

Trägt die Energienutzung von Waldholz zum Klimaschutz bei?

Die Holzentnahme verringert die Speicherleistung auf der Waldfläche. Wird dies in Treibhausgas (THG-)Bilanzen von Waldenergieholz berücksichtigt, dann ist keine THG-Minderung durch Waldenergieholz (Erstnutzung) gegenüber fossilen Energieträgern zu erwarten. Die anstehende Nationale Biomassestrategie der Bundesregierung sollte zukünftig Nutzungspfade so priorisieren, dass mit der Ressource Waldholz optimal im Sinne des Klimaschutzes umgegangen wird.

TEXT: KLAUS HENNENBERG, SILVANA BÜRCK, HORST FEHRENBACH, MIRJAM PFEIFFER, SUSANNE KÖPPEN

Eine der zentralen Herausforderungen jetzt und in Zukunft ist es, Treibhausgasemissionen zu reduzieren, um den Klimawandel zu verlangsamen. In diesem Kontext spielen Wälder eine essenzielle Rolle, da sie Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden und gleichzeitig Holz für stoffliche und energetische Produkte zur Verfügung stellen, die wiederum fossile Produkte substituieren können. Die

Frage, wie sich die Entnahme von Energieholz auf den Kohlenstoffbestand in Wäldern und damit auf den Klimaschutz auswirkt, ist Gegenstand von wissenschaftlichen Untersuchungen und Kernthema politischer Dispute [4]. Die eine Seite argumentiert, Waldenergieholz sei klimaneutral, weil das geerntete Holz auf Nachbarflächen nachwächst und ohne Holzverwendung Emissionen durch die Zersetzung frei werden [13]. Die andere Seite sagt, Waldenergieholz sei nicht klimaneutral, da die energetische Nutzung kurz- und mittelfristig zum Klimawandel beiträgt, auch alte Wälder effektive Kohlenstoffspeicher sind und die Substitutionsgedanken fragwürdig sind [6].

Wirtschaftswälder in Deutschland und weltweit stehen unter starkem Druck verschiedener Nutzungsinteressen. Die Politik stellt zahlreiche divergierende Anforderungen an den Wald. So soll einerseits Holz aus dem Wald fossile Brennstoffe und emissionsintensive Produkte wie Stahlbeton ersetzen. Andererseits enthält das Bundes-Klimaschutzgesetz verbindliche Senkenziele des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF; z. B. -25 Mio. t CO₂ bis 2030), die eine Reduktion der Holzentnahme bedeuten. Die Nationale Bioökonomiestrategie, die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt sowie die Charta für Holz 2.0 enthalten weitere, teils divergierende Anforderungen. Zuletzt beschloss das EU-Parlament, dass Waldenergieholz nicht weiter gefördert werden soll [11] (finale Abstimmung mit der EU-Kommission und dem EU-Rat steht noch aus). Angesichts dieser zahlreichen Anforderungen an den Wald gilt es, die Rolle der Holzentnahme im Problemfeld Klimaschutz



Foto: K. Hennenberg

Beispiel Buchenscheitholz (Erstnutzung): Je nach Standort sollte geprüft werden, ob mittel bis stark dimensionierte Bäume im Bestand bleiben können, um dort den Vorrat aufzubauen bzw. zu erhalten.

zu beleuchten. Am Beispiel der Nutzung von Waldenergieholz steht in diesem Artikel folgende Frage im Fokus, die die Bandbreite der vertretenen Meinungen aufspannt: Wie verändert sich die THG-Bilanz von Waldenergieholz, wenn die CO₂-Speicherfunktion des Waldes in der Bilanz berücksichtigt wird?

Dieser Artikel fokussiert auf die THG-Bilanz von Waldenergieholz, also die Erstnutzung von Holz (z. B. Scheitholz und Hackschnitzel).

