

**Wald und Nachhaltigkeit**

BAYERISCHE  
FORSTVERWALTUNG



# **Wald und Nachhaltigkeit**

# Impressum

## ISSN 0945-8131

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Broschüre in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

### Herausgeber und Bezugsadresse

Bayerische Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft (LWF)  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
Telefon: +49 (0) 81 61/71-4801  
Fax: +49 (0) 81 61/71-4971  
poststelle@lwf.bayern.de  
www.lwf.bayern.de

### Verantwortlich

Olaf Schmidt, Leiter der Bayerischen Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft

### Redaktion

Michael Mößnang, Anja Hentzschel-Zimmermann

### Layout

Mano Wittmann, Komplizenwerk

### Titelfoto

Tobias Bosch, Christine Hopf

### Druck

Bosch-Druck GmbH, Ergolding

### Auflage

1.200 Stück

### Copyright

Bayerische Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft  
Juli 2013

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| Impressum .....  | 2         |
| Inhaltsverzeichnis .....   | 3         |
| <b>Zur Einführung</b>  |           |
| <b>Von Säulen, Dimensionen und Kompetenzen .....</b>   | <b>6</b>  |
| Dirk Schmechel, Kurt Amereller und Olaf Schmidt  |           |
| <b>1. Nachhaltigkeit und Forstgeschichte</b>   |           |
| <b>Die Wurzeln der Nachhaltigkeit liegen im Wald .....</b>   | <b>11</b> |
| Olaf Schmidt   |           |
| <b>Von der Sylvicultura zur Waldkultur .....</b>   | <b>15</b> |
| Joachim Hamberger  |           |
| <b>2. Nachhaltigkeit und Waldökonomie</b>  |           |
| <b>Sicherung eines nachhaltigen Holzaufkommens .....</b>   | <b>25</b> |
| Herbert Borchert   |           |
| <b>Ohne Waldschutz keine forstliche Nachhaltigkeit .....</b>   | <b>34</b> |
| Ralf Petercord   |           |
| <b>Schutz des Waldbodens beim Einsatz von Forstmaschinen .....</b>   | <b>39</b> |
| Herbert Borchert, Johann Kremer und Christian Ludwig Huber   |           |
| <b>3. Nachhaltigkeit und Waldökologie</b>  |           |
| <b>Nachhaltige Nutzung des Produktionsfaktors Boden –<br/>Herausforderung Kronenbiomassenutzung .....</b>              | <b>47</b> |
| Christian Kölling und Herbert Borchert   |           |
| <b>Risiko und Ertrag in ungewisser Zukunft: Der Klimawandel fordert<br/>die Generationengerechtigkeit heraus .....</b> | <b>54</b> |
| Christian Kölling, Franz Binder und Wolfgang Falk  |           |
| <b>Biodiversitätskriterien für Nachhaltigkeit im Wald .....</b>  | <b>59</b> |
| Stefan Müller-Kroehling  |           |
| <b>4. Nachhaltige Sicherung soziokultureller Waldfunktionen</b>  |           |
| <b>Leistungen der Forstwirtschaft für den Hochwasserschutz .....</b>   | <b>73</b> |
| Franz Binder   |           |
| <b>Schutzwald sichert Lebensräume nachhaltig .....</b>   | <b>77</b> |
| Franz Binder   |           |

# Inhaltsverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| <b>Wald, Erholung und Gesundheit – Anforderungen der Gesellschaft an den Wald</b> .....   | 81  |
| Roland Schreiber und Valerie Kantelberg   |     |
| <b>Im Wald Nachhaltigkeit lernen</b> .....  | 86  |
| Günter Dobler   |     |
| <b>5. Daten für die Nachhaltigkeit</b>  |     |
| <b>Ohne Information keine Nachhaltigkeit – Daten aus Inventuren und Dauerbeobachtung</b> .....  | 93  |
| Christian Kölling, Hans-Peter Dietrich, Hans-Joachim Klemmt, Thomas Kudernatsch, Stefan Müller-Kroehling, Alfred Schubert und Alexandra Wauer |     |
| <b>Die Bundeswaldinventur – verlässliche Daten zur nachhaltigen Bewirtschaftung bayerischer Wälder</b> .....                                  | 100 |
| Hans-Joachim Klemmt   |     |
| <b>Beiträge der forstlichen Fernerkundung für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung</b> .....  | 104 |
| Adelheid Wallner, Christoph Straub und Rudolf Seitz   |     |
| <b>Das Ertragskundliche Versuchswesen in Bayern – Nachhaltigkeit in der Waldwachstumsforschung</b> .....                                      | 114 |
| Hans Pretzsch, Enno Uhl, Martin Nickel, Leonhard Steinacker und Gerhard Schütze   |     |
| <b>6. Nachhaltiger Dialog für die Zukunft</b>   |     |
| <b>Angebot, Nachfrage und Nachhaltigkeit im Wald</b> .....  | 123 |
| Andreas Hahn und Thomas Knoke   |     |
| <b>Partizipation und Nachhaltigkeit – von Menschen und Wäldern</b> .....  | 128 |
| Monika B. Arzberger und Michael Suda  |     |
| <b>Beratung und Kooperation als Grundlage einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung in Bayern</b> .....  | 133 |
| Michael Suda, Roland Schreiber, Stefan Schaffner, Marc Koch und Anika Gaggermeier   |     |
| <b>Waldbewirtschaftung versus großflächige Stilllegung</b> .....  | 139 |
| Stefan Nüßlein  |     |
| <b>Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit</b> .....   | 144 |
| Günter Biermayer  |     |
| <b>Anschriften der Autoren</b> .....  | 147 |

# Zur Einführung

---

# Von Säulen, Dimensionen und Kompetenzen

Dirk Schmechel, Kurt Amereller und Olaf Schmidt

Mit der Frage »Sie finden Nachhaltigkeit modern? ...« und der antwortenden Überzeugung »... Wir auch – seit 300 Jahren.« wendet sich die deutsche Forstwirtschaft 2013 in einer Gemeinschaftskampagne an die breite Öffentlichkeit (Abbildung 1). Dabei wird einerseits an die forstliche Herkunft des 1713 von Hans Carl von Carlowitz erstmals beschriebenen Begriffs »nachhaltend« erinnert, andererseits sollen die vielfältigen und teilweise widersprüchlichen heutigen Sichtweisen von Nachhaltigkeit angesprochen und diskutiert werden. Die mitwirkenden Akteure – Waldbesitzer, Forstbetriebe, Forstverwaltungen und Forstliche Verbände – haben sich außerdem in ihrem Absenderstempel »Forstwirtschaft in Deutschland« auf den ergänzenden Claim »Vorausschauend aus Tradition« verständigt (Schirmbeck 2013).

**Sie finden  
Nachhaltigkeit  
modern?**

**Wir auch –  
seit 300 Jahren.**

**FORSTWIRTSCHAFT  
IN DEUTSCHLAND**  
Vorausschauend aus Tradition

Abbildung 1: Kampagnenslogan und Absenderstempel

Es geht ihnen im Jubiläumsjahr also vor allem um den Blick in die Zukunft! Zu recht, denn nur eine vorausschauende, auf nachfolgende Generationen ausgerichtete Sorge und Vorsorge bei allen walddrelevanten Fragen ist – wenn sie in einen konstruktiven Dialog aller Interessensgruppen mündet – wirklich nachhaltig. Für diesen Dialog will die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft mit 21 Artikeln der vorliegenden Ausgabe von LWF Wissen einen Beitrag leisten.

## Die Musik spielt zwischen den Säulen

Der »Brundtland-Bericht« der Vereinten Nationen aus dem Jahr 1987 verwendet erstmals den Begriff »Sustainable Development« und beschreibt damit einen Entwicklungsprozess, der ein Gleichgewicht zwischen Ökologie, Ökonomie und Sozialem zum Ziel hat. Im deutschsprachigen Raum wird dies in der Folge immer häufiger mit »Nachhaltige Entwicklung« als einem erweiterten Nachhaltigkeitsverständnis übersetzt. Der UN-Bericht führt schließlich auch zum ersten Weltgipfel in Rio de Janeiro 1992, in dessen Folge das »3-Säulen-Modell« zur Erläuterung entsteht (Abbildung 2). Bereits hier beginnt deutlich zu werden, dass die »Musik zwischen den Säulen spielt«, es also besonders auf die Wechselwirkungen und das Miteinander von ökologischen, ökonomischen und sozialen Belangen ankommt.

## Von Begriffsgenese bis BNE

Dieses LWF Wissen greift nach einleitenden Betrachtungen zur Begriffsgenese (Kapitel 1, ab Seite 11) die drei Dimensionen auf und widmet sich zunächst der Waldökonomie (Kapitel 2, ab Seite 25), der Ökologie von Wald und Waldnutzung (Kapitel 3, ab Seite 47) und der Sicherung soziokultureller Waldfunktionen (Kapitel 4, ab Seite 73). Im vierten Kapitel zeigt sich erneut, dass ein Modell komplexe Zusammenhänge nie vollständig und ausreichend erfassen kann, denn die Nutzung des Waldes tangiert auch kulturelle, religiöse oder spirituelle Dimensionen. So entstehen beispielsweise auch vierdimensionale Nachhaltigkeitsmodelle (Stoltenberg 2009), die verschiedene »Nachhaltigkeitsfelder« unterscheiden und dabei kulturellen Bezügen einen größeren und eigenen Stellenwert einräumen.

Neben den weithin bekannten Wohlfahrtswirkungen des Waldes entwickeln darüber hinaus auch weitere gesellschaftliche Megathemen wie Gesundheit oder Bildung zunehmend Bezüge zum Wald und müssen von den forstlichen Akteuren ernst genommen werden.

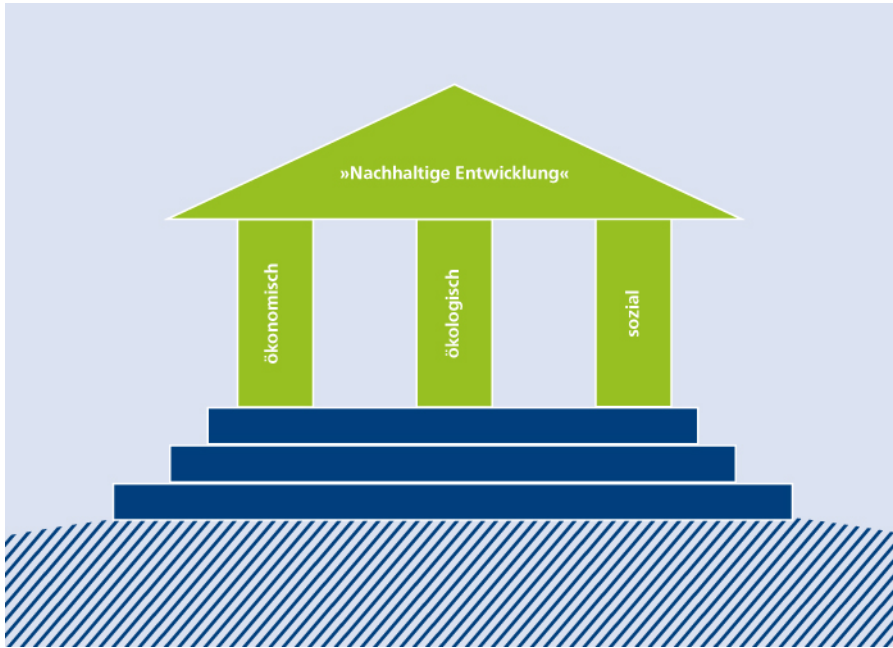


Abbildung 2:  
Das »Drei-Säulen-Modell«  
der Nachhaltigkeit

Mit dem Abschnitt »Daten für die Nachhaltigkeit« (Kapitel 5, ab Seite 93) wird die Dimensionierung von Nachhaltigkeit um eine weitere Komponente erweitert: die langfristige Messung, Erfassung, Auswertung und Anwendung forstwissenschaftlicher Daten aus der forstlichen Forschung. Dabei wird deutlich, dass die Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung für die Bewertung der oft sehr komplexen Zusammenhänge multifunktionaler Waldnutzung unverzichtbar sind. Sie liefern nicht nur wichtige Erkenntnisse für die forstwirtschaftliche Praxis, sondern auch Impulse für Verständnis, Akzeptanz und Konsensfindung bei allen gesellschaftlichen Fragestellungen zu Wäldern und ihrer Nutzung.

