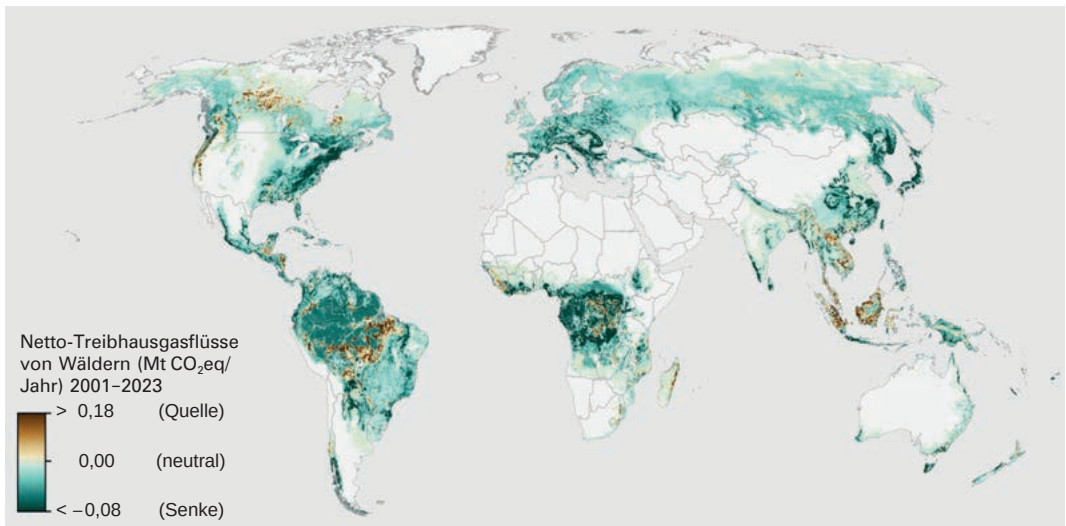


Abb. 4. Nettofluss von Treibhausgasen (in Megatonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr) über Land; jährliche Mittelwerte 2001–2023. – © Gibbs et al. (2025), updated with 2024 tree cover loss.

des in den Bäumen fixierten Kohlenstoffs in die Atmosphäre und trägt zum Klimawandel bei. In Abb. 4 sind diejenigen Gebiete braun gefärbt, die über die letzten Jahre Kohlenstoff v. a. durch Entwaldung verloren haben und die eine Quelle für CO₂ geworden sind (Harris et al. 2021, Gibbs et al. 2025). Insgesamt ist der Wald global aber immer noch eine CO₂-Senke, d. h., er nimmt mehr Kohlenstoff auf als er abgibt: Emissionen von ca. 9,3 Gt CO₂eq/Jahr stehen einer Aufnahme von ca. 14 Gt CO₂eq/Jahr gegenüber (Global Forest Watch 2026b). Ohne diesen »kostenlosen Klimaschutzservice« wäre der Klimawandel deutlich stärker ausgeprägt.

Für Klimamaßnahmen im Wald gibt es zwei Hebel: Zum einen kann man die Quelle senken, d. h., man kann Entwaldung reduzieren und versuchen, den Wald als Kohlenstoffspeicher zu erhalten, zum anderen kann man die Senkenfunktion des Waldes stimulieren z. B. durch Aufforstungen oder gezielte Bewirtschaftungsmaßnahmen. Beide Effekte sind additiv und tragen zur Lösung des CO₂-Problems bei.

Wälder in Europa: abnehmende Senkenfunktion

In Europa war der Wald im Zeitraum 2001–2024 größtenteils eine Kohlenstoffsenke (Abb. 4). In den letzten Jahren hat diese Senkenfunktion

jedoch signifikant abgenommen, von ca. –450 Mt CO₂eq auf –300 Mt CO₂eq/Jahr (Migliavacca et al. 2025). Die Treibhausgasemissionen in Europa, die v. a. aus der Nutzung fossiler Energieträger stammen, sind in den letzten 20 Jahren zwar zurückgegangen, lagen aber 2023 immer noch bei ca. 3300 Mt CO₂eq und sind damit mehr als zehnmal so hoch wie die Senkenfunktion aus dem LULUCF-Sektor (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, Land Use, Land-Use Change and Forestry), die überwiegend von den Wäldern, teilweise auch von den Böden bereitgestellt wird (Migliavacca et al. 2025). Geht diese Senkenfunktion weiter verloren, wird es umso schwieriger, Klimaneutralität zu erreichen, und es ist klimapolitisch problematisch, wenn bei der Klimaneutralität der Wald als Senke mit eingepreist ist. Wie man damit sowohl politisch als auch von den Klimaschutzmaßnahmen her umgeht, ist eine aktuelle, sehr interessante Diskussion.