Die Bilanzierung der energetischen Nutzung von Rest- und Abfallholz aus Sekundärnutzung ist nicht Gegenstand dieses Artikels. Holzpellets aus Sägerestholz bedürfen noch einer Einstufung als

Schneller ÜBERBLICK

- » **Der Vergleich** von Waldbewirtschaftungsszenarien zeigt, dass die Holzentnahme von 1 m³ die Speicherleistung der Waldfläche um ca. 1,2 t CO₂ mindert
- » **Wird dieser Effekt** in die THG-Bilanz von Waldenergieholz (Erstnutzung) eingerechnet, wird keine THG-Minderung gegenüber fossilen Energieträgern erreicht
- » **Um eine optimale Nutzung** der Ressource Holz im Sinne des Klimaschutzes zu erreichen, ist es nötig, die Struktur eines konkreten Waldes und die zu erwartende Nutzung des Holzes zusammen zu berücksichtigen
- » **Aus Klimaschutzsicht** erscheint es sinnvoll, in klimaresilienten (Laub-)Wäldern mit hoher ökologischer Stabilität die Holznutzung zu reduzieren und den Holzvorrat aufzubauen, wenn das Holz vorrangig als Energieholz genutzt wird



Primär- oder Sekundärholz und werden somit ebenfalls nicht weiter betrachtet. Auch positive und negative Auswirkungen der Nutzung von Waldenergieholz auf z. B. die Biodiversität, Luftschadstoffe und regionale Wertschöpfung sind nicht Teil dieser Studie.

Modelle und Waldbauszenarien

Wälder sind komplexe Ökosysteme. Ihre Entwicklung unterscheidet sich u. a. je nach Standort, Baumartenzusammensetzung, Altersstruktur, Dichte der Bestände und Art der Waldbewirtschaftung. Waldmodelle streben an, das komplexe Ökosystem Wald und seine Entwicklung entlang der Zeitachse abzubilden. Als zentrale Größen werden der Zuwachs, die Holzentnahme durch Ernte und Durchforstung und die Kohlenstoffspeicherung auf der Waldfläche modelliert. Waldmodelle erlauben Vergleiche von Szenarien, die unterschiedliche Intensitäten der Waldbewirtschaftung annehmen. In Deutschland setzt man zur Abbildung der Waldbewirtschaftung z. B. die Modelle WEHAM, FABio und SILVA (Tab. 1) ein. Typischerweise wird zuerst ein Basis-Szenario entwickelt, das die Waldbewirtschaftung abbildet, wie sie unter den aktuell zu erwartenden ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen angenommen werden kann. Darauf aufbauend werden alternative Szenarien entwickelt, die eine intensivere oder extensivere Waldbewirtschaftung annehmen. Im Vergleich der WEHAM- mit den FABio-Szenarien zeigt sich, dass die Holzvorräte bei einer extensiveren Bewirtschaftung deutlich ansteigen und sich bei einer intensiveren Bewirtschaftung verringern. Die Beispielszenarien für SILVA decken drei Waldgebiete in Thüringen ab und stellen einem Basis-Szenario eine vollständige Nutzungsaufgabe gegenüber. So steigen die bereits hohen Ausgangsvorräte der Bestände weiter an, auf Werte über 600 m³/ha (Tab. 1).

Emissionsbilanz der Waldfläche

Kohlenstoff wird auf der Waldfläche in unterschiedlichen Kohlenstoffpools gespeichert: in Bäumen, im Boden, im Totholz und in der Streu. Gerade die Speicherung in den Bäumen hängt stark von der Bewirtschaftungsintensität ab (Tab. 1). In der Treibhausgasberichterstattung nach IPCC (Intergovernmental Panel on Cli-

„Die energetische Waldholznutzung weist keine THG-Einsparung auf, wenn man die Veränderung der Speicherleistung des Waldes berücksichtigt.“

KLAUS HENNINGBERG

mate Change) wird die Veränderung der Kohlenstoffspeicher der Waldfläche für Deutschland bilanziert und im LULUCF-Sektor berichtet. Nimmt ein Speicherpool zu, spricht man von einer Senke bzw. positiven Speicherleistung; nimmt er ab, liegt eine Quelle bzw. eine negative Speicherleistung vor.

Im Holz von Buche, Eiche und langlebigen Laubbaumarten sind etwa 1,0 t CO₂/m³ und in Nadelbäumen und kurzlebigen Laubbaumarten etwa 0,7 t CO₂/m³ gespeichert. Wird Holz aus dem Wald entnommen, gilt dies nach der Methode des IPCC als CO₂-Freisetzung

im LULUCF-Sektor. Um in der Gesamtbilanz für Deutschland keine Doppelzählungen zu erhalten, brauchen nachfolgende Nutzungen wie Scheitholz das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ nicht zu berücksichtigen. Holzprodukte hingegen bekommen eine Gutschrift für gespeichertes CO₂.

