

Albrecht Bemann
Roland Irslinger
Kenneth Anders
(Hrsg.)

Vom Glück der Ressource

Wald und Forstwirtschaft im
21. Jahrhundert

Inhaltsverzeichnis

Einleitung der Herausgeber

KENNETH ANDERS, ALBRECHT BEMMANN, ROLAND IRSLINGER

Seite 9

Teil I

Waldumbau als Generationenprojekt

Waldentwicklung in Europa seit dem Beginn des Quartärs

*Wie Boden, Klima und menschlicher Einfluss
den Wald prägten*

HANSJÖRG KÜSTER

Seite 17

Kiefernwirtschaft im Wandel

Erfahrungsbericht eines Forstamtsleiters aus zwei Epochen

REGINALD RINK

Seite 27

Waldumbau in Sachsen – Aufgabe für Generationen

*Der Weg von Fichten- und Kiefernforsten
zu standortgerechten Kulturwäldern*

DIRK-ROGER EISENHAEUER

Seite 39

2018 hat uns die Verletzlichkeit der Wälder gezeigt

Wir müssen mehr mit der Natur arbeiten

PHILIPP VON DER MALSBURG

Seite 55

»Regelmäßig mäßig« ist unser Prinzip

Waldbau auf kleinen Flächen – Anforderungen und Auswirkungen

ANGELIKA MORGENROTH

Seite 65

Inhaltsverzeichnis

Teil II

Der Wald im Spiegel des Forstberufs

Das Berufsbild ist gut
*Der Horizont des Forstberufs
aus der Erfahrung des Kommunalwaldes*

HILMAR ALEXANDRIN
Seite 77

Zwischen Hörsaal und Holzacker?
Wie und warum wir Forstwissenschaften studieren

ANNE AUSTEN
Seite 85

Eine Geschichte über Synergien
Anmerkungen zu Naturschutz und forstlicher Nachhaltigkeit

THOMAS OPPERMAN
Seite 97

Nachhaltige Forstwirtschaft für eine lebenswerte Zukunft
Die Sichtweise der jungen Förstergeneration

ELISABETH PAUSCH UND SIEGFRIED WAAS
Seite 109

Jeder an seinem Platz
Warum Försterin für mich der schönste Beruf ist

HELLA STEIN
Seite 119

Teil III

Plädoyers für die Nutzung von Wald und Holz

Unverzichtbar
*Holz in der Industriegesellschaft Deutschlands
vom 19. bis ins 21. Jahrhundert*

ALBRECHT BEMMANN UND MARTIN BEMMANN
Seite 129

Inhaltsverzeichnis

Mit Holzbau aus der Klimakrise
Die Rückkehr des Holzbaus in die Städte

JOSEF HUBER

Seite 143

Die Kahlfächen wären eine Chance für den Waldumbau
*Der schwere gesellschaftliche Stand der Kleinwaldeigentümer
und deren Situation bei der Bewältigung der Waldschäden*

GORDON PREETZ

Seite 155

Ökologische Waldnutzung im Steigerwald
*Holznutzung in der Region Steigerwald –
ökonomische, ökologische und soziale Wirkungen*

WILLI RÖßNER

Seite 165

Waldlandschaften für Klimaschutz
Fossile Emissionen vermeiden, anstatt sie in Wäldern zu speichern

ROLAND IRSLINGER

Seite 175

Teil IV
Forschung für einen Wald der Zukunft

Waldumbau im Kontext des Wasserhaushaltes
Das Verhältnis von Landschaft, Wasser und Baumartenwahl

SIEGFRIED ANDERS

Seite 195

**Man darf es nicht zu kompliziert machen,
sonst versteht es niemand mehr**
Ein Gespräch über Theorie und Praxis der klimaplastischen Wälder

GERHARD HOFMANN

Seite 209

Patient Wald
Ist unser Wald noch zu retten?

MICHAEL G. MÜLLER

Seite 217

Inhaltsverzeichnis

Die Suche nach der Wahrheit über den Wald
Walddinventur und -monitoring in Deutschland

HEINO POLLEY

Seite 229

Biologische Vielfalt und Naturschutz im Wald

ERNST-DETLEF SCHULZE

Seite 243

Ein einfaches Rezept wird es nicht mehr geben!

Über den Nachhaltumbau der Wälder

SVEN WAGNER

Seite 257

Teil V
Erlebnisraum Wald

Licht und Schatten

Über die Transformation von Waldbildern

FOTOESSAY VON MICHAEL ANKER

Seite 273

Wildnis in Deutschland?

Eine Frage der Ethik – nicht des Arten- und Klimaschutzes

MARCUS KNAUF

Seite 307

Wald – ein Wohlfühl(t)raum

Ein Essay

MICHAEL SUDA UND ANIKA GAGGERMEIER

Seite 317

**Über die Herausgeber
sowie die Autorinnen und Autoren**

Seite 329

Inhaltsverzeichnis

Einleitung der Herausgeber

Die Liebe zum Wald ist verunsichert

Die Deutschen, so heißt es, lieben ihren Wald, aber diese Liebe ist verunsichert. Wir wissen kaum noch, was wir von unseren Wäldern erwarten dürfen. Hier sind die Waldwege durch moderne Erntetechnik beschädigt, dort weisen Verbotsschilder die Wanderer ab. Die Schaffung neuer Wildnisse ist ein anerkanntes politisches Ziel, das in vielen Regionen auf eine kulturlandschaftliche Wirklichkeit trifft und Konflikte auslöst. Die Praktiken und Konzepte der Jagd sind umstritten, die Arbeitsweisen der Forstverwaltungen ändern sich rapide.

In diesem gesellschaftlichen Klima nimmt die Debatte über die Forstwirtschaft immer schroffere Züge an. Darf man den Wald noch nutzen, wenn es doch heißt, dass die Holzentnahme das Klima und die Ökologie schädigt? Andererseits fordern international renommierte Forscher, mehr Holzhäuser zu bauen. Haben wir die falschen Wälder mit den falschen Bäumen? Und wer traut sich hierüber ein Urteil zu? Die Verantwortung für die Wälder scheint bei Experten, bei staatlichen Institutionen und Unternehmen zu liegen, von den Menschen dagegen erwartet man lediglich eine gute Einstellung und eine Akzeptanz der jeweiligen Waldpolitik. Aber was ist eine gute Einstellung zum Wald?

Wir leben in einer Versorgungsgesellschaft. Nur noch wenige Menschen bewirtschaften Wasser und Boden in der Landschaft. In den wachsenden Ballungsräumen rückt die Aneignung der Natur durch globale Lieferketten in weite Ferne. So entsteht ein kollektives Unbehagen – man möchte wieder nah dran sein an der Natur, allerdings zeichnet der Diskurs über Klimaveränderungen und eine gefährdete biologische Vielfalt kein gutes Bild von unserem Umgang mit ihr. Der kulturelle Argwohn gegenüber der Land- und Forstwirtschaft nimmt zu, es wächst das Bedürfnis nach einer unbelasteten Praxis, um dann umso unbeschwerter wieder in den Versorgungsalltag zurückkehren zu können.

Es ist wahr: Jede Landnutzung geht mit Eingriffen und ständiger Selektion einher, sie erfährt Rückschläge, muss mit unerwartetem Mangel und ebenfalls nicht

immer wünschenswertem Überfluss zurecht kommen. Nun steht sie zudem unter dem Druck eines wachsenden gesellschaftlichen Missverstehens. Je drängender die Gesellschaft über ihre Märkte die Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft einfordert, je ungeduldiger sie zugleich ihre Vorstellungen von einer besseren Landnutzung durchsetzt, umso schwieriger wird die Lage der Landnutzer. Denn ganz gleich, für welche Art der Bewirtschaftung sie stehen: Sie sind an den Standort gebunden, und sie tragen das wirtschaftliche Risiko. Für beide Umstände hat unsere Öffentlichkeit derzeit wenig Verständnis.

Das Glücksversprechen der Ressource

In dieser gesellschaftlichen Situation macht sich ein sprachliches Problem bemerkbar: Wir unterscheiden in unserer Sprache kaum zwischen Verbrauchs- und Gebrauchsbeziehungen. Der Abbau und die Nutzung von Bodenschätzen sind reine Verbrauchsformen: Erdöl, Gas oder Kohle, auch Kies oder Metalle können insofern den Begriff der Ressource, der einen Prozess der Wiederherstellung des genutzten Gutes konnotiert, gar nicht für sich beanspruchen. Sie werden abgebaut und unserem Metabolismus zugeführt. Einige dieser Stoffe lassen sich im Recycling ein weiteres Mal nutzen, aber sie werden nicht wiederhergestellt. Insofern sollte man sie nicht Ressourcen, sondern »Sourcen« nennen. Dieses Wort ist im Deutschen nicht gebräuchlich und geht uns dementsprechend schwer über die Lippen. Es trägt aber sehr zur Klarheit bei, denn für den Bereich des Verbrauchs ist das allgemeine umweltpolitische Gebot, sich die Welt mit Vorsicht, Sparsamkeit und in dem Wissen anzueignen, dass diese Nutzung nicht nachhaltig sein kann, absolut berechtigt. Dagegen müssen Wasser und Boden – und eben auch der Wald – als Ressourcen begriffen werden, die bei angemessener und immer wiederkehrender Bewirtschaftung eben nicht verbraucht werden. Landschaft ist angelegene Natur, so auch der Wald in Deutschland. Diese Gebrauchsbeziehung wirft in erster Linie keine quantitativen, sondern qualitative Fragen auf. Derzeit wird in der Öffentlichkeit gefragt: »Wie viel Bewirtschaftung verträgt unser Wald?« Aus der Sicht einer ökologischen Forstwirtschaft ist diese Frage unsinnig. Sie müsste vielmehr lauten: »Welche Bewirtschaftung braucht unser Wald?«

Dieses Buch verspricht Einblicke in eine besondere Form eines menschlichen Glücks. Liest man die einzelnen Beiträge, so wird bald deutlich, dass die tägliche Arbeit im Wald, mit dem Wald und für den Wald auch mit Sorgen verbunden ist. Warum sprechen wir in unserem Buchtitel dennoch von Glück?

Der Grund ist wiederum den hier versammelten Texten leicht zu entnehmen: Die Aussicht auf ein Gelingen der menschlichen Tätigkeit, die in der Ressourcenbeziehung steckt, ist immer noch stärker als die mit ihr einhergehenden Belastungen. Einen Wald im Einklang mit den standörtlichen Bedingungen so zu entwickeln, dass er nutzbares Holz liefert, eine hohe Vielfalt an Pflanzen, Tieren und Lebensräumen aufweist und uns erfreuen kann, das ist etwas Schönes. Die Menschen, die diese Bindung eingehen, machen die anthropologische Erfahrung des Gartens: Natürliches Wachstum in menschlicher Hege ist ein Prozess der Ausdifferenzierung, die immer größere Fülle ermöglicht. Dazu gehört eben auch die Erfahrung, dass die Bewirtschaftung von Ressourcen ihre Schattenseiten hat. Wie alles Lebendige verlangt uns auch der Wald etwas ab. Es gibt Zeiten des Mangels oder der Zerstörung durch Windwurf, Feuer oder durch Massenvermehrung von Insekten. Es gibt die Sorge in Jahren der Trockenheit, den Ärger mit Wildschäden oder die Wut über Vandalismus. Aber gerade entlang dieser Leidensmomente scheint das Glück der Ressource immer wieder auf. Daraus, aus der Möglichkeit, einen gesunden, ertragreichen und attraktiven Wald zu gestalten, speist sich der Optimismus der forstlichen Kunst.