Einer der Gründe, warum die Senkenfunktion des Waldes zurückgeht, ist die Zunahme von Störungen, insbesondere klimarelevanter Störungen. In einigen Gebieten wird mehr Holz entnommen, es kommen aber auch Altersstruktureffekte zum Tragen. Rupert Seidl und sein Team an der TU München haben über historisch belegte Daten und Zeitreihen eine Datenbank aufgebaut, in der Kronendachstörungen und ihre Hauptgründe



Abb. 5. Störungen in Wäldern um Burghausen an der Grenze Bayern/Österreich (a) und im Ebersberger Forst bei München (b) im Zeitraum vom 01.01.2020 (gelb) bis 11.03.2026 (rot). – RADD Europe forest disturbance alerts, <https://wurnrt-raddeurope.projects.earthengine.app/view/radd-europe> [abgerufen 27.03.2026].

erfasst sind (Senf & Seidl 2021, Viana-Soto & Senf 2025); die Daten sind online verfügbar.¹

Da die Störungen sehr zeitkritisch sind, gibt es bereits erste Datensätze, die diese Veränderungen in nahezu Echtzeit aufnehmen (van der Woude et al. 2026). Das europäische Copernicus-System mit seinen Sentinel-Radar-Satelliten liefert alle ein bis zwei Tage eine Aufnahme, die zum Update des RADD Europe alert (Radar for Detecting Deforestation) beiträgt. Auch diese Daten sind online in Form einer Karte verfügbar, in die sich stark hineinzoomen lässt.² Abb. 5a zeigt beispielsweise deutliche Unterschiede in der Aktivität in Waldstücken in Bayern und Österreich. Die Anordnung der Störungen lässt auf die Managementstruktur schließen und die Farbe gibt das Datum der detektierten Veränderung wieder. So gab es in dem Waldstück in Österreich Mitte Dezember 2025 eine größere Holzentnahme. Abb. 5b zeigt die Störungen im

Ebersberger Forst südwestlich von München. Die Daten werden wöchentlich aktualisiert und stehen öffentlich zur Verfügung.

Nationale Treibhausgas-Inventuren

Die Kohlenstoffsénke, die in den letzten Jahren verloren gegangen ist, zeigen auch die nationalen Treibhausgasinventuren. So geht Irland davon aus, dass sich sein Wald ohne zusätzliche Maßnahmen zur Emissionsreduzierung ab 2030 von einer Senke zu einer Quelle für Treibhausgase entwickelt. Mit zusätzlichen Maßnahmen gehen die Szenarien von einer Netto-Null-Bilanz ab 2035 aus und von einer leichten Verbesserung der Senkenfunktion ab 2050. In der Tschechischen Republik ist der Wald, der im LULUCF-Sektor den Hauptanteil stellt, in den Jahren 2019–2023 bereits zu einer Quelle von Treibhausgasen geworden (vgl. S. 41, Abb. 4 im Beitrag Bastos 2026 in diesem Band). Auch für Deutschland wissen wir, dass sich der Wald seit 2018 von einer Quelle zu einer Senke entwickelt hat. Dies hat verschiedene Gründe, die Ursachen der Störungen wurden mit Satellitendaten nachgewiesen. Im folgenden Beitrag (Bolte 2026 in diesem Band) wird darauf noch näher eingegangen werden.

- 1 ForestPaths, <https://albaviana.users.earthengine.app/view/european-forest-disturbance-map> [abgerufen 27.03.2026].
- 2 RADD Europe: Radar-based forest canopy cover removal monitoring in near-real time, <https://wurnrt-raddeurope.projects.earthengine.app/view/radd-europe>. Siehe auch: <https://www.gfz.de/presse/meldungen/detailansicht/neues-warnsystem-erkennt-waldstoerungen-in-europa-nahezu-in-echtzeit> [abgerufen 27.03.2026].