Das abschließende Kapitel »Nachhaltiger Dialog für die Zukunft« (Kapitel 6, ab Seite 123) konzentriert sich schließlich auf die Wechselwirkungen und -beziehungen zwischen den drei Säulen Ökonomie, Ökologie und Soziales. Wie schon andiskutiert: Die Musik spielt zwischen den Säulen! Wenn Nachhaltigkeit keine inflationär gebrauchte, mehr und mehr beliebige, aber letztlich leere Worthülse werden soll, muss sie sich den gesellschaftlichen Prozessen von Kommunikation, Partizipation, Verhandlung und Kompromissfindung stellen (Grimm 2010). Und damit wird deutlich, dass es nicht allein auf die in den einzelnen Säulen oder Dimensionen vorhandene Expertise, sondern vor allem auch auf die »säulenverbindenden«, interdisziplinären Kompetenzen ankommt. Das klingt bereits in der »Silvicultura oeconomica« von Hans Carl von Carlowitz

an, dem es auch in erster Linie um eine nachhaltige Gesinnung, ein moralisches Werteverständnis als Voraussetzung für eine verantwortungsvolle Nutzung von Wald und Holz geht.

Auch Carlowitz erkennt außerdem Kommunikation und Bildung als unverzichtbar für die Umsetzung seiner Apelle und Anweisungen zu Waldnachzucht und Waldbau. Betrachtet man im Vergleich die Zielsetzung der Deutschen UNESCO-Kommission für die von 2005 bis 2014 ausgerufene Weltdekade »Bildung für eine nachhaltige Entwicklung« (BNE) der Vereinten Nationen, so steht dort ebenfalls die Vermittlung von Gestaltungskompetenzen im Vordergrund. Menschen sollen durch Bildung für nachhaltige Entwicklung »in die Lage versetzt werden, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen und dabei abzuschätzen, wie sich das eigene Handeln auf künftige Generationen oder das Leben in anderen Weltregionen auswirkt« (UNESCO-Kommission Deutschland 2005). In Sachen Bildung war die deutsche Forstwirtschaft also bereits ebenfalls von Anfang an richtungsweisend.

2013 jährt sich auch das Erscheinen des Buches »Der Wald« von Emil Adolf Roßmäßler zum 150. Jubiläum. Er verstand den Wald ganzheitlich und wollte das Wissen über die Zusammenhänge im Wald der Öffentlichkeit nahebringen. Sein Anliegen war es, »... den Wald unter den Schutz des Wissens Aller zu stellen«.



Vernetzung und Zusammenarbeit sind unabdingbar, ja – »jetzt ist ›Rhizomdenken‹, gefragt, um gesellschaftliche Entwicklung nachhaltiger gestalten zu können« (Suda und Dobler 2013). Wie Rhizome, die in verschiedene Richtungen gleichzeitig wachsen und deren Knotenpunkte flexibel und unbeschränkt miteinander verbunden werden können, muss auch ein zukunftsfähiger Nachhaltigkeitsdialog Wissen aus allen Handlungsfeldern sammeln, verbinden und auf alle Ziele ausgerichtet weiterentwickeln, um zukunftsfähig zu bleiben.

### **Wem kommt Verantwortung zu?**

Gemessen an der Zahl der Stimmen, die von Nachhaltigkeit sprechen oder diese für sich in Anspruch nehmen, macht die nachhaltige Entwicklung weltweit gefühlt nur sehr bescheidene Fortschritte. Eine Weltbevölkerung von mittlerweile über sieben Milliarden mit einem derzeitigen jährlichen Wachstum um rund 78 Millionen Menschen, ein nach wie vor steigender Verbrauch an Energie und natürlichen Ressourcen, eine Ungleichverteilung von Wohlstand und Lebenschancen sowie die Folgen menschlichen Handelns wie Klimawandel, Artenschwund und Desertifikation lassen wenig Optimismus bezüglich der Zukunft unserer Erde aufkommen. Es stellt sich die Frage, wem hier Verantwortung zukommt, dem Einzelnen, der Gesellschaft, der Politik, Wirtschaft und Industrie oder gar der Wissenschaft?

### **Die Rolle des Einzelnen und der Gesellschaft**

Der Einzelne mag sich darauf zurückziehen, dass die Welt so kompliziert und Nachhaltigkeit so vieldimensional geworden ist, gleichzeitig die globale Gesellschaft so vernetzt und zusammengerückt ist, dass individuelles Handeln ohnehin nichts zu bewirken vermag. Von Politik und Wirtschaft ist bislang nicht zu erwarten, dass sie sich aus eigenem Antrieb tatsächlich von einem wachstumsorientierten System lösen, aus dem heraus sie sich selbst definieren. Für Hoffnung auf Veränderung bedarf es hier starker Impulse einer zu Konsequenzen bereiten Zivilgesellschaft als dritter Kraft. Doch auch eine solche Gesellschaft agiert aus der Summe Einzelner.

Der Träger des alternativen Nobelpreises, Hans-Peter Dürr, erklärt die Verantwortung des Einzelnen mit einem Bild. Demnach kann von niemandem verlangt werden, sich einer bereits zu Tal donnernden Lawine entgegenzuwerfen, das wäre selbstmörderisch und dabei völlig wirkungslos. Man kann aber jemanden, der dabei ist, ein labiles Lawinenfeld zu betreten, darauf aufmerksam machen und daran hindern (Dürr 2011). Wesentliche Voraussetzung für ein solches Eintreten des Individuums in der Gesellschaft ist aber, überhaupt zu erkennen, dass eine gefährliche labile Lawinensituation besteht. Dazu braucht es neben Mut und Verantwortungsgefühl auch ein Mindestmaß an Erkenntnis und Verständnis, dass eine gefährliche Situation vorliegt.

### **Die Rolle der Wissenschaft für die Nachhaltigkeit**

Damit kommen wir zur Verantwortung der Wissenschaft, die für das Verstehen zuständig sein sollte. Allerdings nimmt die Wissenschaft beim Thema Nachhaltigkeit historisch eine zwiespältige Rolle ein. Zweifellos hat die Wissenschaft, und hierbei insbesondere die Naturwissenschaften, die Erkenntnisse über die Welt, ihre vielfältigen Erscheinungsformen, ihre Zusammenhänge, über ihr »Funktionieren« in einem nicht für möglich gehaltenen Maß erhöht und enorme positive Wirkungen für die Menschheit erzielt. Wissenschaft hat aber auch maßgeblichen Anteil daran, dass die Menschheit die Erde immer weiter ausgebeutet, manipuliert und an den Rand des planetaren Kollapses gebracht hat. Sie hat die Welt in immer kleinere Einheiten zerlegt, dabei aber das Gefühl für den großen Zusammenhang verloren.

Wissenschaft muss sich für ihre künftige Rolle in einer globalen Gesellschaft nicht neu definieren. Nach wie vor ist Erkenntnisgewinn ihr Hauptgeschäft. Aber sie trägt auch Verantwortung für das, was mit ihren Erkenntnissen gemacht wird. Wissenschaft hat daher gleichrangig die Aufgabe, ihr Wissen in Verstehen und in Verantwortung zu übersetzen. Dieses Verständnis darf dann nicht nur einem bestimmten Kreis zugänglich sein, sondern allen Gliedern der Gesellschaft. Dieser Auftrag richtet sich daher insbesondere auch an die angewandte Wissenschaft, die beispielsweise an den Ressortforschungseinrichtungen wie Landesanstalten und Forschungsanstalten angesiedelt ist.

Die angewandte forstliche Wissenschaft hat dies für den Bereich des Waldes zu leisten. Der Wald ist eine entscheidende globale Lebensgrundlage. Den Verantwortlichen für den Wald, insbesondere der Forstwirtschaft, kommt daher eine Aufgabe von großer Tragweite zu. Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft fühlt sich dieser Aufgabe verpflichtet und unterstützt durch vielfältigen Wissenstransfer die Vermittlung von Fachkenntnissen aus der forstlichen Forschung in die forstliche Praxis hinein.

### Der Nachhaltigkeit auf der Spur

Zumindest die Forstwirtschaft in Mitteleuropa hat gute Gründe zu glauben, schon vieles richtig zu machen. Auch auf internationaler Ebene wird die mitteleuropäische Forstwirtschaft von Natur- und Umweltschutzexperten als vorbildlich angesehen (z. B. Diamond 2005). Dennoch darf sich die Forstwirtschaft nicht auf einem Status als Erfinder und »Gralshüter« der Nachhaltigkeit ausruhen. Nachhaltigkeit gibt es nur »im Frieden« mit der Gesellschaft, in Anerkennung der Bedürfnisse und Ziele der Anderen. Die aktuelle kritische Diskussion um die Forstwirtschaft in Bayern zeigt, dass nicht alle Teile der Gesellschaft das Bild einer vorbildlich nachhaltigen Forstwirtschaft teilen. Dies kann an den sehr unterschiedlichen und zum Teil gegensätzlichen Zielsetzungen und Ansprüchen liegen, zum Teil auch an fehlender Information über das, was Nachhaltigkeit im Wald eigentlich ausmacht und was sie zu leisten hat. Hier ist die Wissenschaft gefordert. Sie muss Nachhaltigkeit im Wald erfassbar und messbar machen, die Kenntnisse über den Wald, seine Vielfalt, seine Nutzungsmöglichkeiten und das Wissen um Zusammenhänge und Konsequenzen bzw. Risiken erweitern und verständlich machen und so letztlich ein umfassendes Verständnis des Waldes fördern. Dabei ist der Blick nicht in die Vergangenheit, sondern eindeutig in die Zukunft gerichtet.

Die nachfolgenden Beiträge in diesem Heft sollen aufzeigen, auf welchen Wegen die forstliche Wissenschaft heute der Nachhaltigkeit im Wald auf der Spur ist.