Das gesellschaftliche Wunder der Forstwirtschaft

Die Forstwirtschaft, wie sie sich in der Moderne herausbilden konnte, ist ein kleines gesellschaftliches Wunder. Es konnte ein Vertrag geschlossen werden, auf dessen Grundlage fortan Wald im volkswirtschaftlichen Maßstab für spätere Generationen angebaut wurde. Das ist nicht trivial, es setzte vielmehr eine enorme institutionelle Disziplinierung voraus. Nicht ohne Grund trugen die Forstleute Uniformen, hatten Dienstgrade und waren meist eng in die staatlichen Machtverhältnisse eingebunden.

Verbreitet ist heute der Vorwurf, dieser forstliche Generationenvertrag habe sich nur auf den Wald als Holzlieferant bezogen. Nun geht diese These zwar an so manchen ganzheitlichen Ansätzen in Theorie und Praxis vorbei, die zumindest in Deutschland viele faszinierende Wälder hervorgebracht haben. Dennoch trifft es zu, dass der Generationenvertrag über die Wälder eine Erneuerung braucht. In einer Zeit, in der die Segregation der Landschaft in genutzte und geschützte Zonen fortschreitet, in der sich verschiedenste Logiken, Ideologien und Interessen des Waldes bemächtigen können, ohne dass dies von einer kritischen Öffentlich-

keit noch adäquat interpretiert werden kann, sollte die Forstpolitik den Vertrag zwischen den Generationen, zwischen den Waldbesitzern und den Verbrauchern, zwischen Bewirtschaftung und individueller Teilhabe neu aufsetzen.

Die aktuelle Debatte scheint allerdings blind dafür zu sein, dass die Waldwirtschaft bereits seit Jahrzehnten in dieser Transformation steht. Der Umbau von Wäldern aller Eigentumsformen ist längst Grundtenor forstlichen Handelns geworden. Die Waldbilder haben sich in verschiedene Richtungen verändert, teilweise allerdings so dramatisch, dass man fürchten muss, das aggregierte forstliche Erfahrungswissen könnte bereits verloren gegangen sein. Denn auch bei veränderten gesellschaftlichen Anforderungen ist es doch die Geschichte, die das menschliche Lernen ermöglicht. Wer sich von der Vorstellung leiten lässt, aus der Vergangenheit könne man nichts lernen, weil einem diese Vergangenheit nicht gefällt, ist schlecht beraten.

So in die Defensive geraten, gerät nun auch der Begriff »Forstwirtschaft« selbst in die Defensive. Meist spricht man heute lieber von Waldwirtschaft, um das umfassende Ergebnis dieser Profession zu betonen. Das ist nachvollziehbar, wird aber an der Notwendigkeit, die menschliche Rolle im Wald zu klären, nichts ändern. Andernfalls steht bald der Wirtschaftsbegriff selbst unter Verdacht, und man spricht möglicherweise von »Waldmanagement« oder besser nur noch von »Waldmonitoring«. Damit wäre allerdings weder uns noch dem Wald geholfen.

Perspektivvielfalt für einen besseren Walddiskurs

Dieses Buch greift verschiedene Perspektiven auf den Wald auf, die sich gegenseitig erhellen können. Es macht die historische Gewordenheit unserer Wälder sichtbar, aber auch die inneren Konflikte des Forstberufs, der den Wald schon immer im Spannungsfeld von Holzbedarf, Politik und standörtlicher Eignung entwickeln musste. Es thematisiert den gegenwärtigen Holz hunger unserer Gesellschaft und die Innovationen, die im Holzbau heute völlig neue Möglichkeiten geschaffen haben. Es öffnet verschiedene wissenschaftliche Zugänge zum Wald, wobei versucht wurde, zwischen hoch spezialisierter Forschung und allgemein verständlicher Sprache eine Balance zu finden. Und es lässt die Forstleute und Waldbesitzer selbst sprechen, die wertvolles Erfahrungswissen und oft tiefe Bindungen an ihre Wälder entwickelt haben. Die Autorinnen und Autoren haben nicht in allem dieselben Ansichten und Meinungen, aber das ist auch nicht erforderlich. Das Buch soll einladen, nicht festschreiben.

Die großen Diskursthemen der Gegenwart – Klima, Nachhaltigkeit und biologische Vielfalt – werden durch diese Vielstimmigkeit empirisch rückgebunden und differenziert. Wir sind davon überzeugt, dass auf diese Weise ein weniger defensives und weniger ängstliches Bild von uns und unseren Wäldern entsteht, mit dem sich die Zukunft besser gestalten lässt als in der gegenwärtigen diskursiven Rahmung. Die wissenschaftlichen, praktischen, ökologischen, waldbaulichen und wirtschaftlichen Erfahrungen sprechen dafür, dass der Optimismus der Forstpioniere berechtigt war: Die Liebe zum Wald und seine Nutzung, die Funktionsweise des ökologischen Systems und der Eingriff des Menschen, die emotionalen Bindungen und die stofflichen und energetischen Erträge, all dies muss kein Widerspruch sein. Oder genauer: Als Menschen sind wir in der Lage, uns in den damit verbundenen Widersprüchen klug zu verhalten.

Eine Debatte, die über den Wald hinausweist

Vom Wald lässt sich vieles lernen, von seiner Bewirtschaftung auch. Die forstliche Kunst, programmatisch erneuert und beschrieben, kann nicht nur der forstpolitischen Debatte neue Impulse geben, sondern auch im gesellschaftlichen Diskurs über die Landnutzung in der Versorgungsgesellschaft ein Achtungszeichen setzen. Diese Motivation war in allen Phasen der Erarbeitung dieses Buches spürbar. Nicht nur der Wald muss sich an Veränderungen anpassen, auch wir müssen uns verändern. Wir müssen aus gewohnten Rollen, in deren Sicherheit wir uns wohl allzu lange gewöhnt haben, herausbegeben, aufeinander zugehen und zu einem gemeinsamen Verständnis der miteinander geteilten Welt kommen. Die konkret miteinander geteilte Welt ist nun einmal die Landschaft, die wir zusammen bewohnen und nutzen. Dieses Buch soll Mut machen, das eigene, in den vielfach unversöhnlichen Mediendiskursen viel zu enge Visier zu öffnen und miteinander ins Gespräch zu kommen, entlang von Empirie, also von Erfahrung. So können alle etwas zum Gelingen des Waldes beitragen – und am Glück der Ressource teilhaben. Wir danken allen, die dieses Buch durch Spenden, Engagement und Mitarbeit ermöglicht haben, sowie Clemens Herrmann und Dr. Christoph Hirsch vom oekom verlag für die sorgfältige und hilfreiche Betreuung des gesamten Prozesses.

Kenneth Anders, Albrecht Bemann, Roland Irslinger

Einleitung der Herausgeber

Jeder an seinem Platz

Warum Försterin für mich der schönste Beruf ist

HELLA STEIN

Warum ich mich für den Forstberuf entschieden habe? Das ist eine Frage, die ich mir nie selbst gestellt habe. Ich habe nie darüber nachgedacht. Es war für mich selbstverständlich. Eine logische Folge. Die Umstände meines Aufwachsens entsprachen wohl derart meinem Naturell, dass ich nie in Erwägung gezogen habe, etwas anderes werden zu wollen als ein Mensch, der sich mit dem Wald und der Forstwirtschaft befasst. Offenbar passte alles zueinander. Aus heutiger Sicht mag es seltsam klingen, dass eine Berufswahl so gar nicht stattfindet, weil man eben nicht auswählt, sondern einfach annimmt. Heute weiß ich, dass ich damit nicht alleine bin. Es gibt andere Forstleute, denen es ähnlich ergangen ist. Die einfach gespürt haben: Das ist es!

Warum ist der Forstberuf für mich der schönste Beruf? Weil es für mich alles bedeutet: Kindheit, Familie, Freunde, Naturerlebnis, Bodenständigkeit und Weitblick, das Erkennen von Gefahr und Verlust, das Begreifen von Naturprozessen und Verantwortung, die Hingabe von Menschen für eine gemeinsame Sache und immer wieder harte Arbeit bei Wind und Wetter. Arbeit, die mit der Natur verbindet, die Demut erzeugt und Dankbarkeit für das, was die Natur uns schenkt, um leben zu können. Der Forstberuf verbindet Menschen in einer Art und Weise, die über die reine Betrachtung des Waldes hinausgeht. Es ist der unbedingte Wille, einen Beitrag zu leisten zum Wohle des Waldes und zum Wohle unserer Gesellschaft. Zu dieser Erkenntnis bin ich sehr früh in meinem Leben gekommen. Die Forstleute, die ich seit frühester Kindheit kennengelernt habe, führten mich dahin. Und es wachsen junge Forstleute nach, die ähnlich denken. Ich bin dankbar, in diesem Umfeld arbeiten zu dürfen, mit diesen Menschen, für den Wald. Ja, es ist für mich der schönste Beruf und wird es immer sein.

Jeder an seinem Platz

Die Prägung

Geboren wurde ich als viertes Kind unserer Familie 1971 in Mecklenburg. Mein Vater war zu dieser Zeit Oberförster der Oberförsterei Bützow des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Güstrow, meine Mutter zunächst Erzieherin in der Kinderkrippe der Gemeinde, dann Betriebskrankenschwester des Kreisbetriebes für Landtechnik Steinhagen. Wir bewohnten die betriebseigene Oberförsterei, die sich unsere Familie mit einer weiteren Familie teilte, zwischenzeitlich auch mit Waldarbeiterlehrlingen. Das Haus lag an einem kleinen Wäldchen, umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Als Kinder waren wir somit mitten im forst- und landwirtschaftlichen Alltag. Revierförster, Waldarbeiter und Jäger gehörten in unsere Welt, genauso wie die Frauen und Männer der Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft, der Gärtnerei und der Milchviehanlage. Haus und Hof mussten versorgt werden, sodass sich unser Leben zu einem wesentlichen Teil draußen abspielte: Hofarbeit, Holz machen, Gartenarbeit, bei der Jagd helfen, Tiere versorgen. Zu dieser Zeit ein normales Landleben. Ohne Gewese. Ohne Gedöns. Es wurde gemacht, was gemacht werden musste. Und irgendwie waren alle in den Prozess der Produktion land- und forstwirtschaftlicher Erzeugnisse zur Sicherung des täglichen Grundbedarfs integriert. Diese Formulierung klingt aus heutiger Sicht fast wie aus einer anderen Welt. Vielleicht war es das auch: eine andere Welt. Wir waren nicht entfremdet von dem, was wir aßen oder verbrauchten. Und alle, die halfen, diesen Grundbedarf abzusichern, genossen Respekt.

Als Kinder und Jugendliche wurden wir herangeführt an die Arbeit, die notwendig war, um die Grundbedürfnisse des Lebens abzusichern. Wärme, Nahrung, Baustoffe – nichts kommt von alleine, es muss sich immer einer bücken. Als Schüler verdienten wir uns Taschengeld als Erntehelfer, wir sammelten Kartoffeln und Steine auf den Feldern, wir sammelten Kastanien, Bucheckern und Eicheln für die Pflanzennachzucht und die Wildfütterung, wir pflanzten Bäume in Pflanzbrigaden, sammelten Altpapier und Leergut. Nachhaltigkeit war kein gesprochenes Wort, es war Respekt vor den natürlichen Ressourcen und Bestandteil unseres Lebensalltags. Früh lernten wir, dass man anpacken muss, um im nächsten Jahr ernten zu können, und dass Wälder, Felder und Tiere gepflegt werden müssen, um zukünftig über die Runden zu kommen. Mit diesem Selbstverständnis im Umgang mit der Natur, sie zu nutzen und zu pflegen, bin ich in die Forstwirtschaft hineingewachsen. Eine Forstwirtschaft, die ihre feste Verwurzelung in der Notwendigkeit hat, die Grundbedürfnisse einer Bevölkerung abzusichern. Das

Bedürfnis nach Baumaterial, nach Holz für Möbel, Papier, Zellstoff und Gegenstände des täglichen Bedarfs sowie das Bedürfnis nach Wärme. Und weil die Forstleute genau das leisteten, waren sie anerkannt in der Bevölkerung. Im Jahr 1969 widmete die DDR dem Wald und der Forstwirtschaft einen Sonderbriefmarkensatz, der die Funktionenvielfalt des Waldes hervorhob. Vier Marken, vier Botschaften: Rohstofflieferant Wald – Schützt ihn, Klimaregler Wald – Schützt ihn, Erholungsstätte Wald – Schützt ihn, Schützt unsere Wälder. Auch das prägt. Ich besitze diesen Satz bis heute.