In der THG-Bilanzierung von Waldenergieholz wird aber die CO₂-Freisetzung aus dem Holz weder zum Zeitpunkt der Ernte noch bei der Verbrennung eingerechnet und damit ein wichtiges Element der landesweiten IPCC-Methode in der produktbezogenen THG-Bilanz ignoriert. Argumente hierfür sind u. a., dass das geerntete Holz gleichzeitig auf Nachbarflächen nachwächst, dass der Speicherpool auf Landschaftsebene erhalten bleibt, solange nicht mehr geerntet wird, als nachwächst, und dass junge Baumbestände mehr CO₂ einspeichern als alte Baumbestände und so eine Gesamtbilanz bei einer stärkeren Nutzung positiver ausfällt.

Um zu prüfen, ob es notwendig ist, die CO₂-Freisetzung aus dem Waldenergieholz in die THG-Bilanz aufzunehmen, eignen sich Waldmodelle, mit denen unterschiedlich intensive Waldbewirtschaftungen simuliert und miteinander verglichen werden können. So kann der CO₂-Effekt auf der Landschaftsebene unter Berücksichtigung der Dynamiken in der Waldent-

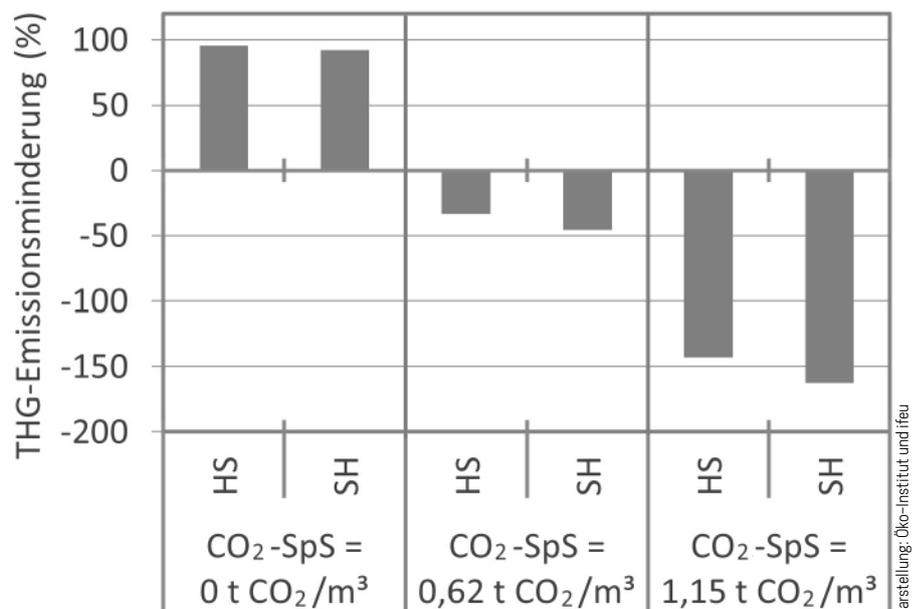


Abb. 1: Treibhausgas-Emissionsminderung von Waldenergieholz am Beispiel von Scheitholz (SH) und Holz hackschnitzeln (HS) unter Berücksichtigung unterschiedlicher CO₂-Speichersalden (CO₂-SpS). Alternativ kann auch die Menge an im Holz gespeichertem CO₂ in die THG-Bilanzierung eingehen (Nadelholz ca. 0,7 t CO₂/m³, Laubholz ca. 1,0 t CO₂/m³) [5].

wicklung, die durch Unterschiede im Wachstum der Baumarten und deren Altersklassen entstehen können, abgebildet werden. Das Konzept der nachhaltigen Forstwirtschaft nach Carlowitz besagt, dass nur so viel an Holz entnommen werden darf, wie nachwächst, und so der Holzvorrat konstant gehalten wird. Das bedeutet, dass die Speicherleistung der Bäume der Waldfläche gleich null ist – diese Situation entspricht etwa dem WEHAM-Holzpräferenzszenario und dem Szenario FABio-Holz (Tab 1). Wird der Wald wie im WEHAM-Basisszenario bewirtschaftet, steigt die Speicherleistung gegenüber dem WEHAM-Holzpräferenzszenario an, da die Holzentnahme abnimmt. Die Modellie-

rung unterschiedlich intensiver Waldbewirtschaftungen zeigt also, wie stark sich die Speicherleistung der Waldfläche ändert, wenn Holz geerntet wird. Dazu wird für zwei Waldszenarien S1 und S2 das Delta der Speicherleistung der Waldfläche zum Delta der geernteten Menge an Holz ins Verhältnis gesetzt:

$$CO_2\text{-SpS} = (SpL_{S1} - SpL_{S2}) / (E_{S1} - E_{S2})$$

mit SpS = Speichersaldo, SpL = Speicherleistung und E = Ernte.