### Literatur

- Diamond, J. (2005): Kollaps – Warum Gesellschaften überleben oder untergehen. S. Fischer Verlag, Frankfurt a. M., 704 S.
- Dürr, Hans-Peter (2011): Warum es jetzt um das Ganze geht. oekom verlag München
- Grimm, F. (2010): Verlogene Slogans – Nachhaltig? Nein, danke! Spiegel-online und Magazin »enorm – Wirtschaft für den Menschen«, Heft 2
- Schirmbeck, G. (2013): 300 Jahre Nachhaltigkeit der deutschen Forstwirtschaft, LWF aktuell 92, S. 4–6
- Stoltenberg, U. (2009): In: Wald und Mensch – Theorie und Praxis einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung am Beispiel des Themenfelds Wald, oekom verlag München
- Suda, M.; Dobler, G. (2013): Baummythen und Widersprüche. Pro Wald, Heft Mai/2013, S. 9–13
- UNESCO-Kommission Deutschland (2005): Bildung für Nachhaltige Entwicklung – Weltdekade der Vereinten Nationen 2005–2014; [www.bne-portal.de](http://www.bne-portal.de)

# 1

## Nachhaltigkeit und Forstgeschichte

---

# Die Wurzeln der Nachhaltigkeit liegen im Wald

Olaf Schmidt

**Schlüsselwörter:** Endlichkeit, Langfristigkeit, Generationenvertrag, Schlüsselbegriff

---

**Zusammenfassung:** Hans Carl von Carlowitz kommt das Verdienst zu, das Prinzip der nachhaltenden Nutzung als erster schriftlich fixiert zu haben. Allerdings gab es schon früher im Laufe der Menschheitsgeschichte immer wieder Ansätze, die Nutzung der Wälder zu regeln. Die Wurzeln der Nachhaltigkeit sind aus zwei Gründen im Wald zu suchen: Zum einen wegen der Endlichkeit der Ressource Holz, die vor allem Carlowitz umtrieb, und zum anderen wegen der Langfristigkeit des Wachstums der Bäume. Eine ähnlich große Herausforderung wie die drohende Holznot im 18. Jahrhundert kommt in den nächsten Jahren und Jahrzehnten durch den Klimawandel auf unsere Wälder zu. Hier müssen wir aus dem Verständnis der Nachhaltigkeit heraus versuchen, die Wälder aktiv anzupassen.

---

## Nachhaltigkeit – ein forstlicher Begriff

Vor fast 300 Jahren formulierter als erster *Hans Carl von Carlowitz* 1713 in seinem Buch über die Ökonomie der Waldkultur »*Silvicultura oeconomica*« das Prinzip einer: »... kontinuierlichen, beständigen und *nachhaltenden* Nutzung ...«.

Die Idee einer nachhaltenden Nutzung des Rohstoffs Holz selbst war allerdings schon älter. Bereits in der Bibel, Nehemia 2, 7–8, wird Asaf, vom Perserkönig als »Waldaufseher« eingesetzt, um den Holzeinschlag in den Beständen der wertvollen Libanonzedern zu ordnen, genannt (Sperber 1994). Mittelalterliche Forstordnungen und Weistümer versuchten ebenfalls, die Bewirtschaftung des Waldes zu regeln (Hasel 1985; Mantel 1990). Der Nürnberger Ratsherr Peter Stromer (um 1310–1388) erfand die Methode der Nadelholzzaaten zur Wiederbestockung von Kahlflächen. Was sich banal anhört, war biologisch, technisch und planerisch zur damaligen Zeit eine riesige Innovation! Gesät wurde zuerst mit ganzen Zapfen, später mit dem gereinigten Saatgut. Kahlflächen wurden mit Kiefern und Fichten wieder bestockt, die Grundlage für die spätere Nadelholzwirtschaft war gelegt (Mantel 1990).

Warum entstand der Begriff Nachhaltigkeit gerade bei der Bewirtschaftung der Wälder? Es ist einerseits die *Endlichkeit* der Ressource Holz, derer man sich gerade im 18. und 19. Jahrhundert bewusst wurde. Der riesige Holzbedarf für Bergbau, Erzhöfen, Salinen, Hammerwerke, Glashütten und Köhlerei führte regional, so zum Beispiel in Sachsen oder in der Oberpfalz, zu Raubbau und Übernutzung in den Wäldern. Den künftigen Holz-mangel vor Augen, wollte Carlowitz vor allem die Versorgung mit dem Rohstoff Holz sichern. Wie groß in dieser Zeit die Angst vor dem Holz-mangel war, zeigt auch die Kritik an den Versuchen des Jakob Christian Schäffer, 1765 in Regensburg aus Holz Papier herzustellen. Man warf ihm vor, dass Holz zu rar sei, um daraus Papier zu machen (Sandermann 1988).

Auf der anderen Seite ist es die *Langfristigkeit* im Wachstum der Bäume. Zwischen Pflanzung und Ernte liegen im Wald Jahrzehnte bis Jahrhunderte. Eugen Roth (1895–1976), der bekannte Münchner Dichter und Humorist, hat dies sehr schön in einem kurzen Gedicht zum Ausdruck gebracht:

»Zu fällen einen schönen Baum  
braucht's eine halbe Stunde kaum.  
Zu wachsen, bis man ihn bewundert  
braucht er, bedenkt' es, ein Jahrhundert.«

Es ist daher nicht verwunderlich, dass es gerade zur Zeit der Aufklärung zu einem langfristigen, vernünftigen Planen und ganzheitlichem Denken in der Forstwirtschaft kam, um dauernden und gleichmäßigen Holz-ertrag auch in der Zukunft sicherzustellen. Carlowitz kann in diesem Sinne als echter Aufklärer verstanden werden. Es sollte nie mehr Holz eingeschlagen werden, als in den Wäldern nachwächst. Dies zu überprüfen, war und ist Aufgabe der langfristigen Forstbetriebsplanung, der Forsteinrichtung.

Einer der forstlichen Klassiker, *Georg Ludwig Hartig* (1764–1837), formuliert daher seine Definition der Nachhaltigkeit im Jahr 1810 rund 100 Jahre nach Carlowitz wie folgt: »... Jede weise Forstdirektion muss daher die Waldungen ... taxieren lassen ... doch so zu benutzen suchen, dass die Nachkommenschaft wenigstens ebenso so viel Vorteil daraus ziehen kann, als sich die jetzt lebende Generation zueignet«.

Damit ist erstmals eindeutig die Verpflichtung eines *Generationenvertrags* genannt. Die jetzt lebende Generation soll auf Nutzungsmöglichkeiten verzichten, um kommenden Generationen diese Nutzungen aus dem Wald weiter zu ermöglichen.

Unter modernen Gesichtspunkten sehen wir die Nutzungsmöglichkeiten nicht nur in dem nachwachsenden Rohstoff Holz, sondern auch in der Erholungsnutzung, im Klimaschutz, im Boden- und Erosionsschutz, in der nachhaltigen Wasserspende und in der Erhaltung der Biodiversität (Schmidt 1998).

Mit einer falschen Einschätzung der Nachhaltigkeit sollte aber aufgeräumt werden. Die Nachhaltigkeit ist kein Naturprinzip! (Nentwig et al. 2011) Sie ist auf die Bedürfnisse der Menschen zugeschnitten. Der Mensch nutzt, um seine Ansprüche – zum Beispiel Nahrung, Wohnung, Kleidung, Mobilität – zu befriedigen, die Natur. Diese Nutzung sollte aber nicht ausbeuterisch, sondern dauerhaft und kontinuierlich, eben *nachhaltig* geschehen. Nutzung ja, aber ohne Raubbau oder Zerstörung! Das heißt, das Prinzip der Nachhaltigkeit ist von den Nutzungsansprüchen des Menschen abgeleitet und daher zutiefst anthropozentrisch.

Am Ende des 20. Jahrhunderts erfuhr der Begriff Nachhaltigkeit eine Renaissance. Die *Ministerkonferenz in Helsinki* definierte die Nachhaltigkeit wie folgt: »Die Betreuung von Waldflächen und ihre Nutzung in einer Art und Weise, die die biologische Vielfalt, die Produktivität, die Verjüngungsfähigkeit, die Vitalität und die Fähigkeit gegenwärtig und in Zukunft wichtige ökologische, wirtschaftliche und soziale Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, erhält und anderen Ökosystemen keinen Schaden zufügt«. Im *Brundtland-Bericht* 1987 wird nachhaltige Entwicklung als »Dauerhafte Entwicklung = Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können« definiert. Hier ist ebenfalls die Generationengerechtigkeit angesprochen.

Die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio 1992 brachte wichtige Ergebnisse, zum Beispiel die Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung, die Klimarahmenkonvention sowie die Biodiversitätskonvention. Im Nachfolgeprozess der Rio-Konferenz wurde die Kommission für nachhaltige Entwicklung gegründet, die den Umsetzungsprozess der Konferenzergebnisse überwacht. Im Juni 2012 fand mit Rio+20 erneut ein Gipfeltreffen in Brasilien statt, das unter dem Titel »Konferenz der Vereinten Nationen über nachhaltige Entwicklung« lief. Rio brachte auch das *3-Säulen-Konzept* der Nachhaltigkeit:

- ökologische Tragfähigkeit
- ökonomische Effizienz
- soziale Gerechtigkeit

Auf diesem Konzept baut unser Nachhaltigkeitsbegriff heute auf. Hier ist auch ein fundamentaler ethischer Anspruch enthalten.

### Herausforderung Klimawandel

War es bei Carlowitz die Übernutzung der Wälder und die Versorgung mit dem Rohstoff Holz dauerhaft zu sichern, so ist heute der Klimawandel die große Herausforderung an unsere Wälder.

Der Wald entlastet als CO<sub>2</sub>-Senke die Atmosphäre, wird aber gleichzeitig durch den Klimawandel belastet. Mit der Kohlenstoffspeicherung im lebenden Holz, im Totholz, in den Waldböden und vor allem in langlebigen Holzprodukten leisten Wälder einen wirkungsvollen Beitrag, um den Klimawandel abzumildern. Dazu gehört auch, dass Holz und Holzprodukte fossile Energieträger sowie energieaufwendig produzierte Materialien ersetzen. Nachhaltig bewirtschaftete Wälder leisten langfristig einen deutlich höheren Beitrag zum Klimaschutz. Klimaschutz ist daher kein Argument für Flächenstilllegung in Wäldern!



Abbildung 1:  
Väter der »Nachhaltigkeit«  
(v. l. n. r.):

Peter Stromer  
(um 1310–1388),  
der Nürnberger Tannensäer,  
erfand die Nadelholzsaat.

Hans Carl von Carlowitz  
(1645–1714)  
verwendete 1713 in seinem  
Buch »Silvicultura  
oeconomica« erstmals den  
Begriff »nachhaltend«.

Georg Ludwig Hartig  
(1764–1837),  
einer der forstlichen  
Klassiker, entwickelte den  
Begriff der Nachhaltigkeit  
weiter hin zu einem  
Generationenvertrag.