Durch den Beruf meines Vaters gehörte die Forstwirtschaft zum Alltag meiner Familie. Alles, was damit zu tun hatte, war in meiner Kindheit und Jugend immer präsent. Und ich nahm alles auf und vieles an. Hartig, Cotta, Pfeil an den Wänden im Dienstzimmer, uralte und neue Forstliteratur in überfüllten Bücherschränken, gut gelaunte Revierförster in lauten Gesprächen, Treffen mit Forstleuten aus anderen Regionen, der Zusammenhalt, das Entdecken seltener Baumarten, die Suche nach der Kuhschelle, die gemeinsame Arbeit mit dem Naturschutzbund und den Ornithologen, die harte Arbeit der Waldarbeiterinnen und Waldarbeiter, der Geruch des frisch geschlagenen Holzes, das Frieren auf den Jagden, die Suche nach den Hunden, das Auszählen der Buchennaturverjüngung, die Suche nach dem einen Pilz und immer wieder das Staunen über unseren Wald.

Ich fand's gut. Ich mochte alles daran, und daran hat sich bis heute nichts geändert. Heute weiß ich, es war niemals nur die Waldnähe, die mich geprägt hat, sondern die Summe der Menschen, die für ihn und in ihm arbeiteten und arbeiten.

Ganz selbstverständlich

Unzählige Spaziergänge im Wald. Lange Wanderungen. Stundenlanges Sitzen im Grünen. Eine Mutter, die im Wald Gedichte rezitiert über alte Linden und Bäume, die im Mai ausschlagen. Geschichten über die Weltenesche Yggdrasil. Ein Vater, der über Licht und Schatten im Wald spricht, über Dichtstand und Auflockerung, über das Verjüngen, über das Ernten. Ein Großvater, der scheinbar endlos einen Bachlauf beobachtet, eine Großmutter, die mit uns Leseholz sammelt für den Küchenherd. Die Liebe zur Natur, zum Wald und die Rolle des genutzten Holzes waren selbstverständliche Bestandteile meiner Kindheit. Ich wollte Förster werden. Da war ich acht.

Buschwindröschen, auch die gelben, an versteckten Plätzen. Moschuskraut, Lerchensporn, Leberblümchen, Salomonsiegel, üppige Buchennaturverjüngung.

Jeder an seinem Platz

Alles da auf reichen Böden der eiszeitlichen Hügelmoränenlandschaft. Wirtschaftswald und Erholungsort. Wenn man in seiner Kindheit genau dies erfährt, wird man später nicht glauben können, was so alles über die Forstwirtschaft erzählt wird. Über Förster, denen die Schönheit und der Reichtum ihres Waldes angeblich nicht bewusst sein sollen. In meiner Erfahrungswelt entspricht es nicht dem Wesen eines Försters, sich nicht für den Erhalt der Artenvielfalt seines Waldes zu interessieren oder einzusetzen. Ganz im Gegenteil. Die Selbstverständlichkeit, mit der die Förster meiner Kindheit und Jugend sich für Naturschutzbelange eingesetzt und aktiv mit den Verantwortlichen zusammengearbeitet haben, hat mein Bild auf unsere Forstwirtschaft geprägt. Es ging immer um den Wald als Ganzes, niemals filetiert in einzelne Komponenten. Ich habe mich wohlgefühlt in diesem Kreis von Menschen, die ganz selbstverständlich die Multifunktionalität des Waldes gelebt und unterstützt haben. Es war ein selbstverständliches Grundrauschen. Natur- und Artenschutz und Rohholzproduktion gingen zusammen, weil es gehen musste. Ohne Holz aus den eigenen Wäldern – undenkbar. Ohne Adlerhorste im Wald – undenkbar. Keine herbeigeredeten Konflikte zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft. Ich wollte so werden wie sie. Wie diese Menschen, die sich kümmern um den Wald, die ihn nutzen und pflegen. Ich wollte Förster werden. Da war ich vierzehn.

Die bewusste Unterstützung. Wissen

Mit sechzehn Jahren begann ich eine Lehre zum Forstfacharbeiter/Mechanisator mit Abitur. Von 1987 bis 1990 besuchte ich die Betriebsberufsschule des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Wismar in Bad Doberan. Eine tolle, erlebnisreiche, prägende Zeit. Wir wollten in den Forstberuf. Wir teilten das gleiche Selbstverständnis von der Multifunktionalität des Waldes. Wir lernten, hart im Wald zu arbeiten. Und wir pflanzten und pflanzten und pflanzten. An dieser Schule wurden fachliche Grundlagen gelegt, von denen ich bis heute zehren kann. Die Freundschaften, die in dieser Zeit entstanden sind, bildeten eine weitere Grundlage, um in dem Beruf weiterzugehen, um dranzubleiben am Thema, am Wald. Wir nahmen uns mit auf eine Reise für den Wald.

Beim Studium an der Technischen Universität Dresden, Sektion Forstwirtschaft (heute Fachrichtung Forstwissenschaften) in Tharandt, ging es um das große Ganze der Forstwissenschaft. Es war der ganzheitliche Ansatz, der mich prägte. Auch hier

kein Filetieren des Waldes. Auch hier ging es um den ganzen Blick: Wasser, Klima, Boden, Artenvielfalt, Naturschutz im Wald, Waldwachstum, Wild, Holz, Arbeit im Wald, Erholung im Wald. Der gesamte Blick auf das Ökosystem Wald, auf alle Funktionen, auf das Nebeneinander und Miteinander, auf die Abhängigkeiten und auf die Notwendigkeiten. Wir vermaßen die Bäume, erkundeten den Waldboden, bestimmten Tier- und Pflanzenarten, hockten an Mooren und suchten nach Moosen; wir durchleuchteten Holzfasern, besuchten und befragten Forstbetriebe und Waldbesitzer, bestaunten Wälder in anderen Ecken der Welt, arbeiteten im Wald und lernten gefühlt jedes Detail, das mit dem Wald zu tun hat.

Es reichte noch nicht. Es fehlte das Wichtigste: die geschichtliche und gesellschaftliche Einordnung der Entwicklung der Forstwirtschaft. All das Gelernte musste eine historische Einordnung erfahren, um nicht verzerrt zu werden. Die Sichtweisen auf den Wald und die gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald folgen der jeweiligen Zeit. Jede Zeit hat andere Nöte, andere Notwendigkeiten, andere Entwicklungen. Es war wichtig, das zu verinnerlichen, um Prozesse zu verstehen und Verurteilungen zu vermeiden. Wir mussten es verinnerlichen, denn plötzlich waren wir Teil dieser historischen Einordnung. Wir studierten in Zeiten des gesellschaftlichen Umbruchs. Nach Auflösung der DDR änderte sich auch in Tharandt so vieles: Ansichten, Köpfe, Lehrmeinungen. Die forstliche Lehrstätte von 1811 kämpfte um ihr Überleben. Wir sammelten Unterschriften. Wir erlebten neue Professoren. Und dann ein Satz, der hängen blieb: »Vergessen Sie alles, was Sie bisher über Forstwirtschaft gelernt haben.« Ich war entsetzt. Wir diskutierten viel. Wir lernten das Debattieren, das Abwägen, das Differenzieren. Man hörte uns, und wir wurden unterstützt, von alten und neuen Professoren, die uns Weitblick und den Umgang mit historischen Fakten lehrten, mit Respekt vor den Leistungen anderer Forstleute in anderen Zeiten, unter anderen Umständen.

Die fachlichen und historischen Teile fügten sich zusammen. Wir lernten, ganzheitlich zu denken, alle Bausteine im Blick zu haben. Und wir wurden Generalisten, weil es bei der Vielfalt des Wissens um den Wald wohl nicht anders sein kann, weil der Wald eben mehr als die Summe seiner Bäume ist. Später sollten wir begreifen, dass genau das – das ganzheitliche Denken – eine Stärke der Forstleute ist. In der heutigen Zeit, in der man sich im Detailwissen verlieren kann, in der unendlich viele Informationen ständig, aber ungeordnet verfügbar sind und man leicht den Blick auf das Gesamte verlieren kann, ist dies eine wichtige Fähigkeit.

Die Begegnungen in der Lehrzeit und beim Studium, die entstandenen Freundschaften und die Gewissheit, dass es eine Gemeinschaft gibt, die sich für die Be-

lange des Waldökosystems und der nachhaltigen Waldbewirtschaftung einsetzt, sind Teil der Antwort auf die Frage, warum der Forstberuf für mich der schönste Beruf ist.

Verantwortung

Nach 1990 veränderten sich die Strukturen meiner Kindheit. Die drei Nordbezirke der DDR bildeten nun das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Aus der Oberförsterei Bützow, in der ich aufwuchs, entstand das Forstamt Schlemmin (wieder). Die Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe waren aufgelöst. Andere Strukturen waren entstanden, die mittlerweile mehrfach geändert wurden. Es waren Zeiten, in denen sich die Forstleute neu sortieren mussten.

Als ich 1997 das Forstreferendariat in Mecklenburg-Vorpommern antrat, hatten sich die neuen Strukturen bereits etwas gefestigt. Die inhaltliche Ausrichtung, die Gleichrangigkeit der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion, hatte Bestand. Für die öffentliche Forstverwaltung wurden 1995 die Ziele und Grundsätze einer naturnahen Forstwirtschaft entwickelt. Eine forstliche Wirtschaftsweise, die Stabilität und Vitalität der Waldbestände, die biologische Vielfalt, das wirtschaftliche Ertragsvermögen, die Bereicherung des Landschaftsbildes und die Förderung der Erholungsleistung im Fokus hat. Damit konnte und kann ich mich sehr gut identifizieren, da es einer ganzheitlichen Sichtweise auf den Wald entspricht. Ich wollte in diesen Forstberuf und Verantwortung übernehmen für den Wald meiner Kindheit. Und ich wollte meiner Familie und meinen Lehrmeistern sagen: Ihr habt mich nicht umsonst geschickt. Wie Alexander von Humboldt es ausdrückte: Alles ist Wechselwirkung. Über die Naturprozesse hinaus gilt das wohl auch für menschliche Beziehungen. Vorbilder waren und sind für mich eine starke Motivationskraft. In der forstlichen und naturwissenschaftlichen Geschichte und Gegenwart gibt es einige Persönlichkeiten, die mich stark beeindruckt haben, die mich antreiben und voranbringen. Ihnen gemeinsam sind vor allem der respektvolle Umgang mit der Natur und das Bewusstsein, dass der Mensch von ihr abhängt. Den Wald zu nutzen und ihn gleichsam zu schützen, das ist eine Herausforderung, die die Forstleute angenommen haben. Wälder in Deutschland zeugen davon, dass es gelingt.

Bei einer Waldführung staunte ein Mädchen einer vierten Klasse ganz besonders über einen Ameisenhaufen und fragte mich, woher die allererste Ameise stammte. Ich beantwortete die Frage nicht und ließ ihr das Staunen. Aus eigener Erfahrung

wusste ich, dass genau das eine Antriebskraft sein kann, um einen Wunsch zu entwickeln.