Deutschlandweite Wald-Datensätze

In Deutschland wurde die Fernerkundung im Waldbereich in den letzten Jahren noch einmal stark verbessert. Am Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) sind z.B. Daten zu Kronendachverlusten (Thonfeld et al. 2026), zu den Hauptbaumarten (Wegler et al. 2025), zu Fragmentierung in Wäldern (Coleman & Künzner 2025) und anderen Faktoren wie Baumhöhe und Biomasse sehr gut und mit einer hohen Auflösung aufgearbeitet. Mit dem europäischen Copernicus-System haben wir das beste Erdbbeobachtungssystem weltweit, das im DLR für diese Zwecke entsprechend genutzt wird.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

- Die weltweite Waldfläche von ca. 4,1 Mrd. Hektar nimmt ab. Die Verluste liegen vor allem in den tropischen Gebieten Afrikas und Südamerikas, während in Europa und Asien die Waldfläche leicht zunimmt.
- Unser Verständnis für den Waldzustand hat sich wesentlich verbessert aufgrund einer besseren Datenlage aus der Kombination von Geländemessung und Fernerkundung.
- Je mehr wir ins Detail auf den Wald blicken, desto mehr verstehen wir seine dynamische Veränderung, die auch positive Trends haben kann.
- Die Auswirkungen dieser Veränderungen und ihre Wichtigkeit hängen stark vom Kontext ab. Im Rahmen des europäischen Green Deal sind in den letzten Jahren etliche Regularien geschaffen worden. So zielt die EU-Entwaldungsverordnung (EUDR) z.B. darauf ab, dass der Import von Produkten wie Holz, Kakao, Soja oder Kaffee, die mit Entwaldung in Verbindung stehen, in der EU verboten werden.³ Dazu kommen die

Klimagesetzgebung⁴ und die Verordnung zur Restaurierung degradiertter Flächen⁵. Dadurch rücken die Waldzustandsänderungen auch mehr in den Mittelpunkt.

- Auch für die Zukunft bleibt es eine gemeinsame spannende Aufgabe, dynamische Veränderungen, wie sie zum Beispiel im Bereich der Störungen auftreten, zeitnah zu erfassen, sowohl für Deutschland als auch global.

Literatur

- Bastos, A. 2026. Klimatische und menschliche Risikofaktoren für Waldökosysteme. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Wälder: Zustand, Gefährdung und Management. Pfeil, Günding: 37–46.
- Bolte, A. 2026. Waldzustand in Deutschland – Ergebnisse der nationalen Walderhebungen. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Wälder: Zustand, Gefährdung und Management. Pfeil, Günding: 25–36.
- Bourgoin, C., A. Verhegghen, S. Carboni, I. Ameztoty, L. Degreve, S. Fritz, M. Herold, N. Tsendbazar, M. Lesiv, F. Achard & R. Colditz. 2026. GFC2020: a global map of forest land use for year 2020 to support the EU Deforestation Regulation. – Earth System Science Data, 18: 1331–1365. DOI: [10.5194/essd-18-1331-2026](https://doi.org/10.5194/essd-18-1331-2026)
- Coleman, K. & C. Kuenzer. 2025. Forest fragmentation in Bavaria: a first-time quantitative analysis based on earth observation data. – Remote Sensing, 17: 2558. DOI: [10.3390/rs17152558](https://doi.org/10.3390/rs17152558) (Correction published on 16 October 2025, Remote Sensing, 2025, 17: 3448. DOI: [10.3390/rs17203448](https://doi.org/10.3390/rs17203448))
- FAO. 2023. Global Forest Resources Assessment - FRA 2025 - Terms and Definitions. – Food and Agriculture Organization of the United Nations,

3 Verordnung (EU) 2023/1115 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Mai 2023 über die Bereitstellung bestimmter Rohstoffe und Erzeugnisse, die mit Entwaldung und Waldschädigung in Verbindung stehen, auf dem Unionsmarkt und ihre Ausfuhr aus der Union sowie zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 995/2010 (Text von Bedeutung für den EWR); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02023R1115-20251226> [abgerufen 26.03.2026].

4 Verordnung (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 (»Europäisches Klimagesetz«); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119> [abgerufen 26.03.2026].