Nachhaltigkeit blickt in die Zukunft und fordert Anpassung durch aktives Handeln! Das bedeutet, mit einer veränderten Baumartenzusammensetzung auf den Klimawandel zu reagieren und so das Risiko zu streuen. Im klimagerechten Wald(um)bau werden die Wälder aktiv und gezielt verändert, zum Beispiel durch Pflegen, Durchforsten, Pflanzen und Ausnutzen der Naturverjüngung, damit sie besser an die Zukunft angepasst sind (klimatolerante Mischwälder).

### **Nachhaltigkeit – vom Zauberwort zum Modewort?**

Der Begriff Nachhaltigkeit wird viel »ge«braucht und daher oft »ver«braucht (Ninck 1997; Ninck 1998). Nachhaltigkeit ist häufig zum Gummibegriff für Wünsche und Hoffnungen aller Art verkommen. Nachhaltigkeit muss aber wieder ein *Schlüsselbegriff* für Ressourcenschonung und ethische Neuorientierung einer in die Stoffkreisläufe eingebundenen Entwicklung werden. Als Beispiel für gelungene Stoffkreisläufe kann man die Nutzung von Biomasse für energetische Zwecke sehen.

Im Jahr 2013 gelangt der Begriff Nachhaltigkeit wieder in den Fokus der Öffentlichkeit, wenn sich seine »Erfindung« zum 300sten Male jährt und wir dieses Jubiläum feiern. 2013 stehen aber noch weitere wichtige Jubiläen aus forstlicher Sicht auf dem Programm. So gedenken wir des 250. Geburtstages von Heinrich Cotta (1763–1844), einem der forstlichen Klassiker an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert. Cotta ist auch der Begründer der Forstakademie Tharandt, gleichsam ein Vater der Nachhaltigkeit in Forschung und Lehre. 2013 jährt sich auch das Erscheinen des Buches »Der Wald« von Emil Adolf Roßmäßler (1806–1867), ebenfalls forstlicher Hochschullehrer der Forstakademie Tharandt zum 150. Jubiläum. Er verstand den Wald ganzheitlich und wollte das Wissen über die Zusammenhänge im Lebensraum Wald der Öffentlichkeit nahebringen. Als Volksbildungslehrer kann er als der Begründer eines nachhaltigen Wissenstransfers gelten.

## Abschließende Gedanken

In dem Gedicht »Aus dem Walde« von Emanuel Geibel (1815–1884) verarbeitet der Dichter das Konzept der Nachhaltigkeit lyrisch. Am Beispiel eines Waldspaziergangs mit dem »alten Förster« wird der Gedanke des Generationenvertrages in seinen Worten deutlich:

*»... Drum im Forst auf meinem Stand  
ist mir's oft, als böt ich linde,  
meinem Ahnherren diese Hand,  
jene meinem Kindeskinde«.*

Das Gedicht schließt prophetisch mit den Worten:

*»Wie verstummend im Gebet  
schwieg der Mann, der tief ergraute,  
klaren Auges, ein Prophet,  
welcher vorwärts, rückwärts schaute ...«.*

Auch von Detten und Oesten (2013) plädieren dafür, Nachhaltigkeit als politischen Gegenwartsbegriff bei der Gestaltung einer »zukünftigen Gegenwart« zu sehen. Nachhaltigkeit als Prinzip der Zukunftsvorsorge braucht gut ausgebildete, wissende, verantwortungsvolle Menschen – in allen beruflichen Sparten – die sich dieser nachhaltigen Entwicklung annehmen.

## Literatur

Detten, v.R.; Oesten, G. (2013): Nachhaltige Waldwirtschaft – ein Modell für nachhaltige Entwicklung? Natur und Landschaft, Heft 2, S.52–57

Hasel, K. (1985): Forstgeschichte. Ein Grundriss für Studium und Praxis. Hamburg, Paul Parey Verlag, 258 S.

Mantel, K. (1990): Wald und Forst in der Geschichte. Ein Lehr- und Handbuch, Hannover, Verlag M&H.Schaper, 518 S.

Nentwig, W.; Bacher, S.; Brandl, R. (2011): Ökologie kompakt. Spektrum Akademischer Verlag, 371 S.

Ninck, M. (1997): Zauberwort Nachhaltigkeit. vdf Hochschulverlag Zürich, 139 S.

Ninck, M. (1998): Das globale Zauberwort. ORNIS 3, S.4–7

Sandermann, W. (1988): Die Kulturgeschichte des Papiers. Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag, 202 S.

Schmidt, O. (1998): Der Begriff der Nachhaltigkeit und seine Entwicklung am Beispiel des Forstwesens. In: Nachhaltige Nutzung, BfN, S.27–35

Schmidt, O. (2013): Von den Wurzeln der Nachhaltigkeit. LWF aktuell 87, S.50–51

Sperber, G. (1994): Bäume in der Bibel. In: Von den Wurzeln des Menschen, Forstw. Cbl. 113, S.12–34, Paul Parey Verlag

**Keywords:** Finiteness, long-term, intergenerational contract, keyword

---

**Summary:** Hans Carl von Carlowitz deserves credit for having put in writing the principles of sustainability for the very first time. However, the approach had been taken repeatedly before in human history to regulate the utilization of forests. The roots of sustainability have to be sought in the forest for two reasons: the finiteness of the resource wood, which was the main driving agent for Carlowitz, and on the other hand the long duration of tree growth. An equally large challenge compared to the looming wood shortage of the 18th century can be expected for our forests for the next years and decades from climate change. It is out of an understanding of sustainability that we must seek to actively adapt our forests.

---

---

# Von der Sylvicultura zur Waldkultur

## Die Entwicklung und Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens in der Forstwirtschaft

Joachim Hamberger

**Schlüsselwörter:** Sylvicultura oeconomica, Waldkultur, forstliches Berufsethos, Forstgeschichte, Bodenreinertragslehre, Nachhaltigkeit, Carlowitz, nachhaltige Nutzung

**Zusammenfassung:** Nachhaltigkeit entsteht in einem mehrhundertjährigen Prozess, der seine Wurzeln in den Niederwäldern und Mittelwäldern der Markgenossen sowie in der systematischen Nadelholzverjüngung und -verbreitung der mittelalterlichen Großgewerbe hat. Dabei entsteht auch der Berufsstand der Forstleute, die bis ins 18. Jahrhundert vor allem für die Durchsetzung von Normen zuständig sind. Die Sylvicultura oeconomica von Hans Carl von Carlowitz fasst das Wissen der Zeit zusammen und bringt erstmals den verdichteten Begriff der nachhaltenden Nutzung. Daran anschließend beginnt mit der Aufklärung ein Prozess der Wissensstrukturierung und der Kommunikation von Wissen (Publikationen, Forstschulen). Die operative Umsetzung der Erkenntnisse steht ab jetzt für die Forstleute im Vordergrund. Im 19. Jahrhundert wird so Nachhaltigkeit als Grundhaltung der Forstleute gegenüber dem System Wald kultiviert: Durch Ausbildung und praktisches Wirtschaften etabliert sich ein Berufsethos. Dies ist an Literatur und Ausbildungsinhalten abzuleiten, aber auch an der Veränderung der Flächen und des Landschaftsbildes im 19. Jahrhundert, an den sich wandelnden Produktionszielen (Bau- statt Energieholz) und an der verbesserten Erschließung der Wälder. Mit der nur an der Ökonomie orientierten Bodenreinertragslehre und der die Biologie integrierenden Waldreinertragslehre werden im 19. Jahrhundert zwei Sichtweisen von Nachhaltigkeit in der Forstwissenschaft diskutiert.

Forstleute sind heute Kommunikatoren, die Nutzung und die vielfältigen Waldfunktionen erklären. Sie helfen beim Ausgleich der weitgefächerten Interessen gesellschaftlicher Gruppen. Weil Nachhaltigkeit zunehmend auch als gesellschaftliches Leitbild anerkannt wird, haben der Wald, der Umgang mit ihm und die Waldpädagogik eine wichtige kulturelle Aufgabe in der Gesellschaft. Auch sein emotionaler und gesundheitlicher Wert wird mehr und mehr anerkannt. Forstleute sind aktiv an dieser Entwicklung beteiligt, sie können als Waldkultur-Schaffende bezeichnet werden.

---

In diesem Jahr feiert die deutsche Forstwirtschaft 300 Jahre Nachhaltigkeit. Im Jahr 1713 veröffentlichte Hans Carl von Carlowitz die Sylvicultura oeconomica, die als Urbuch der Nachhaltigkeit gilt. Zum Jubiläumsjahr erscheinen Bücher mit Titeln wie »Die Entdeckung der Nachhaltigkeit« oder »Die Erfindung der Nachhaltigkeit«. Dabei ist die Nachhaltigkeit zum einen viel älter als 300 Jahre, andererseits wird sie im Wald erst seit rund 200 Jahren konsequent umgesetzt. Und ein punktuelles Ereignis, was »Entdeckung« und »Erfindung« suggerieren, ist die Sache mit der Nachhaltigkeit auch nicht. Vielmehr hat sie sich als ein Vorsorgeprinzip in einem jahrhundertelangen Prozess von Versuch und Irrtum, von Wissensformulierung und Wissensweitergabe langsam entwickelt. Mit entstanden ist dabei auch ein Berufsstand, der sich besonders der Ressourcenbewirtschaftung und Zukunftsvorsorge widmet: die Forstleute. Sie haben spezielles Wissen hervorgebracht und pflegen es. Die hohe Identifikation mit dem bewirtschafteten Objekt Wald und den Zielen in ferner Zukunft haben ein eigenes Berufsethos reifen lassen.

### Praktische Entwicklung der Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit als vorausschauende Ressourcenbewirtschaftung beginnt mit der Niederwaldwirtschaft, weil erstmals Nutzung zeitlich und räumlich geordnet wird. Sie ist die primitivste Form systematischer Forstwirtschaft, die jährlich gleiche Flächen und damit annähernd auch gleiche Holzerträge liefert. Damit das Holz eine Umtriebszeit ausreifen kann, sind die Beständigkeit von Normen und die Tradition von Information in der Markgenossenschaft wesentliche Voraussetzungen. Erste Hinweise auf Niederwald aus dem deutschen Mittelalter gibt es aus dem 8. Jahrhundert in den bayerischen Volksrechten (*silvae minutae*). Später wird sie zur komplexeren Mittelwaldwirtschaft ausgebaut, die in Forst- und Waldordnungen geregelt wird und die auch die Bauholzversorgung sicherstellt (Hasel und Schwartz 2006, S. 191).