Alexander von Humboldt war überzeugt davon, »dass zum Verständnis der Natur die Fantasie ebenso notwendig sei wie das rationale Denken«. ¹ Dem möchte ich mich gerne anschließen. Die Fantasie und das Staunen über die kleinen Details der Natur brachten mir den Wald nah. Die Forstwissenschaften ermöglichten mir, den Gesamtzusammenhang zu verstehen.

Die Herausforderungen des Forstberufes

Seit Beginn meiner Lehre zum Forstfacharbeiter sind nunmehr 35 Jahre vergangen. Mein Berufswunsch hat sich lange erfüllt. Es war nicht schwer zu begreifen, dass es zum Gelingen der Forstwirtschaft vieler Menschen in unterschiedlichen Ebenen und Facetten des Forstberufes bedarf: von den Forstwirtinnen und Forstwirten in der Fläche bis zu den politischen Akteuren, die die Inhalte der Waldgesetze verantworten. Ich habe meinen Platz gefunden als Referentin für Holzvermarktung in der Obersten Forstbehörde der Landesforstverwaltung Mecklenburg-Vorpommerns. Die Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz und die Bedeutsamkeit seiner Verwendung sind zentrale Themen meiner Arbeit. Diese Themen verbinden mich mit »Forst- und Holzleuten« aus unserem und anderen Bundesländern, mit Menschen, die in öffentlichen oder privaten Forstbetrieben arbeiten, in der Holzindustrie, im Handwerk, an Hochschulen, Universitäten und in der Politik. Die Zusammenarbeit basiert auf einem gemeinsamen Anliegen, den Rohstoff Holz so effizient wie möglich zu nutzen, zur Absicherung des Holzbedarfs und als Chance für einen ambitionierten Klimaschutz. Die Herausforderung besteht darin, der Öffentlichkeit deutlich zu machen, dass wir als Gesellschaft in Summe verantwortlich sind für Rohstoffverbrauch und -produktion, dass dieses Paar nicht zu trennen ist. Dabei ist jede Hilfe willkommen. Jeder junge Mensch, der sich für den Forstberuf begeistern kann, ist ein Gewinn.

Bei allen aktuellen Themen ist der Forstberuf für mich auch eine Reise in die Geschichte. Und ja, es ist für mich der schönste Beruf. Immer noch und immer wieder. Er vereint so viel.

Anmerkung

¹ Wulf, A. (2016): Alexander von Humboldt und die Erfindung der Natur. Bertelsmann Verlag.

Waldlandschaften für Klimaschutz

*Fossile Emissionen vermeiden,
anstatt sie in Wäldern zu speichern*

ROLAND IRSLINGER

Wald, Holzvorrat und Kohlenstoffspeicher

Wald und Klima – das ist eine direkte Beziehung. Deutschland kann allein durch seine ausgedehnten Waldgebiete viel zum Klimaschutz beitragen, denn Wälder können einen Teil der Nettoprimärproduktion in Form von Holz und Energie über lange Zeiträume speichern. Ein Vorratsfestmeter (Vfm = m³) Holz enthält je nach Baumart und Feuchte etwa 0,5 Tonnen absolut trockenes Holz,^{1, 2} darin sind nach IPCC* im Mittel aller Baumarten 250 Kilogramm Kohlenstoff (C) enthalten.**

Waldökosysteme sind offene Systeme, im Biosphäre-Atmosphäre-System spielt der C-Kreislauf und damit das lebende und tote Holz für das globale Klimageschehen eine Rolle. Die Bezugsebene muss allerdings die Landschaft sein, da die einzelnen Waldbestände eine zu hohe zeitliche Dynamik aufweisen.³

Die Wirkung von Waldlandschaften auf das globale Klima beruht auf vier Säulen: dem Waldspeicher***, dem Holzproduktspeicher, der stofflichen und der energetischen Substitution. Die C-Flüsse zwischen diesen Positionen können nur auf der Basis von Analysen der Lebenszyklen (LCA) von »cradle to cradle« bewertet werden.⁴

* Intergovernmental Panel on Climate Change.

** Die hier vorgestellten Bilanzen berücksichtigen in erster Linie CO₂, bei den Substitutionsfaktoren sind alle Treibhausgasemissionen als CO₂-Äquivalente auf der Grundlage ihres Treibhausgaspotenzials im Vergleich zu CO₂ berücksichtigt. Nach dem Verhältnis der molaren Massen von C (12) zu CO₂ (12+2×16 = 44) wird die äquivalente Menge an Kohlendioxid (CO₂) durch Multiplikation mit 44/12 berechnet, demnach entsprechen einem Vorratsfestmeter von im Wald stehendem oder frisch gefällttem Holz 917 Kilogramm CO₂.

*** Ein Speicher ist eine Zustandsgröße (Vorrat), Senke und Quelle sind dagegen Flussgrößen. Wald und Holzprodukte sind dann eine C-Senke (Speicherung), wenn ihr Speicher größer wird, umgekehrt sind sie eine C-Quelle. Durch Senken wird die Atmosphäre von Treibhausgasen entlastet, durch Quellen belastet.

Der Waldspeicher in Deutschland ist heute ähnlich hoch, wie er ohne Bewirtschaftung wäre,⁵ auf 10,8 Millionen Hektar* (1 Hektar = 10.000 Quadratmeter) begehbarer Holzbodenfläche wachsen 7,6 Milliarden Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser mit Rinde ab sieben Zentimeter. Äste und Stämme dieser Dimension werden »Derbholz« genannt. 3,9 Milliarden Vorratsfestmeter Derbholz stehen im deutschen Wald, auch zwischen 2012 und 2017 mit weiter steigender Tendenz. Mit einem mittleren Vorrat von 358 Vorratsfestmetern Derbholz pro Hektar liegt Deutschland an der Spitze der EU. Szenarien hin zu einem Abbau der Vorräte durch Nutzung stehen nicht zur Diskussion. Allerdings tendiert die C-Senke Wald gegen null, weil unser Wald der maximal möglichen Vorratshöhe inzwischen recht nahe ist.

Legt man die ober- und unterirdische lebende Biomasse aller Bäume, auch derjenigen unter sieben Zentimeter Durchmesser, einschließlich der Äste, Nadeln und Wurzelstöcke zugrunde, kommt man auf einen Wert von 1,2 Milliarden Tonnen C, die darin enthalten sind, dem entsprechen 4,5 Milliarden Tonnen CO₂. Der Vorrat an stehendem und liegendem Totholz sowie Totholz im Boden mit Durchmessern größer als zehn Zentimeter ist zwischen 2012 und 2017 nochmals stark gestiegen, er beläuft sich auf 240 Millionen Kubikmeter, das sind etwa 22,2 Kubikmeter je Hektar, die 34 Millionen Tonnen C enthalten, entsprechend 124 Millionen Tonnen CO₂.⁶ Zusammen mit der lebenden Biomasse ergeben sich rund 4,6 Milliarden Tonnen CO₂.

Aber wo liegen die Grenzen des Holzvorrats in unberührten Waldlandschaften? Da Buchen-Primärwälder, Wälder, die nie von Menschen gestört wurden, in Deutschland schon lange nicht mehr existieren, können Daten aus Naturwaldreservaten Anhaltspunkte liefern. Dort werden Vorräte zwischen 370 und 900 Vorratsfestmetern gemessen.⁷⁻¹⁰ Diese Vorräte stammen meist aus vorratsreichen Phasen der Waldentwicklung und sind nicht zur Herleitung eines natürlichen landschaftsbezogenen Primärwaldvorrates geeignet. Bewirtschaftete wie auch sich selbst überlassene Wälder können sehr hohe Vorräte aufbauen, auch alte Wälder können im Einzelfall noch Kohlenstoffsenken sein.

Ungestörte alte Wälder (»old-growth-forests«) kommen aber auch in völlig unberührten Waldwildnislandschaften aufgrund der kumulativen Wahrscheinlichkeit von Störungen nur selten vor. Nur wenn großflächige Störungen über Jahrhunderte ausbleiben, können sich solch alte Wälder entwickeln.^{11, 12} Zur Begrün-

* Es wird von einer konstant bleibenden Waldfläche in Deutschland ausgegangen.

dung der Klimaschutzwirkung einer Waldwildnisstrategie eignen sich diese deshalb nicht.

Primärwaldlandschaften streben bei konstantem Klima einem Fließgleichgewicht zu, sie sind dann weder Senke noch Quelle,¹³ wie das zum Beispiel im Buchen-Urwald in Uholka Shyrokyi Luh in der Ukraine nachgewiesen wurde.¹⁴ Diese Wälder zeichnen sich durch einen kleinflächigen Wechsel dichter und sich gerade verjüngender Bereiche aus. Primärwälder der Slowakei zeigen Langzeitmuster mit Phasen von Akkumulation und Zusammenbruch, Zerfallsstadien kommen dort auf knapp 50 Prozent der Fläche vor. Ein Zyklus dauert dort bei der Buche 230 bis 250 Jahre bei einem mittleren Alter der Bäume von 90 Jahren und Vorräten zwischen 250 und 600 Vorratsfestmetern je Hektar.¹⁵ Primärwaldlandschaften der mit unserer Buche verwandten Orientbuche im Iran haben mittlere Vorräte von 336 Vorratsfestmetern je Hektar.¹⁶ In beiden Beispielen ist die Wasserversorgung besser als die unserer Buchenstandorte. Bewirtschaftete Buchenwälder haben nach Schulze et al. (2021)¹⁰ ähnliche Lebendvorräte wie unbewirtschaftete. Waldinventuren in British Columbia zeigen in bewirtschafteten Wäldern höhere Vorräte als in »old-growth-forests«,¹⁷ unbewirtschaftete Waldlandschaften im Staat Washington zeigen bereits ab einem Alter von 120 Jahren stagnierende Vorrats Höhen.¹⁸ Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen Untersuchungen aus borealen und gemäßigten Regionen der Nord- und Südhalbkugel.^{11, 13, 19, 20} In Deutschland liegt der mittlere Vorrat bewirtschafteter Buchenwälder bei 356 Vorratsfestmetern je Hektar, wobei für den Vorrat einer Waldlandschaft auch der historisch bedingte Altersklassenaufbau maßgebend ist. Nadelwälder haben bei uns einen um ein Drittel höheren Vorrat im Vergleich zu Laubwäldern.²¹

In Streuauflage und Humus der Waldböden sind weitere 1,3 Milliarden Tonnen C enthalten, entsprechend 4,8 Milliarden Tonnen CO₂, mehr als in der lebenden Waldbiomasse. Auch beim Boden-C muss wegen der raumzeitlichen Dynamik von Humifizierung und Mineralisierung die Landschaft die Bezugsebene sein. Humusakkumulation in der Streuauflage und in den obersten 90 Zentimetern des Mineralbodens findet in Deutschland momentan auch im Wirtschaftswald in einem Ausmaß von 0,75 Tonnen C je Hektar und Jahr statt, entsprechend 2,75 Tonnen CO₂,^{22, 23} auch Ernterückstände stehen für Totholz und Humusbildung zur Verfügung. Alle vorliegenden Inventurdaten zeigen, dass pflegliche, nachhaltige Waldwirtschaft keine negativen Auswirkungen auf den Humus der Waldböden hat.²⁴⁻²⁶ Das steigende Feuerrisiko in unbewirtschafteten Wäldern und weitere Störfaktoren könnten den Humusgehalt der Böden künftig aber

drastisch reduzieren.^{27, 28} Insgesamt hält der Wald in Deutschland das Äquivalent von 9,4 Milliarden Tonnen CO₂ zurück, die ansonsten die Atmosphäre belasten würden.