5 Verordnung (EU) 2024/1991 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Juni 2024 über die Wiederherstellung der Natur und zur Änderung der Verordnung (EU) 2022/869 (Text von Bedeutung für den EWR); https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401991 [abgerufen 26.03.2026].

- Rome, Italy. Forest Resources Working Paper, 194, 29 S. <https://openknowledge.fao.org/bitstreams/a6e225da-4a31-4e06-818d-ca3aeadf635/download> [abgerufen 26.03.2026]
- FAO. 2025. Global Forest Resources Assessment 2025. – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 188 S. DOI: [10.4060/cd6709en](https://doi.org/10.4060/cd6709en)
- Gibbs, D. A., M. Rose, G. Grassi, J. Melo, S. Rossi, V. Heinrich & N. L. Harris. 2025. Revised and updated geospatial monitoring of 21st century forest carbon fluxes. – *Earth System Science Data*, 17: 1217–1243. DOI: [10.5194/essd-17-1217-2025](https://doi.org/10.5194/essd-17-1217-2025)
- Global Forest Watch. 2026a. Global annual tree cover loss; Global tree cover loss by dominant driver. www.globalforestwatch.org; <https://gfw.global/DzcmIq> [abgerufen 07.05.2026]
- Global Forest Watch. 2026b. Global forest-related greenhouse gas fluxes. – www.globalforest-watch.org; <https://gfw.global/FQKdcl> [abgerufen 07.05.2026]
- Harris, N. L., D. A. Gibbs, A. Baccini, R. A. Birdsey, S. de Bruin, M. Farina, L. Fatoyinbo, M. C. Hansen, M. Herold, R. A. Houghton, P. V. Potapov, D. Requena Suarez, R. M. Roman-Cuesta, S. S. Saatchi, C. M. Slay, S. A. Turubanova & A. Tyukavina. 2021. Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. – *Natural Climate Change*, 11: 234–240. DOI: [10.1038/s41558-020-00976-6](https://doi.org/10.1038/s41558-020-00976-6)
- Masolele, R. N., D. Marcos, V. De Sy, I.-O. Abu, J. Verbesselt, J. Reiche & M. Herold. 2024. Mapping the diversity of land use following deforestation across Africa. – *Nature Scientific Reports*, 14: 1681. DOI: [10.1038/s41598-024-52138-9](https://doi.org/10.1038/s41598-024-52138-9)
- Migliavacca, M., G. Grassi, A. Bastos, G. Ceccherini, P. Ciais, G. Janssens-Maenhout, E. Lugato, M. D. Mahecha, K. A. Novick, J. Peñuelas, R. Pilli, M. Reichstein, V. Avitabile, P. S. A. Beck, J. I. Barredo, G. Forzieri, M. Herold, A. Korosuo, N. Mansuy, S. Mubareka, R. Orth, P. Rougieux & A. Cescatti. 2025. Securing the forest carbon sink for the European Union's climate ambition. – *Nature*, 643(8074): 1203–1213. DOI: [10.1038/s41586-025-08967-3](https://doi.org/10.1038/s41586-025-08967-3)
- Nesha, K., M. Herold, V. De Sy, A. E. Duchelle, C. Martius, A. Branthomme, M. Garzuglia, O. Jonsson & A. Pekkarinen. 2021. An assessment of data sources, data quality and changes in national forest monitoring capacities in the Global Forest Resources Assessment 2005–2020. – *Experimental Research Letters*, 16: 054029. DOI: [10.1088/1748-9326/abd81b](https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd81b)
- Nesha, K., M. Herold, V. De Sy, S. de Bruin, A. Araza, N. Málaga, J. G. P. Gamarra, K. Hergoualc'h, A. Pekkarinen, C. Ramirez, D. Morales-Hidalgo & R. Tavani. 2022. Exploring characteristics of national forest inventories for integration with global space-based forest biomass data. – *Science of the Total Environment*, 850: 157788. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2022.157788](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157788)
- Senf, C. & R. Seidl. 2021. Mapping the forest disturbance regimes of Europe. – *Nature Sustainability*, 4: 63–70. DOI: [10.1038/s41893-020-00609-y](https://doi.org/10.1038/s41893-020-00609-y)
- Thonfeld, F., P. Kacic, S. Holzwarth, M. Wegler, S. Asam & C. Kuenzer. 2026. Forest canopy cover loss dynamics in Germany between 2017 and 2024: Revealing regional differences. – *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 146: 105157. DOI: [10.1016/j.jag.2026.105157](https://doi.org/10.1016/j.jag.2026.105157)
- van der Woude, S., J. Reiche, J. Balling, G.-J. Nabuurs, F. Sterck, A.-J. Welsink, B. Slagter & M. Herold. 2026. European forest disturbance alerting using Sentinel-1. – *Remote Sensing of Environment*, 337: 115325. DOI: [10.1016/j.rse.2026.115325](https://doi.org/10.1016/j.rse.2026.115325)
- Viana-Soto, A. & C. Senf. 2025. The European Forest Disturbance Atlas: a forest disturbance monitoring system using the Landsat archive. – *Earth System Science Data*, 17: 2373–2404. DOI: [10.5194/essd-17-2373-2025](https://doi.org/10.5194/essd-17-2373-2025)
- Wegler, M., P. Kacic, F. Thonfeld, S. Holzwarth, N. Jaggy, U. Gessler & C. Kuenzer. 2025. Tree species from space: a new product for Germany based on Sentinel-1 and -2 time series. – *International Journal of Remote Sensing*, 46: 6075–6108. DOI: [10.1080/01431161.2025.2530236](https://doi.org/10.1080/01431161.2025.2530236)