Der Vergleich setzt voraus, dass die beiden Szenarien mit dem gleichen Waldmodell berechnet und der gleiche Datensatz zu Beginn der Modellierung

verwendet wird. Veränderungen können so der veränderten Waldbewirtschaftung zugeordnet werden. Für die oben genannten Waldmodelle und Szenarien in Deutschland liegt der Mittelwert des CO₂-Speichersaldos bei 1,15 t CO₂/m³ (Tab. 2, Var. B). Den untersten Wert markiert der Vergleich von WEHAM-Basisszenario und WEHAM-Holzpräferenzszenario mit 0,62 t CO₂/m³ (Tab. 2, Var. A, [2]). Für boreale und gemäßigte Wälder wurde ein mittlerer CO₂-Speichersaldo von 1,2 t CO₂/m³ (Standardabweichung ±0,7 t CO₂/m³) anhand von 154 Szenarienpaaren aus 45 internationalen Simulationsstudien ermittelt [14] (Betrachtungszeiträume: 30 bis 100 Jahre). Die

Holzernte verringert die Waldsenke!

Tab. 1: Beschreibung und Kennwerte von Waldbauszenarien. Die Speicherleistung ist die CO₂-Festlegung in einem Jahr (positiver Wert = mehr CO₂ freigesetzt als festgelegt; negativer Wert = weniger CO₂ freigesetzt als festgelegt). Dies führt zur Erhöhung des Holzvorrates bzw. des Kohlenstoffspeichers. HPS = Holzproduktspeicher.

Waldmodell Deutschland (2021 – 2050)	Szenario	Holzvorrat [m ³ /ha in 2050]	Mittleres Holz-aufkommen [Mio. m ³ /Jahr]	Speicherleistung [Mio. t CO ₂ /Jahr]			Bewirtschaftung
				Bestand	HPS	Totholz	
WEHAM	Basisszenario	364	76	-21,5	0,2	-	Übliche Bewirtschaftung
WEHAM	Holzpräferenzszenario	289	103	-1,9	-4,7	-	Starke Intensivierung
WEHAM	Naturschutzpräferenzszenario	374	79	-32,1	2,2	-	Leichte Extensivierung
FABio	Basis	393	76	-11,6	0,4	-0,2	Übliche Bewirtschaftung
FABio	Holz	342	86	2,8	-0,9	1,2	Starke Intensivierung
FABio	Waldvision	501	50	-54,0	15,0	0,5	Starke Extensivierung
Region in Thüringen		[m ³ /ha nach 30 Jahren]	[m ³ /ha/Jahr]	[t CO ₂ /ha/Jahr]			
SILVA	Hainich Nutzung	464	6,6	0,80	-1,01	1,59	Übliche Bewirtschaftung
SILVA	Hainich Schutz	680	0,0	-4,59	0,00	-0,33	Aufgabe der Nutzung
SILVA	Hohe Schrecke Nutzung	453	5,9	-0,17	-0,54	0,54	Übliche Bewirtschaftung
SILVA	Hohe Schrecke Schutz	660	0,0	-4,41	0,00	-1,36	Aufgabe der Nutzung
SILVA	Vessertal Nutzung	396	7,1	-1,73	-0,72	-0,33	Übliche Bewirtschaftung
SILVA	Vessertal Schutz	686	0,0	-10,43	0,00	-0,62	Aufgabe der Nutzung

Quellen: WEHAM in [9,12,15], FABio in [10] und SILVA in [8]; Darstellung: Öko-Institut und ifeu

Drei Varianten

Tab. 2: Überblick über die Treibhausgasemissionen von Scheitholz und Holzhackschnitteln für drei Varianten des CO₂-Speichersaldos