Nachhaltige Waldwirtschaft mindert den Waldspeicher einer Landschaft nicht, da die Summe aus Nutzung und Störungen unter oder höchstens auf dem Niveau des Zuwachses liegt²⁹ und weil Waldpflege Kalamitäten verhindern kann. Der Holzvorrat in Deutschland ist inzwischen so hoch wie seit dem Mittelalter nicht mehr, Tiefstand der Bewaldung war Anfang des 19. Jahrhunderts. Diese Kulturleistung ist ein grandioser Gemeinschaftserfolg der Försterinnen und Förster, die diesen hochbevorrateten Wald nach fast vollständiger Verwüstung in nur zweihundert Jahren wieder aufgebaut haben.

Dynamik der Kohlenstoffbilanz

Liegen die Holzvorräte einer Waldlandschaft unter den natürlichen Vorräten, sind Verzicht auf Holznutzung bzw. Abschöpfung des Holzzuwachses aus Klimasicht quantitativ etwa gleich zu bewerten, allerdings nur so lange, bis die Landschaft ihr natürliches Vorratsniveau erreicht hat bzw. keine verschärften Störungstendenzen auftreten. Angesichts der hohen Vorräte in Deutschland besteht im Hinblick auf die zu erwartende Störungsdynamik kein Spielraum mehr nach oben.

Würde Holz nicht geerntet, wäre der Wald zunächst weiter eine Senke für fossiles C. Jedoch sind Wälder wegen ihrer Langlebigkeit klimasensitiv³⁰ und in Zeiten eines trockener werdenden Klimas labile C-Speicher,³¹ das Störungspotenzial steigt mit dem Alter der Bäume^{32, 33} und so auch das Risiko, dass der Wald absehbar zur C-Quelle wird. So zeigen auch Buchenwälder inzwischen deutliche Trocknisschäden³¹ mit einer Abnahme der Hektarvorräte. Auch Waldböden werden dann zur Quelle, denn die Erwärmung des Bodens hat höhere Mineralisationsraten der organischen Substanz des Bodens zur Folge.³⁴

Im Zuge des Klimawandels wird die Fähigkeit der Landschaft, Kohlenstoff zu speichern, durch eine Ausbreitung von Waldtypen mit weniger C-Speicherpotenzial abnehmen.³⁵⁻⁴³ Trockenwaldökosysteme haben eine geringere Produktivität⁴⁴⁻⁴⁷ und weniger Biomasse als die meisten unserer heutigen Waldökosysteme. Untersuchungen zeigen, dass sich Wälder dem Klimawandel dadurch anpassen, dass sie weniger CO₂ assimilieren, weniger transpirieren, weniger kühlen.⁴⁸ Das System kann anfänglich die Veränderungen tolerieren, ab einer kritischen Schwelle aber nicht mehr verkraften,⁴⁹ schließlich ist der Klimawandel keine Witterungsschwan-

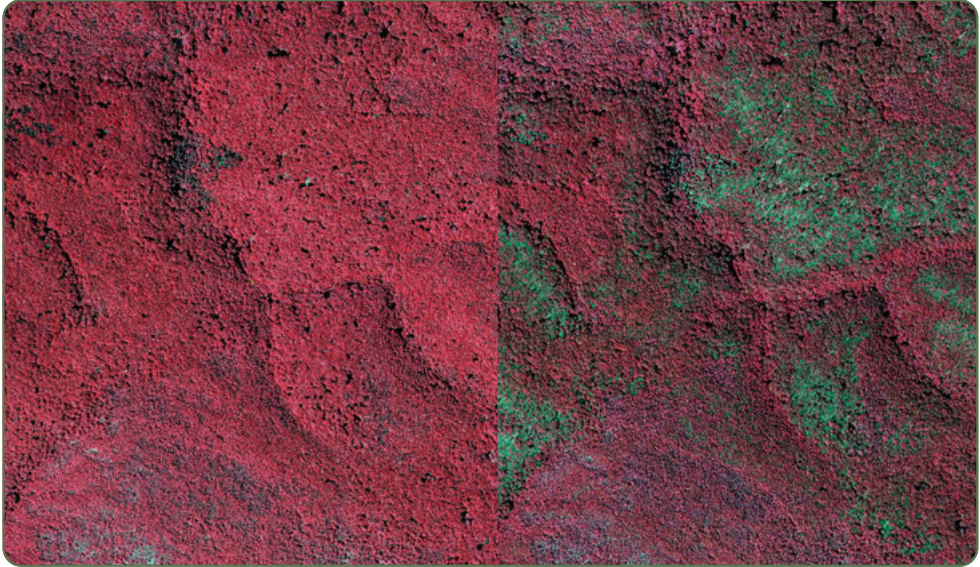


Abbildung 1:

Entwicklung der Mortalität in den Buchenwäldern am Großen Zimmerberg im Nationalpark Hainich in Thüringen in den Dürresommern 2018 (links) und 2019 (rechts). Dort findet seit vielen Jahrzehnten keine Nutzung statt. In grüner Farbe teil- bis vollentlaubte Kronen
(Bildquelle: Sören Hese, FU Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften, Fernerkundung und Geoinformatik; Andreas Henkel, Nationalparkverwaltung Hainich; CIR Luftbilddaten, Juli 2018 und Juli 2019).

kung, sondern ein Trend. Die sterbenden Buchen im Nationalpark Hainich sprechen genau diese Sprache.

Klimabedingter Wasserstress korreliert mit Waldbrandrisiken und biotischen Schäden,³¹ Wälder sind, wenn sie länger nicht bewirtschaftet werden und so mehr Totholz angereichert haben, besonders durch Feuer bedroht.^{4, 30} Im dicht besiedelten Mitteleuropa sind wir darauf angewiesen, den Prozess der Transformation in ein warm-trockenes Klima durch »Climate-Smart Forestry«⁵⁰ zu begleiten, um die Resilienz der Wälder zu erhöhen¹⁸ und deren Klimaschutzfunktion dauerhaft aufrechtzuerhalten. Auch andere Ökosystemdienstleistungen wie Hochwasser- und Grundwasserschutz, Schutz vor Lawinen und touristische Wertschöpfung sind gefährdet. Der IPCC kommt zu dem Schluss, dass nachhaltige Waldbewirtschaftung bei Erhaltung der Kohlenstoffvorräte der Landschaft und einem nachhaltigen Ertrag an Holz auf lange Sicht den größten Klimanutzen hat.^{51–53}

Logik der Holzproduktspeicher

Ein Holzproduktspeicher entsteht, wenn Bäume geerntet und zu Holzprodukten verarbeitet werden.^{54,*} Bei nachhaltiger Waldpflege ist dieser eine Erweiterung des Waldspeichers, der als Teil des natürlichen C-Kreislaufes die Emission des Kohlenstoffs verzögert. Dabei entspricht einem Kubikmeter verbauten Holzes etwa eine Tonne CO₂. Wird ein altes Holzhaus durch ein neues Haus aus Holz ersetzt, ändert sich die Höhe des Produktspeichers nicht. Werden zusätzliche Häuser aus Holz gebaut oder länger genutzt, wächst der Produktspeicher⁵⁵ und ist eine C-Senke. Nimmt der Speicher ab, ist er eine C-Quelle. Befindet sich der Speicher über die Zeit in einem Fließgleichgewicht zwischen der Herstellung neuer und dem Ausscheiden alter Produkte, ist dies vergleichbar mit Primärwald- bzw. nachhaltig bewirtschafteten Waldlandschaften.

Rechtzeitiges Ernten des Holzes zur Überführung in den Produktspeicher ist daher die zielführende Strategie zur Begrenzung des Risikos der Freisetzung von CO₂ durch Verrottung oder Feuer, sie muss Vorrang vor einer unmittelbaren energetischen Verwertung oder einer Unterschutzstellung haben. Zu frühes Ernten würde andererseits zunächst die Klimaschutzwirkung des Systems Waldlandschaft mindern, wobei nicht vergessen werden darf, dass jüngere Wälder und bewirtschaftete Waldlandschaften höhere Zuwächse als nicht bewirtschaftete haben.^{4, 56}

Holz kommt, auch in Form von Holzwerkstoffen, im Bau- und Wohnbereich, für Paletten, Möbel, Haushaltsgegenstände, Außenanlagen, als Verpackungsmaterial, Papier und in Hygieneartikeln zum Einsatz. Am Ende der Lebensdauer dieser Produkte steht die End-of-Life-Option der energetischen Nutzung, wodurch der Kohlenstoff oxidiert wird und als CO₂ wieder in die Atmosphäre gelangt. Die C-Bilanz von der Fotosynthese im Wald bis zur Oxidation ist ausgeglichen.

Etwa 30 Prozent des geernteten Holzes bilden nach Abzug von Waldrestholz (Wipfel, Äste, durch Fäule entwertete, unregelmäßige und beschädigte Stammabschnitte) und Verschnitt den Produktspeicher,⁵⁷⁻⁵⁹ der sich in Deutschland 2014 auf 308 bis 347 Millionen Tonnen C, entsprechend 1,1 bis 1,3 Milliarden Tonnen CO₂, belief.⁵⁸ Dabei ermöglichen Nadelbaumarten gegenüber Laubbaumarten eine höhere Ausbeute bei der Produktherstellung. Von 2009 bis 2013 wuchs dieser Speicher, was eine negative Emission von jährlich 3,5 Millionen Tonnen CO₂ dar-

* Auf den mit einer Aufgabe der Waldnutzung in Deutschland steigenden Nutzungsdruck auf Wälder anderer Regionen und die damit verbundene Waldzerstörung wird hiermit ausdrücklich hingewiesen.

stellte,⁵⁸ 2016 waren es noch etwa 2,3 Millionen Tonnen CO₂.⁶⁰ Weiteres Wachstum hängt von der Konjunktur, den Bauvorschriften und der künftigen Waldpolitik ab, Nutzungsverzicht in Wäldern kann den Produktspeicher aber zur C-Quelle werden lassen.

Städte aus Holz können flächenbezogen über lange Zeiträume mehr C festlegen als sehr vorratsreiche Wälder, der C-Speicher dieser »sink cities« könnte bis 2050 weltweit bis zu neun Prozent des C der Wälder der Erde erreichen.⁶¹ Die Schaffung eines so großen Produktspeichers stellt eine negative CO₂-Emission dar, mit der das globale CO₂-Budget für viele Jahrzehnte entlastet würde.

Aus Sicht des Klimaschutzes ist die Verweildauer des Kohlenstoffs im Produktspeicher entscheidend, sie ist bei Papier mit wenigen Jahren kurz, Holz im konstruktiven Bau hat dagegen eine durchschnittliche Nutzungsdauer von etwa 75 Jahren.^{58, 62, 63} Holzbauinitiativen mit heimischem Holz sind zu begrüßen, weil Holzhäuser den Kohlenstoff besonders lange binden. Steigern lässt sich die Verweildauer auch durch Kaskadennutzung des Holzes, zum Beispiel dadurch, dass Altholz zunächst zu Schnittholz und danach noch weitere Male zu Spanplatten verarbeitet wird, was andererseits aber wieder mit einem hohen Energiebedarf einhergeht.⁶⁴ Aktuell werden knapp 20 Prozent des Altholzes stofflich weiterverwertet,⁶⁴ angesichts der Knappheit der Ressource Holz sollte versucht werden, diesen Anteil zu steigern, auch eine chemische Konversion steht künftig vermehrt zur Diskussion.⁶⁵

Kaskadierung ist wünschenswert, sie verschiebt den Zeitpunkt der Emission von CO₂ weiter in die Zukunft. Forderungen, Frischholz und Industrierestholz zunächst ausschließlich stofflich zu nutzen, gehen jedoch an der Realität vorbei.⁶⁶ Andererseits sind einer Multi-Stage-Kaskadierung auch durch die Anreicherung von Schadstoffen⁶⁷ Grenzen gesetzt. Für unbelastetes Altholz besserer Qualität sollte die weitere stoffliche Nutzung Präferenz haben, belastete Althölzer sollten dagegen unmittelbar energetisch verwertet werden.