Neben diesem ländlich-markgenossenschaftlichen Ursprung der Nachhaltigkeit gibt es auch eine städtisch-gewerbliche Linie. In Städten des Mittelalters wurden höchste Ansprüche an den Wald als Energie- und Rohstofflieferant gestellt. Sie waren in ihrem Wirtschaftswachstum stark abhängig von der Holzversorgung aus dem nahen Umland. In Nürnberg war der Wald wegen der vielfältigen vorindustriellen Gewerbe der boomenden Stadt besonders belastet, viele Flächen waren kahlgeschlagen und lagen unbestockt. Der Ratsherr und Montanunternehmer Peter Stromer brachte im Jahre 1368 einen innovativen Ansatz: Erstmals säte ein Mensch auf unbestockten Kahlflächen bewusst Kiefern Samen aus, um Holz nachzuziehen. Diese nur scheinbar belanglose Leistung ist unter zwei Aspekten zu würdigen: einem technisch-biologischen und einem planerisch-nachhaltigen. Technisch setzte es eine sehr genaue Naturbeobachtung voraus, weil die Kiefern Samen zwei Jahre zur Reife benötigen und bereits am Baum aus den Zapfen fallen, wenn diese reif sind, und so der Erntezeitpunkt leicht verpasst werden kann. Außerdem müssen die Samen über den Winter so gelagert werden, dass sie weder verschimmeln noch vertrocknen oder von Tieren gefressen werden. Auch planerisch war die Tat eine bemerkenswerte Leistung: Peter Stromer dachte weit über seinen eigenen Zeithorizont hinaus, da er eine künftige Versorgung seiner Vaterstadt und seines eigenen Unternehmens mit Holz anstrebte und gewährleistet wissen wollte (Hamberger 2011, S. 50).

Mit seiner neuen Methode der Waldbegründung half er der schnell expandierenden Nürnberger Wirtschaft aus einer Not- und Mangellage. Stromers langfristig planende Vorgehensweise, nämlich Ressourcen zu begründen, die erst Nachfolgenerationen zugute kommen, war neu und ist für das Mittelalter völlig außergewöhnlich. Deshalb gilt Stromer als Mitbegründer des forstlichen Nachhaltigkeitsgedankens, wenngleich der Begriff erst später verwendet wird.

Die Erfindung Stromers bewährte sich schnell. In Nürnberg bildete sich eine Tannensäer-Zunft, die mit großer ökologischer und technischer Fachkenntnis schon bald devastierte Wälder in den Montanrevieren und Ballungszentren Europas neu begründete. Die Tannensäer brachten nicht nur Flächen in Bestockung, sondern gaben das praktische Wissen in zunftinterner Tradition weiter. Dieses Wissen um die langfristige Notwendigkeit der Waldbewahrung und die Technik der Waldbegründung wird auch in den Forstordnungen des 15. und des 16. Jahrhunderts greifbar. Das

Nachhaltigkeitsprinzip existiert ab dieser Zeit in vielfachen Beschreibungen, in Weistümern und Forstordnungen, jedoch sind es Umschreibungen, die das Wort selbst noch nicht kennen. Eine Umweltethik existiert noch nicht, es geht ausschließlich um die Ressourcensicherheit kommender Generationen.<sup>1</sup>

Beginnend mit Peter Stromer entwickelt sich also in Nürnberg eine Tradition der Waldbegründung durch die Nürnberger Tannensäer, aber auch eine Tradition der Walderhaltung durch Waldaufseher und Forstleute. Neben normativen Regelungen zum Umgang mit Wald gab es auch Suffizienzvorschriften für die Industrie und die Haushalte, um den Verbrauch an Holz zu begrenzen.



Abbildung 1:  
Die »Sylvicultura oeconomica«, die Hans Carl von Carlowitz im Jahre 1713 veröffentlichte, gilt als Urbuch der Nachhaltigkeit.

### Carlowitz kompiliert, fokussiert und setzt den Keimling für den Begriff

Nachhaltigkeit wird als Begriff immer in Verbindung mit Hans Carl von Carlowitz gebracht, einem weitgereisten und erfahrenen Forst-Praktiker, der im Jahr 1713 ein bemerkenswertes Buch über Waldbau geschrieben hat (Abbildung 1). Darin wendet er sich gegen die Unkultur der Verschwendung und Beliebigkeit im Umgang mit Ressourcen, die planlos und willkürlich verbraucht werden. Er fordert dagegen eine »nachhaltende Nutzung«, die planerisch vorgeht, sparsam nutzt, für Nachwuchs sorgt und so Basis einer erfolgreichen Volkswirtschaft ist (Carlowitz 1713, S. 105/106).

1 In der Reichenhaller Forstordnung von 1661: »Gott hat die Wäld(er) für den Salzquell erschaffen, auf dass sie ewig wie er kontinuierlich mögen; also soll der Mensch es halten: ehe der alte (Wald) ausgehet, der junge bereits wieder zum Verhacksen herangewachsen ist.« (Bülow 1962, S. 159 ff)

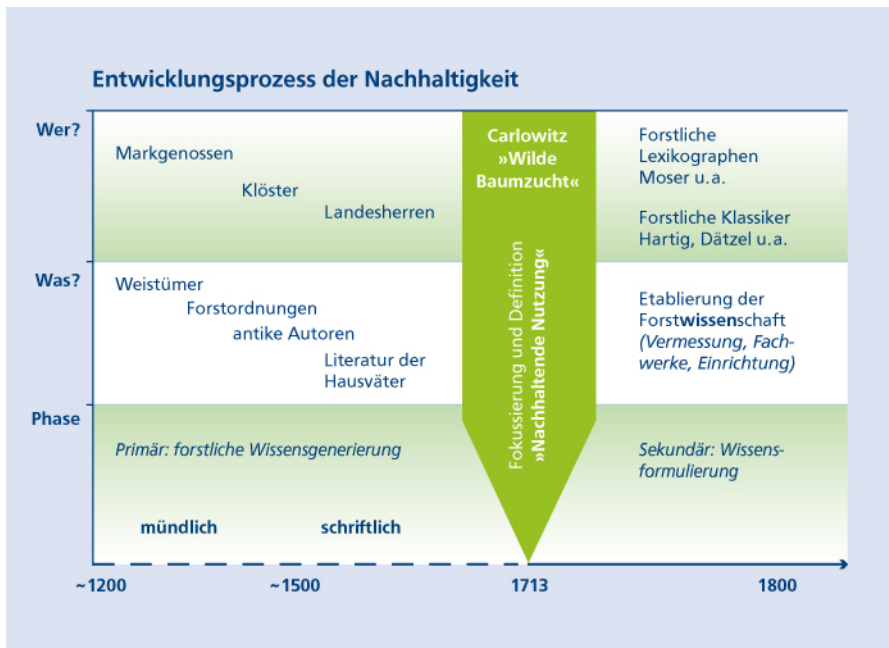


Abbildung 2:  
Phasen der tastenden  
Suche nach Begriff  
und Umsetzung von  
Nachhaltigkeit.  
Das Buch von Carlowitz  
stellt eine Wende dar.  
(nach Hamberger 2009, erweitert)

Hinter den Erkenntnissen von Carlowitz steht die oben beschriebene lange Entwicklung, die erst er »ins Wort« bringt. Er steht also nicht als Solitär am Anfang der Forstwissenschaften, er ist auch nicht der Erfinder eines neuen Prinzips. Vielmehr steht er am Ende einer Entwicklung, die sich als primäre forstliche Wissensgenerierung bezeichnen lässt (Hamberger 2009, S. 34). Sein Verdienst ist es, die Erfahrungen von Jahrhunderten sprachlich genial in einen Ausdruck gegossen zu haben, der »nachhaltenden Nutzung« (Carlowitz 1713, S. 105/106). Damit wird das komplexe Prinzip intergenerativer Daseinsvorsorge prägnant beschrieben.<sup>2</sup>

Das Buch ist von zwei Leitgedanken durchzogen: Der Nachlässigkeit als Grundsorge und der Nachhaltigkeit als Grundanliegen. Carlowitz ruft den Lesern gleichsam entgegen: Empört euch über den großen Holz-mangel und den trostlosen Zustand der ausgeplünderten Wälder! Und: Engagiert euch! Pflanz und sät Bäume, schränkt den Holzverbrauch ein! Das Buch ist eine Aufforderung zu aktivem Handeln und positivem Gestalten im Wald, durch Nachzucht der wilden Bäume, also dem Waldbau (Sylvicultura).

Es bedurfte eines mehrhundertjährigen Reifens im Prozess, bevor als Frucht das Wort von der »nachhalten-

den Nutzung« von Carlowitz 1713 definiert wird, der es dem nachlässigen Verbrauchen als ethisches Handlungsprinzip entgegensetzt. Ihm gelingt mit seiner Wortschöpfung die sprachliche Komprimierung eines komplexen Gedankens, den die Forstwissenschaftler der Aufklärung nochmals zum Ein-Wort-Begriff der Nachhaltigkeit verdichten (Abbildung 2). Ein ganzes Jahrhundert arbeiten sie daran Wissen zu erfassen, zu ordnen und alles unter dem Leitprinzip der Vernunft zu strukturieren (sekundäre Wissensformulierung). Im Gefolge der allgemeinen enzyklopädischen Bestrebungen entsteht – insbesondere in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts – eine forstliche Lexikographie. Erste Lehrbücher zur Forstwissenschaft erscheinen, Forstschulen werden gegründet, Lehrstühle eingerichtet. Nachhaltigkeit wird jetzt mit Definitionen ausgefüllt.<sup>3</sup> Das Prinzip von vernunftgeleitetem intergenerativem Handeln im Wald wird selbst zum Leitgedanken der sich neu entwickelnden Forstwissenschaft. Er etabliert sich als zentraler Begriff in der Forstwissenschaft und Forstwirtschaft. Nachhaltigkeit beschreibt ein auf Zukunftsfähigkeit gerichtetes Programm des aktiven Gestaltens, während der Gegenbegriff, die Nachlässigkeit, gerade nicht programmatisch und nicht zukunftsorientiert ist.

<sup>2</sup> Voraus geht ein halbes Jahrtausend empirischer Erfahrung, eine schrittweise Annäherung, ein stetiges Optimieren, das aus konkreter Not und Begrenzung von Wirtschaft und Gesellschaft hart erarbeitet wurde. Es ist ein wichtiger Reifungsprozess im Denken der für Wald verantwortlichen Menschen.