Diskussion

J. Jacob: In der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Forst diskutieren wir die Frage, ob der Wald von einer Senke zu einer Quelle geworden ist, sehr intensiv. Nach Erscheinen der letzten Bundeswaldinventur⁶ stand sehr schnell die Botschaft im Raum, der Wald sei eine Quelle für Treibhausgase geworden. Wir halten diese Sichtweise für etwas problematisch im Hinblick darauf, dass das Holz auf den Kalamitätsflächen – das im Wesentlichen die Ursache für diese Entwicklung war – nach der Ernte und der Entfernung aus den Flächen oft in eine stoffliche Verwendung gebracht worden ist. Der Produktspeicher zeigt dies nicht in den Nachweisungen, das hat aber mit Zu- und Abschreibungsregelungen zu tun und nicht mit einer stofflichen Erfassung. Ein anderer großer Teil des Holzes ging in den Fernexport und hat damit unseren Sektor verlassen, ohne dass das Holz CO₂ freigesetzt hat. Ich halte daher die Aussage für problematisch. In unserer politischen Beratung referenzieren wir immer aus der Wissenschaft, aber gerade aus der Wissenschaft kam diese Etikettierung vom Wald als »Klimasünder« (so die nächste Schlagzeile, die sehr schnell folgte). Dies wird schnell mit einem schlechten Management assoziiert. Können Sie sich dazu positionieren?

M. Herold: Es haben auch früher schon Veränderungen stattgefunden, die in den wissenschaftlichen Studien durchaus kontrovers diskutiert worden sind, bei denen aber die Datenlage nicht ganz so gut war. Die Daten aus den nationalen Inventuren, d. h. die Daten, die von den Ländern gemeldet werden, sind nicht die klassischen wissenschaftlichen Daten. Europaweit ist der Wald weiterhin eine Senke, auch wenn er beispielsweise in der Tschechischen Republik durch die schweren Störungsjahre teilweise zu einer Quelle geworden war. Dass nicht alles, was als Wald stand, in der Atmosphäre endet, kommt in dem

Begriff Harvested Wood Products zum Tragen, der alle aus Holz gefertigten (v. a. langlebigen) Produkte umfasst, welche den Wald verlassen. Dies wird in den Inventuren entsprechend erfasst. Ich kenne konkret nur Zahlen aus den Tropen und da bleiben im Mittel etwa nur 30 Prozent des ursprünglichen Waldkohlenstoffs langfristig in den Harvested Wood Products. Ich würde aber zustimmen, dass die Zuordnung und Bilanzierung in diesem Bereich nicht sehr präzise ist.

A. Fischer: Selbst wenn man annimmt, dass es in den letzten Jahren europaweit zu einer Verschlechterung in der Senkenfunktion des Waldes gekommen ist, ist diese doch fast vernachlässigbar gering im Vergleich zu den Treibhausgasemissionen. Wie würden Sie das interpretieren?