Stoffliche und energetische Substitution durch Holz

Die stoffliche Substitution darf nicht mit dem Produktspeicher verwechselt werden. Sie umfasst alle vermiedenen fossilen Emissionen, die mit dem Produktsystem Holz verknüpft sind. Werden aus Holz Produkte hergestellt, ist dieser Prozess in den allermeisten Fällen mit deutlich weniger fossilen CO₂-Emissionen verbunden, als wenn dazu Stahl, Aluminium, Glas oder Beton verwendet würde.^{58, 65, 68-72}

Für Mitteleuropa kann aktuell von einem über den gesamten Lebenszyklus* der Holzprodukte kalkulierten stofflichen Substitutionsfaktor von 1,5 Tonnen C je Tonne C ausgegangen werden,^{1,73-77} das bedeutet, dass pro Tonne C im fertigen Holzprodukt 1,5 Tonnen fossiles C gegenüber der Herstellung eines Nichtholzproduktes derselben funktionellen Einheit vermieden werden. Je nach Produktpalette können diese Faktoren stark variieren. Wenn 30 Prozent des geernteten Holzes in den Produktspeicher gehen, vermeidet ein Vorratsfestmeter geerntetes Holz auf der Basis des aktuellen Energiemixes 0,413 Tonnen fossile CO₂-Emission. Die ÖKOBAUDAT des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat enthält 1.400 Datensätze für Holzwaren, auf deren Basis ein detaillierter Vergleich mit anderen Materialien möglich ist.⁷⁸ Dabei bedient man sich der Methodik der Ökobilanzierung.⁷⁹ Für Deutschland ergibt sich beim Bau von Ein- und Zweifamilienhäusern aus Holz statt aus mineralischen Bestandteilen eine Vermeidung fossiler Treibhausgasemissionen von 35 bis 56 Prozent je Gebäude.⁸⁰

Bei der energetischen Substitution wird der im Holz enthaltene Kohlenstoff oxidiert und die dabei freigesetzte Energie elektrisch oder thermisch genutzt. Dadurch wird vermieden, dass fossiles C aus der Erdkruste in den mit dem Wald und den Holzprodukten verknüpften biosphärisch-atmosphärischen Kreislauf gelangt. Unter Berücksichtigung des fossilen Aufwandes der gesamten Lieferkette⁴ für Fahrkilometer des Forstpersonals, Motorsägen, Erntemaschinen, Transport zum Ort der Verbrennung sowie der Wirkungsgrade bei der Verbrennung ergibt sich aktuell ein Substitutionsfaktor von 0,67 Tonnen C je Tonne C,^{1,57} das entspricht 0,614 Tonnen vermiedenem fossilen CO₂ je Vorratsfestmeter. Eine stoffliche Verwertung sollte einer energetischen nach Möglichkeit vorangehen, denn dann substituiert Holz mehrmals, einmal oder mehrfach als Produkt und ein zweites Mal als Energielieferant.

In Deutschland wird ein knappes Drittel des hierzulande geernteten Holzes als Waldrestholz zeitnah energetisch verwertet, 60 Prozent gehen in die Holzverarbeitung,⁵⁹ dabei entstehen etwa 50 Prozent Verschnitt und Reststoffe, die ebenfalls größtenteils energetisch verwertet werden. Ein Teil der Holzprodukte ist am Ende ihres Lebenszyklus einem natürlichen Verrottungsprozess ausgesetzt und substituiert dabei kein fossiles CO₂, zum Beispiel ein Zaunpfahl im Garten. Totholz

* Die mit Produkten verbundenen Treibhausgasemissionen werden auf der Grundlage der Lebenszyklusanalyse (LCA) quantifiziert, einer standardisierten Methode zur Quantifizierung der Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus von Produkten.

im Wald weist übrigens ähnliche Zeiträume bis zur Freisetzung des CO₂ auf wie Holzprodukte, auch hier wird kein fossiles CO₂ substituiert.

Werden Holzprodukte am Ende der Kaskade verbrannt, gelangt das CO₂ erst nach Jahren bzw. Jahrzehnten nach der Holzernte wieder in die Atmosphäre, je langlebiger die Produkte sind, desto später und desto besser für das Klima. Dieser Sachverhalt ist angesichts zu erwartender Kippunkte des Klimas besonders wichtig. Einen prinzipiellen Konflikt zwischen energetischer und stofflicher Verwertung von Holz gibt es in Deutschland nicht, da fast sämtliches Holz, mit oder ohne vorherige stoffliche Verwertung, energetisch genutzt wird, lediglich um den Zeitpunkt wird gerungen. Holz ist eine wichtige Option für CO₂-neutrale Heizungen und für industrielle Prozesse und kann Regelenergie zur Aufrechterhaltung der Stromstabilität liefern. Holzheizkraftwerke sind Teil einer »Circular Economy«, unentbehrlicher Bestandteil der Nutzungskaskade und systemisch relevant.^{66, 69}

Heimische Wälder werden gewöhnlich nicht für Bioenergie verbrannt. Energetisch genutztes Holz ist ein Nebenprodukt der Herstellung von Säge- und Zellstoffholz für stoffliche Anwendungen. Holzheizkraftwerke nutzen Waldrestholz, Reststoffe aus der Holzverarbeitung wie Sägemehl und Rinde, Landschaftspflegeholz sowie Altholz. Stärkere Stämme ausreichender Dimension und Qualität werden zur Herstellung hochwertiger Produkte wie Schnittholz und Holzwerkstoffe eingesetzt. Die Erziehung von Wertholz im Rahmen der Waldpflege ist deshalb so wichtig, und hochwertiges Stammholz sollte vorrangig in den Produktspeicher gehen. Würde alles Stammholz, das gegenwärtig als Scheitholz verbrannt wird, zunächst einer stofflichen Verwendung zugeführt, könnte jährlich mehr als eine Million Tonnen fossiles CO₂ vermieden werden.⁶⁴ Deshalb sollte auch Stammholz aus Kalamitäten nicht direkt verbrannt, sondern zunächst möglichst einer stofflichen Verwendung zugeführt werden.

Ob die energetische Nutzung von Holz CO₂-neutral ist, hängt vom Einfluss der Holznutzung auf den C-Speicher der Waldlandschaft ab, der aber auch durch natürliche Störungen beeinflusst wird. Sofern der Speicher konstant bleibt oder zunimmt, ist CO₂-Neutralität gegeben.^{3, 81} »Climate-Smart Forestry«⁵⁰ ist geeignet, diese Voraussetzung zu gewährleisten,^{69, 82} man benötigt dazu eine hoch entwickelte Waldwirtschaft mit gut ausgebildetem Personal, eine Voraussetzung, die in Mitteleuropa gewöhnlich erfüllt ist. In der UNFCCC*-Berichterstattung wird

* United Nations Framework Convention on Climate Change.

im LULUCF*-Sektor die Holzernte als CO₂-Emission bewertet. Um eine Doppelzählung zu verhindern, werden Emissionen aus der energetischen Nutzung von Holz am Ort der Verbrennung mit null angerechnet.⁸³ Die fossilen Emissionen der Lieferkette werden im Energiesektor verbucht. Die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung garantiert die Wiedereinbindung des bei der Holzernte als Emission verbuchten C in die Waldlandschaft. Die CO₂-Neutralität gilt heute und in Zukunft unabhängig vom jeweiligen Energiemix.

Die spezifische Emission eines Brennstoffes hängt von seinem C-Gehalt ab, bei Holz und Braunkohle liegt sie bei 0,35 Kilogramm CO₂ je Kilowattstunde, bei Erdgas bei 0,20 Kilogramm, Diesel liegt bei 0,27 und Stroh bei 0,47 Kilogramm. Bei der Verbrennung von Holz entsteht also, bezogen auf den Energiegehalt, 75 Prozent mehr CO₂ als bei der Verbrennung von Erdgas. Die Höhe der spezifischen Emission ist bei der Beurteilung der CO₂-Neutralität allerdings irrelevant. Fossile Energieträger befördern Kohlenstoff aus der Erdkruste, wo sie seit Jahrmillionen dem Kreislauf entzogen sind, in das Biosphären-Atmosphären-System. Die energetische Nutzung von Holz setzt dagegen Kohlenstoff frei, der bereits Teil des Austauschs zwischen Biosphäre und Atmosphäre ist. Auch Holz, das im Wald verrottet, setzt dieses CO₂ frei, ein Prozess, bei dem allerdings keine fossilen CO₂-Emissionen vermieden werden. Die Auswirkung auf die atmosphärische CO₂-Konzentration bei einem Wechsel von fossilen Brennstoffen auf Biomasse ist deshalb nicht durch einen Vergleich der CO₂-Emissionen am Ort der Verbrennung möglich. Ein Vergleich wäre nur dann richtig, würde man einen Wald endgültig roden, um ihn zu verbrennen, nur in diesem Fall würde das freigesetzte CO₂ die Atmosphäre belasten. Da die spezifische Energie von Holz gering ist, sollte bevorzugt regionales Holz aus heimischen Wäldern zum Einsatz kommen.

Gibt es eine Kohlenstoffschuld?

Eine Kohlenstoffschuld (carbon dept) entsteht bei hohen Vorräten und nachhaltiger Waldwirtschaft nicht.^{4, 69, 84} Die Diskussion über eine einzelbestandsweise »carbon debt payback period« ist irreführend. Der Vorrat einer Waldlandschaft ist am Ende der folgenden Vegetationsperiode bereits wieder auf dem Niveau vor der Nutzung, auf der Basis der Verweildauer des Kohlenstoffs in den Holzprodukten ist er längst ausgeglichen, bevor alles Holz verbrannt ist, nicht erst nach 50 oder

* Land Use, Land-Use Change and Forestry.

100 Jahren.³ Überlässt man dagegen Waldlandschaften großflächig sich selbst, können durch natürliche Störungen Kohlenstoffschulden sehr großen Ausmaßes entstehen.⁴ Holzenergie aus einer solchermaßen nachhaltigen Waldwirtschaft ist deshalb CO₂-neutral. Holznutzung bedeutet Vermeidung fossiler CO₂-Emission ein für alle Mal, Jahr für Jahr, Vermeidung ist deshalb kumulativ. Wachsen lassen bedeutet hingegen Kompensation fossiler Emission in einem labilen Speicher, der das CO₂ jederzeit wieder in die Atmosphäre entlassen kann.

Geht man davon aus, dass 10 Prozent des geernteten Holzes als Rückstände im Wald verbleiben, 30 Prozent als Waldrestholz und 30 Prozent aus Verschnitt und Reststoffen zeitnah nach der Holzernte und die restlichen 30 Prozent aus Produkten als Altholz am Ende von deren Lebenszyklus energetisch genutzt werden,⁵⁹ ergibt sich aus der Waldbewirtschaftung eine Vermeidung von 966 Kilogramm fossilem CO₂ pro Kubikmeter geerntetem Holz.* Würde man kontrafaktisch den Wald weiter wachsen lassen, würde je Vorratsfestmeter das Äquivalent von 917 Kilogramm CO₂ eingelagert werden.

Der Wald vor Gericht und die Klimapolitik

Mit dem Beschluss vom 24. März 2021 hat der Erste Senat des Bundesverfassungsgerichts entschieden, dass das Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 mit den Grundrechten unvereinbar ist, weil hinreichende Maßgaben für die Emissionsreduktion fehlten. Die am 24. Juni 2021 verabschiedete Novelle offenbart aber das Unvermögen der Politik, die Emission an Treibhausgasen stärker zu reduzieren. Stattdessen geht man den Weg, diese weiterhin zuzulassen und in Wäldern binden zu wollen. Das ginge, stabile Zuwächse vorausgesetzt, nur über eine Begrenzung der Nutzung auf die Hälfte des Zuwachses und würde theoretisch zu einem enormen Vorratsanstieg führen. Dass dieses Vorhaben eine Luftbuchung ist, wird durch die bereits jetzt sichtbare Labilität der Wälder deutlich, die im Klimawandel zur C-Quelle werden. Waldbrände im Mittelmeerraum zeigen, wohin die Reise geht. Dürre, Insekten und Feuer werden in den kommenden Jahrzehnten dafür sorgen, dass die Wälder CO₂ in großem Stil wieder in die Atmosphäre entlassen und den Klimawandel befeuern.