Varianten	Waldenergieholz	CO ₂ -Speichersaldo [g CO ₂ Äq./MJ]	Produktionkette [g CO ₂ Äq./MJ]	Substitution [g CO ₂ Äq./MJ]	Nettobilanz [g CO ₂ Äq./MJ]	THG-Emissionsminderung [%]
Nullvariante	HS	0	3,4	-80	-76,6	95,8
	SH	0	6,3	-80	-73,7	92,1
Variante A	HS	103,3	3,4	-80	26,7	-33,4
	SH	110,1	6,3	-80	36,4	-45,5
Variante B	HS	191,1	3,4	-80	114,5	-143,1
	SH	203,9	6,3	-80	130,2	-162,8

Nullvariante: CO₂-SpS = 0 t CO₂/m³L; Variante A: CO₂-SpS = 0,62 t CO₂/m³; Variante B: CO₂-SpS = 1,15 t CO₂/m³ (CO₂-SpS = CO₂-Speichersaldo). Alternativ kann auch die Menge an im Holz gespeichertem CO₂ in die THG-Bilanzierung eingehen. Quelle: [12] mit Anpassung zu Wärmenutzung: Scheitholzhöfen (SH) mit 75 %, Holzhackschnittelheizwerk (HS) mit 80 %

Darstellung: Öko-Institut und ifeu

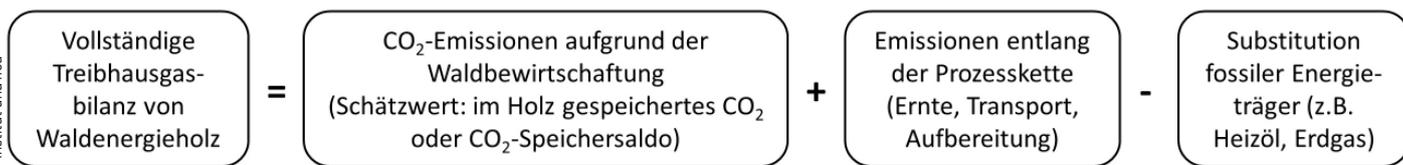


Abb. 2: Schematische Darstellung der Elemente einer vollständigen Treibhausgasbilanz von Waldenergieholz

Studienergebnisse, die zur Berechnung des CO₂-Speichersaldos herangezogen wurden, beziehen sich meist auf große Regionen wie alle Wälder in Deutschland und differenzieren meist nicht nach Baumarten. Auch sind Effekte durch starke Störungen wie Trockenheit und Käferschäden, wie sie in den letzten Jahren in Deutschland auftraten, noch nicht berücksichtigt und sollten in zukünftige Szenarioanalysen einfließen.

In Summe lässt sich ein deutlicher Effekt der Intensität der Waldbewirtschaftung auf die Speicherleistung der Waldfläche feststellen. Auf Landschaftsebene fällt die erntebedingte Abnahme des Holzvorrats stärker ins Gewicht als z. B. der höhere Zuwachs jüngerer Bäume. Werte für den CO₂-Speichersaldo liegen in der Größenordnung der im Holz gespeicherten Menge an CO₂. In Anlehnung an die IPCC-Methode erscheint es daher sinnvoll, letztere als Schätzwert für die Emissionen aus der Waldbewirtschaftung in die THG-Bilanz von Holzprodukten aufzunehmen.

THG-Bilanz von Energieholz

Abb. 2 zeigt die Elemente einer vollständigen THG-Bilanz von Waldenergieholz. Wie dargelegt, können Emissionen auf der Waldfläche mit der Menge an im Holz gebundenen CO₂ (IPCC-Ansatz) oder mit dem CO₂-Speichersaldo bilanziert werden. Entlang der Prozesskette fallen THG-Emissionen bei Ernte, Transport und Aufbereitung an. Dem gegenüber steht eine fossile Energiequelle, die durch die Holznutzung vermieden wird (Substitution).

Bisherige Treibhausgasbilanzen von Holzprodukten wie Waldenergieholz begrenzen sich auf die Emissionen entlang der Prozesskette. Zentrale Bedeutung bei der Bewertung von Treibhausgasbilanzen haben stets die Substitutionswirkungen, z. B. der Ersatz fossiler Brennstoffe durch Waldenergieholz. Die Wirkung der Holzernnte und der Waldpflege auf die Koh-