<sup>3</sup> Moser 1757, S. 78 u. 151 verwendet den Begriff »nachhaltig« mehrfach. Erläuternde Begleitworte sind pfleglich, forstgemäß oder forstmäßig. Er verwendet sogar den Begriff »unnachhaltig« für vorzeitiges Ernten von Holz, das noch nicht reif ist. S. 150

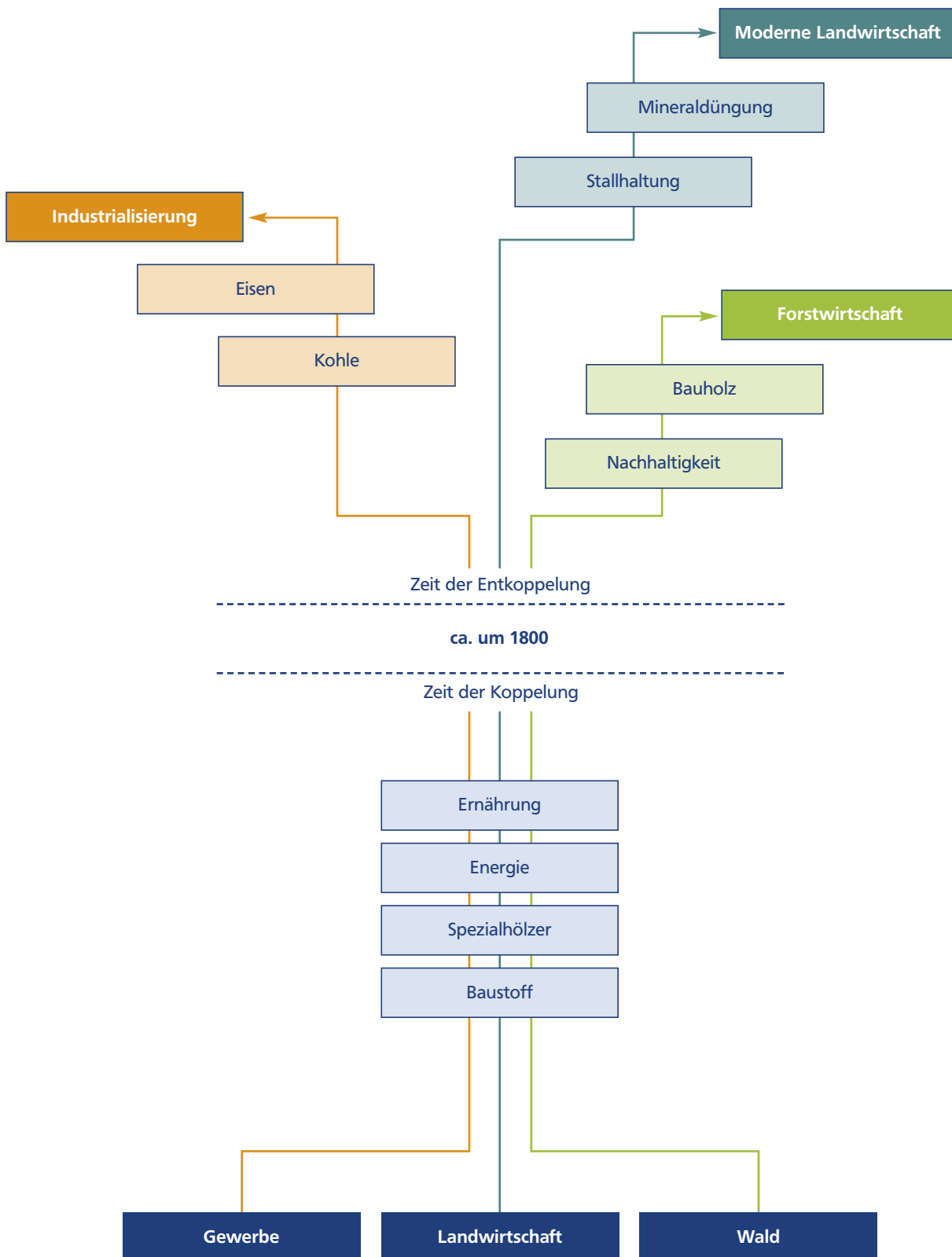


Abbildung 3: Die Entwicklung von Gewerbe und Landwirtschaft war viele Jahrhunderte aufs Engste mit der Ressource Wald verknüpft. Erst um 1800 fand eine Entkoppelung statt, die den Wald entlastete und erst eine nachhaltige Forstwirtschaft ermöglichte. (nach Hamberger 2003)

Der Veränderungsprozess in der Forstwirtschaft von der nachlässigen hin zur nachhaltigen Nutzung beginnt mit Carlowitz und dauert circa 100 Jahre, dann sind die Grundlinien der Nachhaltigkeit in der Forstwissenschaft definiert, noch lange aber nicht praktisch umgesetzt. Das dauert rund weitere 100 Jahre. In dieser Zeit wurde der Wald durch Einführung von Ersatzstoffen wie Kohle und Öl im 19. Jahrhundert erheblich entlastet. Es scheint paradox, aber erst unter diesen Rahmenbedingungen konnte sich in Deutschland eine moderne, nachhaltige Forstwirtschaft entwickeln, die heute weltweit hohes Ansehen genießt (Abbildung 3).

### Bildung etabliert Berufsethos

Seit 1750 besteht in Deutschland überall die Tendenz, »bessere und geordnetere Waldzustände herbeizuführen«. Dieses Bestreben wurde aber durch das »hyperkonservative Beharrungsvermögen der Praktiker und die geringe Intelligenz und einseitige Richtung des Jägerthums« gehemmt (Bernhardt 1874, II, S. 103).

Der Durchbruch in nachhaltiger Waldbewirtschaftung auf der Fläche gelingt erst mit der Errichtung der modernen Staaten zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Durch die Säkularisation, die Rechteablösung und Auflösung der Allmende wird eine konsequente Bewirtschaftung der Flächen aus einer Hand und mit einem Ziel erst möglich. Die Forstleute sind inzwischen naturwissenschaftlich, ökonomisch und vor allem spezifisch forstlich ausgebildet, um lange Zeiträume mit mathematischen und planerischen Methoden und Modellen zu überblicken.<sup>4</sup> Das ändert auch das Denken des durchschnittlichen Forstmannes. Es geht ihm nun nicht mehr nur um die tägliche Beschaffung von Holz, sondern auch um die langfristige Vorsorge. Dies fasst als Berufskultur Zug um Zug Fuß in den Forstverwaltungen.

Nachhaltigkeit wird jetzt (erst jetzt!) zum Grundprinzip der Forstleute.<sup>5</sup> Das ist im Wesentlichen ein Verdienst der wissenschaftlichen Ausbildung. Es kam nun die »öffentliche Meinung der Forstleute« auf, dass der

Waldbesitzer nur eine Rente aus dem Wald ziehen darf (Hilf und Röhrig 1938, S. 247). Hilf und Röhrig bezeichnen das als eine Errungenschaft der sich ausbreitenden Forstwirtschaftslehre. Die Forstschulen haben dabei eine herausragende Rolle gespielt. Karl Gayer, der große Waldbauer, führt aus: »Alles waldbauliche Wirken muss auf naturgesetzliches Denken gegründet sein; die Schablone ist nirgends mehr von Übel als hier, wo die wirkenden Kräfte einem fortgesetzten und oft großem lokalen Wechsel unterliegen. Der Waldbau ist Sache des Localbeamten: dessen Tugenden sind Geduld und das Bewusstsein, dass das Ziel seiner Arbeit in der fernen Zukunft und nicht in der Gegenwart liegt« (Gayer 1891, zitiert nach Burschel und Huss 1978, S. 5).

Die forstliche Ausbildung fördert Bewusstsein für langfristige Prozesse, die über die eigene Lebenszeit hinausgehen. Durch die intensive wissenschaftliche und berufliche Beschäftigung mit dem Objekt Wald etablierte sich nach und nach eine Berufskultur, in der Pflichterfüllung in der Gegenwart, Verantwortung gegenüber der Zukunft und Weitergabe eines biologischen Erbes aus der Vergangenheit eine besondere Rolle spielen.

### Liberalismus und Bodenreinertrag, eine Verengung

Während sich in der Forstwirtschaft des 19. Jahrhunderts dieses Berufsethos zeitübergreifend verantwortlichen Handelns zunehmend durchsetzte, drang in die deutsche Wirtschaft der Liberalismus ein. Noch im 18. Jahrhundert war der Mensch gefesselt an die ins Kollektiv einbindenden Systeme des Mittelalters: das Lehenssystem, die Markgenossenschaft, den Zunftzwang. Die freie Entfaltung der Persönlichkeit und die freie Verfügung über das Eigentum waren stark beschränkt. Sie sind wesentliche Leitbilder und Triebkräfte liberalen Denkens, das ab 1800 nach und nach seine politische Umsetzung erfährt. Gemeinschaftseigentum wird privatisiert, Staatswald verkauft, weil man meint, die Bewirtschaftung durch einen Einzelnen

4 z. B. Fachwerke, Forsteinrichtung. Es werden schon in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, v. a. gegen Ende, erste Schritte eingeleitet. Z. B. gibt es Forsteinrichtungsanweisungen für Altbayern und die Oberpfalz von 1796, die der Forstkammerdirektor Johann Peter Kling vorantrieb (vgl. Bauer 2002 a, S. 25 ff.). Breitenwirkung entfalten diese und weitere Maßnahmen jedoch erst mit der fundierten Ausbildung im 19. Jahrhundert.

5 Im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts wurden große Waldflächen vermessen, es kam auch zu langfristigen Planungen (z. B. durch Schilcher rund um München) etc. (vgl. Bauer 2002 a, 25 ff. und Bauer 2002 b). Das sind jedoch Maßnahmen von oben. Ein Bottom-up des Nachhaltigkeitsgedankens entsteht erst mit der Ausbildung.

sei effizienter als durch den Staat oder eine Eigentümergemeinschaft. Dadurch wird der maximale monetäre Nutzen für den Eigentümer einer Sache zunehmend das Ziel der Landbewirtschaftung und nicht die optimale Versorgung eines Gemeinwesens mit Gütern. Auch in der Forstwirtschaft beginnt sich dies im 19. Jahrhundert widerzuspiegeln.<sup>6</sup> Durch die jetzt mögliche Fokussierung auf die Holzproduktion nimmt die Forstwirtschaft im 19. Jahrhundert eine atemberaubende Entwicklung: Gab es zu Anfang des Jahrhunderts vor allem noch örtliche Brennholzwirtschaft, die überwiegend für den Selbstgebrauch produzierte, entwickelt sich zum Ende des Jahrhunderts ein überörtlicher nationaler und internationaler Nutzholzmarkt.<sup>7</sup>

Mit der neu begründeten *Bodenreinertragslehre* beginnt eine mathematisch-wirtschaftlich-finanztechnische Herangehensweise. Sie markiert einen neuen Abschnitt in der Forstwirtschaft. Die Lehre vom Reinertrag des Bodens hatte das Ziel, die größtmögliche Rente aus dem Waldboden zu erwirtschaften. Um diese zu ermitteln, wendete man erstmals Methoden dynamischer Investitionsrechnung an. Holzvorrat und Waldboden wurden als getrennte Kapitalien betrachtet. Bei der Zinsforderung von 3% ergab sich eine scheinbar hohe Überlegenheit von Nadelholzreinbeständen mit kurzer Umtriebszeit. Allerdings wurden die mit Monokulturen verbundenen Risiken und die außerwirtschaftliche Funktion des Waldes dabei nicht berücksichtigt (Endres 1922, S. 85 ff.). Die Bodenreinertragslehre fällt in die Zeit der Industriellen Revolution. Man wollte mit modernen Methoden produzieren und Erzeugnisse mit höherem Nutzen und Gebrauchswert herstellen.<sup>8</sup> Man kann deshalb von einem Versuch der Industrialisierung der Forstwirtschaft sprechen, der einseitig auf Geldertrag gerichtet war. Die Bodenreinertragslehre ist auch Ausdruck der fortschreitenden Umwandlung der Lebensverhältnisse des 19. Jahrhunderts in wirtschaftliche Größen (Hilf und Röhrig 1938, S. 258). Sie ist ein erster Versuch, den Kapitalismus in die entschleunigte Welt der Forstwirtschaft

zu übertragen, Reifeprozesse nicht auszuschöpfen, Risiken nicht einzukalkulieren, Zeit in Geld zu bewerten und den Ertrag als alleinigen Maßstab anzuwenden.