Die EU verlangt jedoch, dass C-Speicher langfristig stabil und anpassungsfähig sein müssen.⁸⁵ Hochbevorratete Wälder sind dies unter dem Einfluss eines sich

* $0,917 \text{ kg CO}_2 \text{ erneuerbar} / \text{Vfm} \times (0,9 \times 0,67 + 0,3 \times 1,5) \triangleq 0,966 \text{ kg CO}_2 \text{ fossil} / \text{Vfm}$

ändernden Klimas nicht, sie taugen niemals als Lagerstätte für fossiles C. Klimafreundliche Holzbauoffensiven zur C-Speicherung wären nur durch eine Steigerung der Holzimporte möglich. Einem Wachstum des Waldspeichers in Deutschland würden Speicherverluste in Drittländern gegenüberstehen. Während Wälder hierzulande zu C-Senken erklärt würden, degenerierten sie andernorts zu C-Quellen, ein typisches Verhalten reicher Nationen, die so ihren ökologischen Fußabdruck ins Ausland verlagern und vergessen, dass Klimaschutz global ansetzen muss. Statt fossile Emissionen mit Holz zu vermeiden, will man sie zulassen und anschließend im Wald verstecken, obschon seit Rio der Grundsatz gilt: Vermeidung vor Kompensation. Dieser untaugliche Versuch wird scheitern, die Pariser Klimaziele rücken damit in weite Ferne, Generationengerechtigkeit sieht anders aus!

Vermeidung und CO₂-Neutralität sind zwei Seiten derselben Medaille. Die Substitutionsfaktoren hängen vom jeweiligen Energiemix eines Wirtschaftsraumes ab. Sinken die spezifischen CO₂-Emissionen durch Dekarbonisierung, verringert sich die Substitution entsprechend. Wird das Holz der Häuser, die heute gebaut werden, nach Jahrzehnten energetisch verwertet, wird der Kreislauf des Kohlenstoffs, der mit der Fotosynthese begann, wieder geschlossen. Holz aus Wirtschaftswäldern wird auch nach 2050 als Rohstoff für die Bioökonomie benötigt. Vermutlich wird im Jahr 2100 das Erdklima über dem Zwei-Grad-Ziel liegen, Lachgas und Methan aus der Landwirtschaft werden aber weiterhin das Klima belasten. Mithilfe von CDR-Technologien* muss dann das überschüssige CO₂, in Deutschland etwa 60 Millionen Tonnen⁸⁶ jährlich, aus der Atmosphäre wieder entfernt werden.

Über die Fotosynthese der Wälder den CO₂-Gehalt der Atmosphäre wieder zu reduzieren ist unter den bislang bekannten Technologien am effektivsten und billigsten. »Burying biomass«-(BECCS**-)Technologien⁸⁷ werden dann einen Beitrag zur Schaffung negativer CO₂-Emissionen leisten müssen, damit der Atmosphäre mehr CO₂ entnommen als durch Emission zugeführt wird.^{61, 86} Hier kommt die Umwandlung von Holz in Pflanzenkohle ins Spiel. Pflanzenkohle hat einen C-Gehalt von 70 bis 80 Prozent und kann vielseitig eingesetzt werden, zum Beispiel als Bodenverbesserer in der Landwirtschaft. Mit Pflanzenkohle als biologischem Baumaterial könnten ganze Städte zu gewaltigen C-Senken werden. Ohne bewirtschaftete Waldlandschaften ist das nicht möglich.

* Carbon Dioxide Removal.

** BioEnergy with Carbon Capture and Storage.

Anmerkungen

- 1 Knauf, M.; Frühwald, A. (2013): Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz. Studie von Knauf Consulting und Prof. Dr. Arno Frühwald in Kooperation mit Prof. Dr. Michael Köhl (beide Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg) im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und des Landesbetriebs Wald und Holz Nordrhein-Westfalen. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Münster.
- 2 Schardt, M. (2006): Das Problem mit der »Holzfeuchte« und dem »Wassergehalt«. In: LWF aktuell 54: S. 50–51.
- 3 Cowie, A. L.; Berndes, G.; Bentsen, N. S.; et al. (2021): Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects of forest bioenergy. In: Global Change Biology Bioenergy. 13: S. 1210–1231.
- 4 Lippke, B.; Oneil, E.; Harrison, R.; et al. (2011): Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns. In: Carbon Management 2(3): S. 303–333.
- 5 Schulze, E. D.; Stupak, I.; Hessenmöller, D. (2019): The climate mitigation potential of managed versus unmanaged spruce and beech forests in Central Europe. In: Bioenergy with Carbon Capture and Storage: Using Natural Resources for Sustainable Development. Eds: José Carlos Magalhães Pires, Ana Luísa Da Cunha Gonçalves, Academic Press, S. 131–149.
- 6 Thünen-Institut (2019): Dritte Bundeswaldinventur. Ergebnisdatenbank [https://bwi.info; 7Z1j_L2000f_2017_ab10cm/2019-2-14 12:31:1.05777Z1j_L362of_2017_bi/2019-2-8 19:13:33.090; aufgerufen am 11.08.2021].
- 7 Christensen, M.; Hahn, K.; Mountford, E. P.; et al. (2005): Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. In: Forest Ecology and Management 210: S. 267–282.
- 8 Endres, U.; Förster, B. (2010): Strukturveränderungen in Buchennaturwaldreservaten. Totholz unterliegt in den »reifenden« Naturwaldreservaten einer starken Dynamik. In: LWF aktuell 77: S. 54–56.
- 9 Nationalpark Hainich (Hrsg.) (2012): Waldentwicklung im Nationalpark Hainich. Ergebnisse der ersten Wiederholung der Waldbiotopkartierung, Waldinventur und der Aufnahme der vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen. In: Erforschen, Bd. 3, Bad Langensalza.
- 10 Schulze, E. D.; Rock, J.; Kroiher, F.; et al. (2021): Klimaschutz mit Wald. Speicherung von Kohlenstoff im Ökosystem und Substitution fossiler Brennstoffe. In: Biologie in unserer Zeit 51(1): S. 46–54.
- 11 Luysaert, S.; Schulze, E. D.; Börner, A.; et al. (2008): Old-growth forests as global carbon sinks. In: Nature 455: S. 213–215.
- 12 Schelhaas, M. J.; Nabuurs, G. J.; Schuck, A. (2013): Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. In: Global Change Biology 9: S. 1620–1633.
- 13 Paul, T.; Kimberley, M. O.; Beets, P. N. (2021): Natural forests in New Zealand — a large terrestrial carbon pool in a national state of equilibrium. In: Forest Ecosystems 8: S. 34.
- 14 Stillhard, J.; Hobi, M. L.; Brang, P.; et al. (2021): Structural changes in a primeval beech forest at the landscape scale. In: Forest Ecology & Management (im Druck).
- 15 Korpel, S. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart: Gustav Fischer.
- 16 Höllerl, S.; Sefidi, K.; Mohadjer, M. R. M.; et al. (2012): Wie hoch ist der »natürliche Holzvorrat« in Buchenwäldern? Kaspische Buchenurwälder widersprechen SRU-Umweltgutachten. In: AFZ-DerWald 18: S. 27–29.
- 17 Smith, N. (1994): Twenty year re-measurement of old-growth permanent plots. Internal research document. MacMillan Bloedel Ltd. Nanaimo BC.

- 18 Bolsinger, C.; McKay, N.; Gedney, D.; et al. (1997): Washington's public and private forests. In: Resource Bulletin PNW-RB-218. Portland, OR: USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station, 144 S.
- 19 Gundersen, P.; Thybring, E. E.; Nord-Larsen, T.; et al. (2021): Old-growth forest carbon sinks overestimated. In: *Nature* 591: S. E21–E23
- 20 Nord-Larsen, T.; Vesterda, L.; Scott Bentsen, N.; et al. (2019): Ecosystem carbon stocks and their temporal resilience in a semi-natural beech-dominated forest. In: *Forest Ecology and Management* 447: S. 67–76.
- 21 Hennig, P.; Schnell, S.; Riedel, T. (2019): Produktivität der Wälder. In: *AFZ-DerWald* 14: S. 28–31.
- 22 BMEL (2018): Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Waldböden in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung. Bonn. Bearb.: Wellbrock, N.; Grüneberg, E.
- 23 Wellbrock, N.; Bolte, A (2019): Status and Dynamics of Forests in Germany. Results of the National Forest Monitoring. In: *Ecological Studies* 237: 384 S.
- 24 Achat, D. L.; Fortin, M.; Landmann, G.; et al. (2015): Forest soil carbon is threatened by intensive biomass harvesting. In: *Scientific Reports* 5, Article number: 15991.
- 25 Johnson, D. W.; Curtis, P. S. (2001): Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. In: *Forest Ecology and Management* 140: S. 227–238.
- 26 Nave, L. E.; Vance, E. D.; Swanston, C. W.; et al. (2010): Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests. In: *Forest Ecology and Management* 259(5): S. 857.
- 27 Baird, M.; Zabowski, D.; Everett, R. L. (1999): Wildfire effects on carbon and nitrogen in inland coniferous forests. In: *Plant Soil* 209: S. 233–243.
- 28 Bormann, B. T.; Homann, P. S.; Darbyshire, R. L.; et al. (2008): Intense forest wildfire sharply reduces mineral soil C and N: the first direct evidence. In: *Canadian Journal of Forest Research* 38: S. 2771–2783.
- 29 Ciais, P.; Schelhaas, M. J.; Zaehle, S.; et al. (2008): Carbon accumulation in European forests. In: *Nature Geoscience* 1: S. 425–429.
- 30 Forzieri, G.; Girardello, M.; Ceccherini, G.; et al. (2021): Emergent vulnerability to climate-driven disturbances in European forests. In: *Nature Communications* 12(1): S. 1–12.
- 31 Bolte, A.; Höhl, M.; Hennig, P.; et al. (2021): Zukunftsaufgabe Waldanpassung. In: *AFZ-DerWald* 4: S. 12–16.
- 32 Langer, G. (2019): Komplexe Erkrankungen bei älteren Rotbuchen. In: *AFZ-DerWald* 74(24): S. 30–33.
- 33 Langer, G.; Bußkamp, J.; Langer, E. J. (2020): Absterbeerscheinungen bei Rotbuche durch Trockenheit und Wärme. In: *AFZ-DerWald* 75(4): S. 24–27.
- 34 Prietzel, J.; Zimmermann, L.; Schubert, A.; et al. (2016): Organic matter losses in German Alps forest soils since the 1970s most likely caused by warming. In: *Nature Geoscience* 9: S. 1–6.
- 35 Kint, V.; Campioli, M.; Delcloo, A.; et al. (2012): Radial growth change of temperate tree species in response to altered regional climate and air quality in the period 1901–2008. In: *Climatic Change* 115: S. 343–363.
- 36 Kruhlov, I.; Thom, D.; Chaskovskyy, O.; et al. (2018): Future forest landscapes of the Carpathians: vegetation and carbon dynamics under climate change. In: *Regional Environmental Change* 18: S. 1555–1567.
- 37 Le Page, Y.; Huritt, G.; Thomson, A.; et al. (2013): Sensitivity of climate mitigation strategies to natural disturbances. In: *Environmental Research Letters* 8(1).
- 38 Nabuurs, G. J.; Lindner, M.; Verkerk, H. (2013): First signs of carbon sink saturation in European forest biomass. In: *Nature Climate Change* 3: S. 1–5.
- 39 Piao, S.; Wang, X.; Ciais, P.; et al. (2011): Changes in satellite-derived vegetation growth trend in temperate and boreal Eurasia from 1982 to 2006. In: *Global Change Biology* 17: S. 3228–3239.