lenstoffspeicherung im Wald lassen sie aber außer Acht. Die Ergebnisse dieser THG-Bilanzierung sind in Tab. 2 als Nullvariante für den CO₂-Speichersaldo zusammengestellt. Die Summe der THG-Emissionen der Produktionskette beläuft sich für Scheitholz und Hackschnitzel auf 3,4 bis 6,3 g CO₂-Äq./MJ. Als Vergleichswert für die Berechnung der Substitutionswirkung kann die Emission für fossile Nutzwärme aus der RED II mit 80 g CO₂-Äq. pro MJ herangezogen werden [3]. Gegenüber dieser fossilen Referenz bedeutet dies eine THG-Minderung durch Scheitholz bzw. Holzhackschnitzel von 92 % bis 96 % (Abb. 1, Tab. 2). Wird in dieser THG-Bilanz ein niedriger CO₂-Speichersaldo von 0,62 g CO₂ pro m³ (HS: 103,3 g CO₂-Äq. pro MJ; SH: 110,1 g CO₂-Äq. pro MJ; Variante A) berücksichtigt, verschlechtert sich die THG-Bilanz so stark, dass Scheitholz bzw. Holzhackschnitzel 33 % bis 45 % mehr an Treibhausgasen freisetzt als die fossile Referenz. Bei einem mittleren CO₂-Speichersaldo von 1,15 g CO₂ pro m³ (HS: 191,1 g CO₂-Äq. pro MJ; SH: 203,9 g CO₂-Äq. pro MJ; Variante B) steigt dieser Wert sogar auf eine höhere THG-Freisetzung von über 140 % (Abb. 1, Tab. 2).

Bewertung der Ergebnisse

Diese Ergebnisse einer vollständigen THG-Bilanz zeigen, dass die energetische Waldholznutzung (Erstnutzung) keine Einsparung von Treibhausgasen aufweist, wenn die Veränderung der Speicherleistung des Waldes berücksichtigt wird. Aus Sicht des Klimaschutzes ist eine Reduktion der energetischen Waldholznutzung daher sinnvoll. Hierbei gilt es, die Holzproduktion geografisch differenziert und gemeinsam mit der zu erwartenden Holznutzung zu betrachten [4]:

- *In klimaresilienten Wäldern mit hoher ökologischer Stabilität sollte die Holznutzung reduziert werden, wenn das Holz vorrangig als Energieholz genutzt wird. Mehr als 70 % der Laubholzentnahme werden aktuell energetisch verwendet [7]. Hier ist es sinnvoller, in geeigneten Beständen den Kohlenstoffspeicher im*

Wald zu erhöhen bzw. langfristig zu erhalten.

- *Wird hingegen das Holz vorwiegend in langlebigen Produkten wie Bauholz oder Möbeln eingesetzt, ist die Nutzung aus Klimaschutzsicht gegenüber dem Vorratsaufbau von Vorteil (THG-Bilanz in [4]) und die energetische Nutzung von Nebenprodukten sinnvoll.*
- *Wälder mit geringer Klimaresilienz und geringer ökologischer Stabilität, z. B. fehlbestockte Fichtenwälder, sollten zu stabilen Beständen umgebaut werden [16].*

Um eine optimale Nutzung der Ressource Holz im Sinne des Klimaschutzes zu erreichen, ist es nötig, die Struktur eines konkreten Waldes und die zu erwartende Nutzung des Holzes zusammen zu berücksichtigen. Diese Leitgedanken sollten z. B. in die anstehende Nationale Biomassestrategie und die Novellierung des Bundeswaldgesetzes einfließen. Die geplante Honorierung der Extensivierung von Laubwäldern [1] sollte eine Umsetzung auf Bestandesebene finanziell unterstützen, um eine optimale Nutzung der Ressource Holz im Sinne des Klimaschutzes zu erreichen und um – wo möglich – Synergien mit anderen Schutzgütern wie Naturschutz und Luftreinhaltung auszuschöpfen.



Dr. Klaus Hennenberg
k.hennenberg@oeko.de

ist am Öko-Institut e. V. Experte für Waldmodellierung und nachhaltige Nutzung von Biomasse. **Silvana Bürck** und **Susanne Köppen** sind am ifeu wissenschaftliche Mitarbeiterinnen im Fachbereich Ressourcen, den **Horst Fehrenbach** leitet. **Dr. Mirjam Pfeiffer** ist am Öko-Institut e. V. Experte für Waldmodellierung und Biodiversitätsforschung.

Literaturhinweise unter www.forstpraxis.de/downloads. Dieser Artikel entstand im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) geförderten und vom Umweltbundesamt (UBA) betreuten Projekts BioSINK, FKZ 3720 43 502 0.