Nachhaltigkeit wurde im 19. Jahrhundert immer weniger als Prinzip der optimalen Rohstoffversorgung der Volkswirtschaft angesehen, sondern zunehmend als technologisch-planerisches Prinzip der Optimierung forstlicher Teilbereiche. Damit entfremdete sich die Leitidee mit der Zeit von den natürlichen Grundlagen, weil das Ganze zu wenig im Blick war. In der praktischen Forstwirtschaft führte die Bodenreinertragslehre (Pressler, Endres u. a.) zu Produktionsoptimierungen, zum Beispiel zu starren Umtriebszeiten, Monokulturen und Kahlschlagsystemen. Ein Gegenkonzept lies nicht lange auf sich warten. Die Waldreinertragslehre betonte das organisch-systemische Prinzip wieder stärker (Karl Gayer, Alfred Möller, August Bier).<sup>9</sup> Der Wettbewerb beider Systeme zog sich bis weit ins 20. Jahrhundert. Der von außen als einheitlich wahrgenommene Nachhaltigkeitsbegriff der Forstwirtschaft ist also in Wirklichkeit erheblich diffiziler und verändert sich zeitbedingt.

### Waldreinertrag und Dauerwaldbewegung

Die enge, an Verzinsung orientierte Betrachtungsweise des komplexen Systems Wald durch die Vertreter der Bodenreinertragslehre forderte Widerstand heraus. Entgegengesetzt wurde ihr die Waldreinertragslehre, die von Boden *und* Bestand als gemeinsamem Grundkapital ausging. Karl Gayer, der heute als Gründer der naturgemäßen Waldwirtschaft gilt, schrieb 1886, dass der Wald durch (gesellschaftliche) Werteverstärkungen umgestaltet und so in seiner »inneren Verfassung und seiner ganzen Wesenheit« verändert werde (Gayer 1886, S. 2). Laubholz werde als unproduktiv abgelehnt, überall hin solle »das Nadelholz treten, und unter diesem nur die Fichte oder die Kiefer, denn auch die Tanne und die Lärche finden an vielen Orten wenig Gnade mehr«.<sup>10</sup>

---

6 Vgl. Stuber 2008, S. 227 und 213. Er spricht, bezogen auf die Schweiz, von einem forstlichen Manchester-Liberalismus, der große soziale und ökologische Probleme verursacht habe.

7 Vgl. Endres, aus der Biografie zu Endres von Mantel und Pacher 1976.

8 Vgl. Götschmann 2010, S. 17: Die Industrialisierung ist ein entscheidender Wendepunkt: Die Empirie wurde durch Wissenschaft abgelöst und die »Produktion von den Fesseln der nachwachsenden Rohstoffe« durch die Nutzung fossiler Energien.

---

9 Karl Gayer ist wesentlicher Ideengeber, Alfred Möller führte in den 1920er Jahren den Begriff »Dauerwald« ein, August Bier schuf einen Beispielbetrieb in Saue/Brandenburg. Vgl. auch Schmidt 2009 und Seling 1997.

10 Gayer 1886, S. 2. Er führt weiter aus, dass die Umtriebszeiten von 100–140 Jahren auf 70–80 Jahre herabgesetzt würden, weil das aufgespeicherte Holzkapital die Erzeugungskosten steigere und den Forderungen an die Bodenrente nicht mehr genüge. Deshalb könne die langsam wüchsige Eiche nur ausnahmsweise noch eine Stelle im Wald der Zukunft beanspruchen.

Der Bevorzugung von Fichte und Kiefer widerspricht Gayer heftig und fordert mit seinem Buchtitel ganz programmatisch den *gemischten Wald*. Nur dieser besitze eine Elastizität, um die wechselnden Anforderungen über die Zeit zu erfüllen und biologische und wirtschaftliche Risiken abzupuffern (Gayer 1886, S. 6).

Dennoch hält sich die Bodenreinertragslehre bis in die 1920er Jahre. Noch heute existieren viele Fichten- und Kiefernreinbestände, deren Begründung auf diese Zeit und dieses Denken zurückgeht. Letztlich ist die Bodenreinertragslehre gescheitert, weil sie zu sektoral und linear ansetzt und Kalamitäten nicht abpuffern kann, da sie nicht elastisch reagieren kann.<sup>11</sup>

Die Dauerwaldbewegung des frühen 20. Jahrhunderts basiert auf dem Denken der Waldreinertragslehre und wird von der 1950 gegründeten Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft (ANW) aufgenommen und weitergeführt (Schmidt 2009). Hier wird der ganzheitliche Ansatz weiter gepflegt, zu dem sich inzwischen alle staatlichen Forstverwaltungen und viele private Waldbesitzer bekennen (vgl. Rothe und Borchert 2003).

Zu erwähnen ist auch die Waldfunktionenlehre, die ebenfalls eine ganzheitliche Betrachtung des Waldes zum Ausgangspunkt ihrer Überlegungen macht.<sup>12</sup> Sie unterscheidet Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes. Sie wurde von den 1950er bis in die 1970er Jahre diskutiert. Seit 1975 sichert das Bundeswaldgesetz in § 1 Ziele aus diesen drei Bereichen gleichrangig.

<sup>11</sup> Biologische Risiken, Standortunterschiede, Unsicherheit zukünftiger Märkte etc. werden nicht gesehen, es wird nur auf maximalen Zuwachs und Geldertrag abgehoben.

<sup>12</sup> Sie geht auf Victor Dieterich zurück, der den Begriff der Waldgesinnung verwendet und damit »waldnaturnahes, ganzheitliches Forstwirtschaftsdenken (forstwirtschaftliches Wertdenken)« meint (Dieterich 1976, S. 331).

## Vom Berufsethos einer Branche zur Waldkultur einer Gesellschaft

Heute ist Nachhaltigkeit für Forstleute nicht nur ein inhaltlich-sachlicher, sondern auch ein Begriff, der Emotionen und der Identität schafft. Er ist Kern des kulturellen Selbstverständnisses dieses Berufsstandes, der sich dem Gemeinwohl besonders verpflichtet fühlt. Die Geschichte der Forstwirtschaft/Forstwissenschaft lehrt, dass das Sich-heraus-Denken aus der Gegenwart und das Sich-hinein-Denken in die Bedürfnisse der Zukunft Bildung, Anschauung und Aufbau einer Kultur benötigen.

Dass Nachhaltigkeit eine kulturelle Aufgabe ist, das zeigen die Entwicklung der Forstbranche und auch die vielfältigen gesellschaftlichen Anforderungen und Erwartungen an den Wald. Die Aufgabe der Förster und Försterinnen hat sich stark gewandelt. Bestand sie früher darin, die Waldflächen vor Übernutzung zu schützen, ist es heute oft umgekehrt. Forstleute warnen vor Pflegerückständen (Unternutzung) und einem übertriebenen Wildnisgedanken, der dem romantisierenden Denken einer zunehmend urban geprägten Gesellschaft entspringt. Zu beobachten ist eine Entfremdung von Natur und eine Ablehnung von hergekommenen Nutzungsweisen oft aus Unkenntnis, manchmal aus Ignoranz. Dieses Unverständnis ist oft kombiniert mit Ansprüchen an den Wald als Wochenend- und Freizeitkulisse. Hier ergibt sich ein weites Feld kommunikativer Arbeit für moderne Forstleute. Die Interessen am Wald und die Nutzungsansprüche der Gesellschaft sind heute mindestens ebenso vielfältig wie in der Vergangenheit, nur dass neben bisherige auch viele neue getreten sind: von Geocaching bis Mountainbiking, vom Pilzsammeln bis zum Volkswandertag. Diese Interessen haben unterschiedliche Ansprüche an den Wald und unterschiedliche Rechtsgrundlagen. Sie müssen gehört, diskutiert, ausgeglichen werden, dabei darf der Waldbesitzer als letztlich Verantwortlicher und Lasten tragender nicht aus dem Blick geraten. Förster und Försterin sind heute vor allem als Kommunikatoren gefragt: als grüne Mediatoren, die die Nutzungsansprüche unterschiedlicher Gruppen erkennen, benennen und beim Ausgleich unter den Nutzern und mit dem Besitzer helfen. Sie sind Kommentatoren, die Holzernte in Stadtnähe erklären und auch Werber bei Waldbesitzern für klimabedingten Waldumbau und naturnahe Forstwirtschaft.

Wald ist heute auch eine emotionale Ressource der Gesellschaft. Er ist ein Kleinod, das naturentfremdeten, hektischen und überreizten Menschen hilft, die eigenen Ressourcen zu entdecken und zu erschließen. Insofern ist er ein Ort der Salutogenese, der Gesundheit im Prozess stärkt und der Resilienz fördert. Dieser Wert hat eine gesellschaftliche Dimension, die über die reine Rohstofflieferung hinausgeht und nicht unterschätzt werden darf. Forstleute sind Pfleger und Förderer einer Waldkultur, weil der moderne Mensch hier mit sich selbst und seiner Natur in Berührung kommt. Am Wald kann man auch auf einfache, für jeden verständliche Weise die Idee der Nachhaltigkeit vermitteln und zeigen, wie die Forstwirtschaft sie über Jahrhunderte erarbeitet und als leitendes Prinzip kultiviert hat. Der Kerngedanke der forstlichen Nachhaltigkeit ist, dass Menschen gegenwärtige Dinge intragenerativ ordnen und nutzen und dabei schon die Ansprüche zukünftiger Generationen intergenerativ mitberücksichtigen. Forstleute sehen sich als serielles Team in einer Kette, die die Lücke zwischen Ursache (Pflanzung und Saat) und Wirkung (Holzernte) durch überzeitliche Kooperation schließt.

Auch mit der Waldpädagogik ist eine besondere Chance verbunden. Hier werden junge, aufgeschlossene Menschen spielerisch mit dem wichtigsten und ursprünglichsten Ökosystem ihres Lebensbereiches in Kontakt gebracht. Das prägt Menschen und stärkt ihre Beziehung zum Wald lebenslang. Um eine Akzeptanz der Waldbewirtschaftung in der Gesellschaft dauerhaft zu erhalten ist es wichtig, hier neben den Schutzaspekten auch die vom Ökosystem tragbaren Nutzungsansprüche und -möglichkeiten sowie den Wert für das Klima zu vermitteln.

Wald erhält also eine neue Dimension in unserer Gesellschaft, in der Nachhaltigkeit immer mehr gesellschaftliches Selbstverständnis wird. Forstleute sind aktiv an dieser Entwicklung beteiligt, deshalb kann man sie auch als Waldkultur-Schaffende bezeichnen.