- 40 Piovesan, G.; Di Filippo, A.; Biondi, F.; et al. (2008): Drought-driven growth reduction in old beech (*Fagus sylvatica* L.) forests of the central Apennines, Italy. In: *Global Change Biology* 14: S. 1-17.
- 41 Seidl, R.; Schelhaas, M. J.; Rammer, W.; et al. (2014): Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. In: *Nature Climate Change* 4: S. 806-810.
- 42 Schelhaas, M. J.; Nabuurs, G. J.; Schuck, A. (2003): Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. In: *Global Change Biology* 9(11): S. 1620-1633.
- 43 Thom, D.; Rammer, W.; Garstenauer, R.; et al. (2018): Legacies of past land use have a stronger effect on forest carbon exchange than future climate change in a temperate forest landscape. In: *Biogeosciences* 15: S. 5699-5713.
- 44 Ciais, P.; Reichstein, M.; Viovy, N.; et al. (2005): Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. In: *Nature* 437: S. 529-533.
- 45 Kimmins, J. P.; Comeau, P. G.; Kurz, W. (1990): Modelling the interactions between moisture and nutrients in the control of forest growth. In: *Forest Ecology and Management* 30: S. 361-379.
- 46 Thom, D.; Rammer, W.; Seidl, R. (2017): The impact of future forest dynamics on climate : interactive effects of changing vegetation and disturbance regimes. In: *Ecological Monographs* 87(4): S. 665-684.
- 47 von Gadow, K.; Álvarez González, J. G.; Zhang, C. (2021): Sustaining Forest Ecosystems. *Managing Forest Ecosystems* 37.
- 48 Körner, C. (2020): Biodiversität, Kohlenstoffkreislauf und Klimawirkung sind im Wald eng verknüpft. In: *Forum für Wissen* 2020: S. 65-70.
- 49 Jandl, R.; Spathelf, P.; Bolte, A.; et al. (2019): Forest adaptation to climate change: is non-management an option? In: *Annals of Forest Science* 76: S. 48.
- 50 Bowditch, E.; Santopuoli, G.; Binder, F.; et al. (2020): What is Climate-Smart Forestry? A definition from a multinational collaborative process focused on mountain regions of Europe. In: *Ecosystem Services* 43: S. 101-113.
- 51 Nabuurs, G. J.; O Masera, K.; Andrasco, P.; et al. (2007): *Forestry*. Metz, B.; Davidson, O. R.; Bosch, P. R.; Dave, R.; Meyer, L. A. (Hrsg.) *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge.
- 52 Rüter, S.; Rock, J.; Köthke, M.; et al. (2011): *Wieviel Holznutzung ist gut fürs Klima? CO₂-Bilanzen unterschiedlicher Nutzungsszenarien 2013 bis 2020*.
- 53 Werner, F.; Taverna, R.; Hofer, P.; et al. (2010): National and global greenhouse gas dynamics of different forest management and wood use scenarios: a model-based assessment. In: *Environmental Science and Policy* 13: S. 72-85.
- 54 Umweltbundesamt (2021): *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2021: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2019*. In: *Climate Change* 43: 994 S.
- 55 Rüter, S. (2011): *Projection of Net-Emissions from Harvested Wood Products in European Countries for the Period 2013-2020. Arbeitsbericht aus dem Institut für Holztechnologie und Holzbiologie, Nr. 1*.
- 56 Rüter, S.; Werner, F.; Forsell, N.; et al. (2016): *ClimWood2030, Climate benefits of material substitution by forest biomass and harvested wood products: Perspective 2030 — Final Report*. Braunschweig, Johann Heinrich von Thünen-Institut, 142 S., Thünen Rep 42.
- 57 Schulze, E. D.; Sierra, C.; Egenolf, V.; et al. (2020): The climate change mitigation effect of bioenergy from sustainably managed forests in Central Europe. *Global Change Biology Bioenergy* 12(3): S. 186-197.

- 58 Rüter, S. (2017): Der Beitrag der stofflichen Nutzung von Holz zum Klimaschutz. Das Modell Wood-CarbonMonitor. Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Dissertation, 270 S.
- 59 Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017): Regionale Derbholzverwendung und Vergleich zum WEHAM-Derbholzpotenzial. Abschlussbericht zum Teilvorhaben des Verbundforschungsprojekts WEHAM-Szenarien (AP 3.2). Hamburg, Universität, und Eberswalde, Hochschule für nachhaltige Entwicklung.
- 60 Thünen-Institut (2019): Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013, 233 S.
- 61 Churkina, G.; Organschi, A.; Reyer, C. P. O.; et al. (2020): Buildings as a global carbon sink. In: *Nature Sustainability* 3: S. 269–276.
- 62 Frühwald, A.; Pohlmann, C.; Wegener, G. (2001): Holz — Rohstoff der Zukunft nachhaltig verfügbar und umweltgerecht. In: Informationsdienst Holz, DGfH e.V. und Holzabsatzfonds, Holzbauhandbuch, Reihe 1, Teil 3, Folge 2, 32 S.
- 63 IPCC (2006): IPCC Guidelines for Greenhouse Gas Inventories — Vol 4: Agriculture, Forestry and other Land Use. Hayama, Kanagawa, Japan: IEA/OECD, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Technical Support Unit, 683 S.
- 64 Gärtner, S.; Hienz, G.; Keller, H.; Müller-Lindenlauf, M. (2013): Gesamtökologische Bewertung der Kaskadennutzung von Holz: Umweltauswirkungen stofflicher und energetischer Holznutzungssysteme im Vergleich. Heidelberg, IFEU.
- 65 Leskinen, P.; Cardellini, G.; González-García, S.; et al. (2018): Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. In: *From Science to Policy* 7. European Forest Institute, 27 S.
- 66 Baur, F.; Wern, B.; Vogler, C.; et al. (2019): Altholz — Quo vadis? Abschlussbericht, Saarbrücken. izes gGmbH Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme.
- 67 Thorwarth, H.; Scheuber, M. (2020): Die Qualität bestimmt die Grenzen der Kaskadennutzung von Altholz. Quality determines cascade use limitations for waste wood. In: *Müll und Abfall* 20(3): S. 131–137.
- 68 Chen, J.; Ter-Mikaelian, M. T.; Yang, H.; et al. (2017): Assessing the greenhouse gas effects of harvested wood products manufactured from managed forests in Canada. In: *Forestry* 91: S. 193–205.
- 69 Nabuurs, G. J.; Delacote, P.; Ellison, D.; et al. (2015): A new role for forests and the forest sector in the EU post-2020 climate targets. In: *From Science to Policy* 2. Sarjanr, Finland, European Forest Institute.
- 70 Sathre, R.; Gustavsson, L. (2009): A state-of-the-art review of energy and climate effects of wood product substitution. Ecotechnology, Ötersund, Mid Sweden University.
- 71 Sathre, R.; O'Connor, J. (2010a): A Synthesis of Research on Wood Products & Greenhouse Gas Impacts, 2nd Edition. Vancouver, B.C, Canada, 117 S., Technical Report No. TR-19R.
- 72 Sathre, R.; O'Connor, J. (2010b): Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. In: *Environmental Science & Policy* 13(2): S. 104–114.
- 73 Knauf, M. (2015): A multi-tiered approach for assessing the forestry and wood products industries' impact on the carbon balance. In: *Carbon Balance and Management* 10: S. 4.
- 74 Knauf, M. (2016): The wood market balance as a tool for calculating wood use's climate change mitigation effect: an example for Germany. In: *Forest Policy and Economics* 66: S. 18–21.
- 75 Knauf, M.; Joosten, R.; Frühwald, A. (2016): Assessing fossil fuel substitution through wood use based on long-term simulations. In: *Carbon Management* 7: S. 1–2, 67–77.
- 76 Knauf, M.; Köhl, M.; Mues, V.; et al. (2015): Modeling the CO₂-effects of forest management and wood usage on a regional basis. In: *Carbon Balance and Management* 10: S. 13.

- 77 Köhl, M.; Ehrhart, H. P.; Knauf, M. (2020): A viable indicator approach for assessing sustainable forest management in terms of carbon emissions and removals. In: *Ecological Indicators* 111:106057.
- 78 BMUB (2015): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau- und Reaktorsicherheit: Ökobaudat. Informationsportal Nachhaltiges Bauen: Datenbank ökobaudat [<http://www.oekobaudat.de/datenbank/browser-oekobaudat.html>]; aufgerufen am 14. 08. 2021].
- 79 Klöpfer, W.; Grahl, B. (2009): *Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf*. Wiley-VCH, Weinheim.
- 80 Hafner, A.; Schäfer, S. (2017): Comparative LCA study of different timber and mineral buildings and calculation method for substitution factors on building level. In: *Journal of Cleaner Production* 167: S. 630–642.
- 81 Sathre, R.; Gustavsson, L. (2011): Time-dependent climate benefits of using forest residues to substitute fossil fuel. In: *Biomass & Bioenergy* 35(7): S. 2506–2516.
- 82 Nabuurs, G. J.; Verweij, P.; Van Eupen, M.; et al. (2019): Next-generation information to support a sustainable course for European forests. In: *Nature Sustainability* 2: S. 815–818.
- 83 Goodwin, J.; Gillenwater, M.; Romano, D.; et al. (2019) *Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1: General guidance and reporting. Chapter 1: Introduction to national GHG inventories. 2019 Refinement to the 2006 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Calvo Buendia, E.; Tanabe, K.; Kranjc, A.; et al. (eds.).
- 84 Jonker, J. G. G.; Junginger, M.; Faaij, A. (2014): Carbon payback period and carbon offset parity point of wood pellet production in the South-eastern United States. In: *Global Change Biology Bioenergy* 6(4): S. 371–389.
- 85 Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2018): Verordnung (EU) 2018/841 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 und des Beschlusses Nr. 529/2013/EU.
- 86 Leopoldina (2019): *Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik: Strategien für eine nachhaltige Bioenergienutzung*: Witte, J., acatech — Leopoldina — Union der Deutschen Akademien der Wissenschaften (Red.). München.
- 87 Roe, S.; Streck, C.; Obersteiner, M.; et al. (2019) Contribution of the land sector to a 1.5°C world. In: *Nature Climate Change* 9(11): S. 817–828.

Die Deutschen, so heißt es, lieben ihren Wald, aber diese Liebe ist verunsichert. Vor allem wird an der menschlichen Fähigkeit gezweifelt, ihn angesichts der hohen natürlichen und sozialen Dynamik unserer Gegenwart ökologisch umzubauen. Sollte man das nicht lieber allein der Natur überlassen?

Bei allen Sorgen: Dieses Buch ist ein Plädoyer für Zuversicht. Den Wald als Teil der Kulturlandschaft zu gestalten kann mit dem Blick auf die Standortbedingungen, auf geeignete Baumarten und mit Wissen über die Geschichte des Waldes gelingen. Die Herausforderungen sind groß, aber wir verfügen auch über die Akteure und Erfahrungen, um sie zu bewältigen. Zudem hat der Prozess längst eingesetzt: Waldumbau ist eine Generationenaufgabe.

In 25 Beiträgen nähern sich sehr verschiedene Autorinnen und Autoren dem Wald als forstlichem Arbeitsgegenstand, als Forschungsfeld und als Sehnsuchtsort. Ihre Perspektiven sind verschieden, aber alle einen die Liebe zum Wald und der forstliche Optimismus, dass wir ihn nachhaltig nutzen können.