M. Herold: In der Tat sind die Treibhausgasemissionen, die hauptsächlich aus der Nutzung fossiler Energieträger stammen, deutlich höher als das, was der Wald bzw. der Landnutzungsfaktor als Senke anbietet. Global kommen noch die Ozeane als Senke dazu, aber auch dann ergibt sich immer noch ein großer Überschuss, der nicht von den Senken gebunden werden kann. Die Hauptaktivität muss also im Bereich der Emissionsminderung fossiler Brennstoffe stattfinden, das heißt, man kann sich nicht hinter einer »grünen Senke« verstecken und hoffen, dass sie die Probleme löst. Auf der anderen Seite ist es aber durchaus so, dass eine bestehende Senkenfunktion genutzt werden kann und dass man mit Klimaschutzmaßnahmen entsprechende Effekte zur Erhöhung dieser Senke generieren kann. Ohne massive Reduzierung im Bereich fossiler Energieträger werden wir aber das Klimaproblem nicht lösen können.

R. Hüttl: Ich würde gerne noch hinzufügen, dass wir den unterirdischen Wald, wie Herr Mosandl in seiner Einführung gesagt hat, nicht richtig im Blick haben. Wenn es stimmt, was die Kommission für Bodenschutz am Umweltbundesamt und viele andere berichten, dass grundsätzlich fünfmal so viel Kohlenstoff in den Böden enthalten ist wie in der gesamten oberirdischen Vegetation,

6 BMEL (Hrsg.). 2024. Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur. – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn, 59 S; <https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/vierte-bundeswaldinventur.html>.

dann kann man derartige Bilanzen nicht ohne Einbeziehung der Böden erstellen. Aus eigenen langjährigen Chronosequenz-Untersuchungen im Waldumbau haben wir z.B. in Nordostdeutschland gesehen, dass bei einem Umbau von Kiefer in Richtung Buche, oder im Süden in Richtung Kiefer-Traubeneiche, der enorme Kohlenstoff-Pool im Auflagehumus sukzessive verschwindet und sich mit einem deutlich höheren Anteil von bodenbürtig gebundenem Kohlenstoff erst nach etwa hundert Jahren ein neues Gleichgewicht einstellt. Die Buche hat ein anderes Wurzelwachstum als die Kiefer. Sie hat einen höheren Feinwurzelumsatz – und zwar bis in größere Tiefen – von bis zu dreimal im Jahr; bei der Kiefer wird die Feinwurzelbiomasse weniger als einmal im Jahr umgesetzt. Ich denke, wir müssen den unterirdischen Wald viel stärker in die Diskussion einbeziehen. Ihre Hinweise sind hilfreich, weil bei einer Öffnung des Kronendaches mehr Wärme auf den Boden kommt und übrigens inzwischen auch mehr Wärme im tieferen Boden gespeichert ist, was die mikrobielle Umsetzung fördert. Das hängt auch vom Wasserhaushalt ab und vor allem vom Wasserdampf und auch da haben wir wenig Daten. Von daher bin ich dankbar, dass auch das GFZ sich um dieses Thema kümmert.

C. Stierstorfer: Bei den globalen Bilanzen wäre es immer gut, wenn man den Verlust von Primärwäldern extra angeben würde – aus Arten- und Naturschutzsicht ist dieser das katastrophalste – und nicht nur den Wald als Ganzes bilanziert.

M. Herold: Nach Angaben der FAO sind etwa ein Drittel der Wälder Primärwälder.⁷ Auch von Seiten der Fernerkundung gibt es Möglichkeiten, den Anteil global zu beobachten. Als Signal wird z.B. verwendet, dass keine größere menschliche Störungsaktivität über 20 bis 30 Jahre detektiert wird. In Europa ist der Anteil an Primärwäldern eher gering, aber in Südamerika liegt er noch bei fast 50 Prozent.

R. Mosandl: Ich fand es faszinierend, wie man aus den Fernerkundungsdaten einen groben Überblick gewinnen kann, aber gleichzeitig auch

hineinzoomen kann bis in den einzelnen Forstbetrieb. Um welchen konkreten Wald handelt es sich bei der gezeigten Satellitenaufnahme aus Österreich?

R. Seidl: Das war ein gutes Beispiel für einen industriell bewirtschafteten Fichtenforst, in dem man die schematische Bewirtschaftung des Waldes auch aus der Luft gut erkennen kann. Der Wald gehört zum Besitz Castell-Castell. Der Ebersberger Forst ist von der Waldgeschichte, von seiner Zusammensetzung und Genese her sehr ähnlich, wird aber heute von den Bayerischen Staatsforsten ganz anders bewirtschaftet, mit einem sehr kleinflächigen Waldumbau und dem Ziel einer umfassenden Multifunktionalität.

J. Jacob: In der Abbildung zur Entwicklung der Waldfläche über die Jahre war die Fläche von Europa größer als diejenige von Südamerika. Wie ist das zu erklären?

M. Herold: In der Datenbank der FAO, FAO-STAT, gehört bei der Ländergruppe Europa die Russische Föderation dazu.⁸ Die Länder werden dort als Ganzes gesehen und nicht z.B. in einen europäischen und einen asiatischen Teil geteilt. Bei Asien, wo im tropischen Südostasien sehr viel Wald verloren geht, geht der Trend dennoch nach oben in Richtung Zuwachs, da hier China mit massiven Aufforstungen zu Buche schlägt. Die Daten sind aber alle auch auf nationaler Ebene verfügbar.

P. Annighöfer: Wie wird bei der Diskussion um die CO₂-Bilanz die Unterscheidung zwischen einer Speicher- und einer echten Senkenfunktion, die tatsächlich langfristig CO₂ aus der Atmosphäre heraushält, berücksichtigt? Wir müssen hier genau unterscheiden und dies auch deutlich machen, dass es einerseits eine kontinuierliche Anreicherung über die fossilen Energieträger gibt, das heißt, dass CO₂, das vorher nicht in der Atmosphäre war, bei deren Nutzung in die Atmosphäre eingebracht wird, und andererseits den oberirdischen Kreislauf, bei dem CO₂ durch

7 FAO. 2025. Global Forest Resources Assessment 2025. – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 188 S. DOI: [10.4060/cd6709en](https://doi.org/10.4060/cd6709en).

8 FAO, FAOSTAT: Definitions and Standards; <https://www.fao.org/faostat/en/#definitions> (Country Group: Europe, u.a. mit Russischer Föderation unter »Eastern Europe«) [abgerufen 30.03.2026].

Waldwachstum der Atmosphäre entzogen wird, temporär im Holzspeicher liegt und bei der energetischen Nutzung von Holz wieder freigesetzt wird. Dazu kommt z.B. die Möglichkeit, CO₂ im Ozean zu »versenken«, das heißt aus dem oberirdischen Kreislauf sehr langfristig herauszunehmen. Wie gehen Sie mit diesen unterschiedlichen Funktionen um?

M. Herold: Man kann zum einen Stocks definieren, das heißt: Wie viel Kohlenstoffspeicher ist aktuell da und, wenn wiederholt gemessen wird, wie verändert er sich über die Zeit? Oder man kann die Flüsse untersuchen, die in den Speicher hinein- und herausgehen. Die Speicher sind methodisch gar nicht so einfach zu messen. Bei der oberirdischen Biomasse ist es noch relativ einfach, aber wenn es in Richtung Boden geht, wird es schnell komplizierter. Da ist

zum Beispiel die Frage, wie tief gemessen wird. Häufig ist es auch so, dass die Veränderungen gering sind im Verhältnis zur gesamten Masse des Speichers. Daher wird oft in sogenannten Gain-Loss-Verfahren gemessen, was in den Speicher hinein- und was herausgeht. Bei der oberirdischen Biomasse beispielsweise geht der Kohlenstoffspeicher lokal verloren, wenn ein Wald geerntet oder umgewandelt wird, ein Teil davon geht in die Atmosphäre, ein anderer Teil nicht bzw. nicht sofort. Bei den Ozeanen ist die Quantifizierung global wesentlich schwieriger, da viel weniger Messdaten vorliegen. Man muss natürlich dazusagen, dass alles, was den Wald betrifft, ein biogener Prozess ist und dass ein lebendes System Zyklen hat. Daher sind die Speicher im Verhältnis zu fossilen Speichern einer wesentlich höheren Dynamik ausgesetzt.