## Literatur

- Bauer, O. (2002a):** Die Entwicklung der Forstorganisation in der zweiten Hälfte des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts. In: Bley Müller, H./Gundermann, E./Beck, R. (Hg.): 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung. Rückblicke, Einblicke, Ausblicke. Mitteilungen aus der Bayer. Staatsforstverwaltung, München, S.25–35
- Bauer, O. (2002b):** Von der unregelmäßigen Waldnutzung zur nachhaltigen Forstwirtschaft, eine Analyse der Prozesse in Bayern an der Schwelle zum 19. Jahrhundert. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 189, Dissertation TUM, Freising, 354 S.
- Beckmann, J. G. (1756):** Gegründete Versuche und Erfahrungen von der zu unsern Zeiten höchst nöthigen Holzsaat. Zweyte und viel vermehrte Auflage, Vlg. von Johann Christof und Johann David Stößel, Chemnitz, 260 S.
- Bernhardt, A. (1874):** Geschichte des Waldeigentums, der Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Deutschland. 3 Bd., Berlin
- Burschel, P.; Huss, J. (1987):** Grundriß des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Impressum: Hamburg [u. a.]; Parey; 352 S.
- Bülow, G. v. (1962):** Die Sudwälder von Reichenhall. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung, 3. Heft, München, 316 S.
- Carlowitz, H. C. v. (1713):** Sylvicultura oeconomica oder Hauswirthliche Nachricht und naturgemäße Anweisung zur Wilden Baum-Zucht. Nachdruck der 2. Auflage von 1732, Leipzig 2009
- Dieterich, V. (1976):** Gesammelte Aufsätze, insbesondere zur forstlichen Wirtschaftslehre. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Nr. 46, Stuttgart, 360 S.
- Endres, M. (1922):** Handbuch der Forstpolitik. Mit besonderer Berücksichtigung der Gesetzgebung und Statistik, Berlin, 906 S.
- Gayer, K. (1886):** Der gemischte Wald. Seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. Berlin, 168 S.
- Gayer, K. (1891):** Waldbauliches Bekenntnis. Aus dem Walde. In: WoBl für Forstwirtsch. 27, S. 105–107
- Götschmann, D. (2010):** Wirtschaftsgeschichte Bayerns, 19. und 20. Jahrhundert. Regensburg, 669 S.
- Hamberger, J. (2003):** Nachhaltigkeit – eine Idee aus dem Mittelalter? Wie es dazu kam, dass wir unsere Wälder nachhaltig bewirtschaften. LWF aktuell 37, S. 38–41
- Hamberger, J. (2009):** Von der Nachlässigkeit zur Nachhaltigkeit: etymologische und forsthistorische Annäherung an Schlüsselbegriffe bei Hans Carl von Carlowitz. In: Hamberger, J., Forum Forstgeschichte, Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Egon Gundermann, Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 206, München, S. 31–39

Hamberger, J. (2011): Der Tannensäer von Nürnberg. Peter Stromer, Handelsherr und Bergbauunternehmer aus Nürnberg, gilt als der Erfinder der ersten Nadelholzzaaten. LWF aktuell 82, S. 50

Hasel, K.; Schwartz, E. (2006): Forstgeschichte. 3. Aufl., Remagen, 394 S.

Hausrath, H. (1982): Geschichte des deutschen Waldbaus. Von seinen Anfängen bis 1850. Freiburg, 416 S.

Hilf, R. B.; Röhrig, F. (1938): Wald und Weidwerk in Geschichte u. Gegenwart. Erster Teil: Der Wald. Potsdam. 290 S.

Kehr, K. (1964): Die Fachsprache des Forstwesens im 18. Jahrhundert. Eine wort- und sachgeschichtliche Untersuchung zur Terminologie der deutschen Forstwirtschaft. Gießen, 288 S.

Mantel, K.; Pacher, J. (1976): Forstliche Biographie vom 14. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Hannover

Rothe, A.; Borchert, H. (2003): Der Wald für morgen. Eine Naturalbilanz über 25 Jahre naturnahe Forstwirtschaft im Bayerischen Staatswald. Hrsg. v. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 82 S.

Schmidt, U. E. (2009): Wie erfolgreich war das Dauerwaldkonzept bislang: eine historische Analyse. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 6, Jg. 160, Frenkenhof CH, S. 144–151

Seling, I. (1997): Die Dauerwaldbewegung in den Jahren zwischen 1880 und 1930. Eine sozialhistorische Analyse. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg, Nr. 8, Freiburg, 128 S.

Sperber, G. (1968): Die Reichswälder bei Nürnberg. Aus der Geschichte des ältesten Kunstforstes. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Nr. 37, München, 179 S.

Stromer, W. v. (1996): Der Ursprung der Forstkultur. Die Erfindung der Nadelwalddsaat. In: Cavaciocchi, S. (Hrsg.): L'Uomo e la Foresta, secc. XIII–XVIII, Florenz, S. 499–519

Stuber, M. (2008): Wälder für Generationen. Konzeptionen der Nachhaltigkeit im Kanton Bern (1750–1880). Köln, 394 S.

**Keywords:** Sylvicultura oeconomica, Forest culture, ethics of forest profession, Forest History, doctrine of clear profit of soil, sustainability, Carlowitz, sustainable utilisation

---

**Summary:** Sustainability is a several hundred years old process that has its roots in the coppice, in the commons and in the systematic softwood regeneration and dissemination of medieval industries. This gives rise to the profession of the foresters who were primarily responsible for the enforcement of forest laws until in the 18th century. The Sylvicultura oeconomica from Hans Carl von Carlowitz summarizes the knowledge of the time and brings the condensed term of sustainable utilisation (nachhaltende Nutzung) to for the first time. Then, a process of knowledge structuring and communication of knowledge (publications, forest schools) begins with the enlightenment. The operational implementation was now in the foreground for the foresters. So sustainability as a basic attitude of foresters to the system of forest was cultivated in the 19th century: through training and practical economy sustainability became a professional ethos. This can be seen in the 19th century in literature and training contents, but also in the transformation of the landscape, the changing production targets (timber instead of fuel wood) and the opening of forests with roads. Today foresters are communicators, explaining the use and the various functions of the forest. They help to balance the diverse interests of social groups. Forests today also recognized for emotional and health value of society. Sustainability is recognised increasingly as a social model, the forests have an important cultural role in the society (for example for forest education). Foresters are actively involved in this development, in this spirit they culture professionals.

---



# 2

## Nachhaltigkeit und Waldökonomie

---

# Sicherung eines nachhaltigen Holzaufkommens

Herbert Borchert

**Schlüsselwörter:** Verfügungsrechte, Gemeingüter, Allmende-Ressource, Waldzerstörung, Institutionen

---

**Zusammenfassung:** In ihren walddesetzlichen Bestimmungen zur Sicherung eines nachhaltigen Holzaufkommens beschränken sich die meisten deutschen Länder darauf, die Änderung der Landnutzung genehmigungspflichtig zu machen und die Wiederaufforstung vorzuschreiben. Einige Länder setzen allerdings auch Mindestalter für die Endnutzung von Waldbeständen fest. Es wird gezeigt, dass der jährliche Holzzuwachs von der Höhe der Holzvorräte abhängt. Die Höhe der Zinsforderung der Nutzer bestimmt, welche Nutzungsmengen wirtschaftlich optimal sind. Grundsätzlich kann die Zinsforderung höher liegen, als der Wald an Rendite leisten kann, was eine Waldzerstörung zur Folge haben könnte. Eine Situation unendlich hoher Zinsforderung wurde von Seiten der Wissenschaft den Nutzern frei zugänglicher Ressourcen (Allmende-Ressourcen) unterstellt. Die Forstpolitik setzte daher in vielen Ländern auf die Verstaatlichung von Wald, sofern dieser nicht bereits eindeutig Privateigentum war. Vormalig gemeinschaftlich genutzte Wälder wurden dadurch erst zu wirklich frei verfügbaren Ressourcen, weil die Regierungen nicht in der Lage waren, die Nutzungen zu kontrollieren. Zahlreiche historische und aktuelle Beispiele belegen, dass bei gemeinschaftlicher Nutzung von Wäldern ebenfalls eindeutig abgegrenzte Rechte und Pflichten bestehen können. Anhand der Forschungsarbeiten insbesondere der inzwischen verstorbenen Nobelpreisträgerin Elinor Ostrom werden die Voraussetzungen beschrieben, unter denen eine nachhaltige Bewirtschaftung von Gemeingütern gewährleistet wird. Diese Erkenntnisse basieren sowohl auf Experimenten der Spieltheorie als auch empirischen Studien. Eine wichtige Voraussetzung ist, dass die Nutzer selbst gemeinsame Regeln entwickeln, ihre Einhaltung kontrollieren und notfalls mit Sanktionen auch durchsetzen. Die aus den Markgenossenschaften stammenden historischen Formen gemeinschaftlicher Waldnutzung spielen in Deutschland heute kaum noch eine Rolle. Mit den Forstbetriebsgemeinschaften eröffnen sich inzwischen neue Formen der gemeinschaftlichen Waldbewirtschaftung. Ihre erfolgreiche Entwicklung dürfte gewährleistet sein, wenn die Erkenntnisse aus der Forschung der vergangenen Jahrzehnte beachtet werden.

---

Häufig wird der Holzzuwachs als Bezugsgröße für die nachhaltig möglichen Holznutzungen betrachtet. Den Zuwachs übersteigende Nutzungen werden als Verstöße gegen das forstliche Prinzip der Nachhaltigkeit verurteilt. Dabei ist die Höhe des Holzzuwachses eines Waldgebietes in großem Maße von der Höhe des Holzvorrats abhängig. In Abbildung 1 sind die Holzzuwächse in verschiedenen Gebieten über den Holzvorräten dargestellt. In einem Plenterbestand oder in einem Forstbetrieb ist der Kurvenverlauf ähnlich. Wenn der Zuwachs geerntet wird, verharrt der Vorrat auf gleichem Niveau. Wird über oder unter dem Zuwachs genutzt, sinkt oder steigt der Holzvorrat. Die größten Zuwächse würden beim Kurvenverlauf in Abbildung 1 erst bei einem Holzvorrat von rund 530 Vfm/ha (Vorratsfestmeter pro Hektar) erreicht, ein Niveau, das in der Realität in Waldgebieten, in denen alle Entwicklungsphasen der Bäume vorhanden sind, kaum vorkommen dürfte. Welches Nutzungsniveau wäre aus ökonomischer Sicht optimal? Gibt es Bedingungen, unter denen aus ökonomischen Gründen der Holzvorrat komplett aufgezehrt werden könnte? Müssen Forstbetriebe durch externe Regulierung daran gehindert werden oder ist der Erhalt eines bestimmten Mindestvorrats stets im Eigeninteresse der Betriebe? Führt eine gemeinschaftliche Nutzung von Wäldern zwangsläufig zur Übernutzung?

## Staatliche Regulierung der Waldnutzung in Deutschland von liberal bis streng

Im Folgenden soll zunächst geprüft werden, welche konkreten Regulierungen in den gesetzlichen Vorschriften dazu bestehen. Das Bundeswaldgesetz in Deutschland (BGBl. I 1975, S.1037) gibt als Rahmenvorschriften für die Länder vor, dass Wald nur mit Genehmigung gerodet und in eine andere Nutzungsart umgewandelt werden darf und kahlgeschlagene Waldflächen oder verlichtete Waldbestände wieder aufzuforsten sind. Dies kann im Sinne von Judeich (1871)<sup>1</sup>

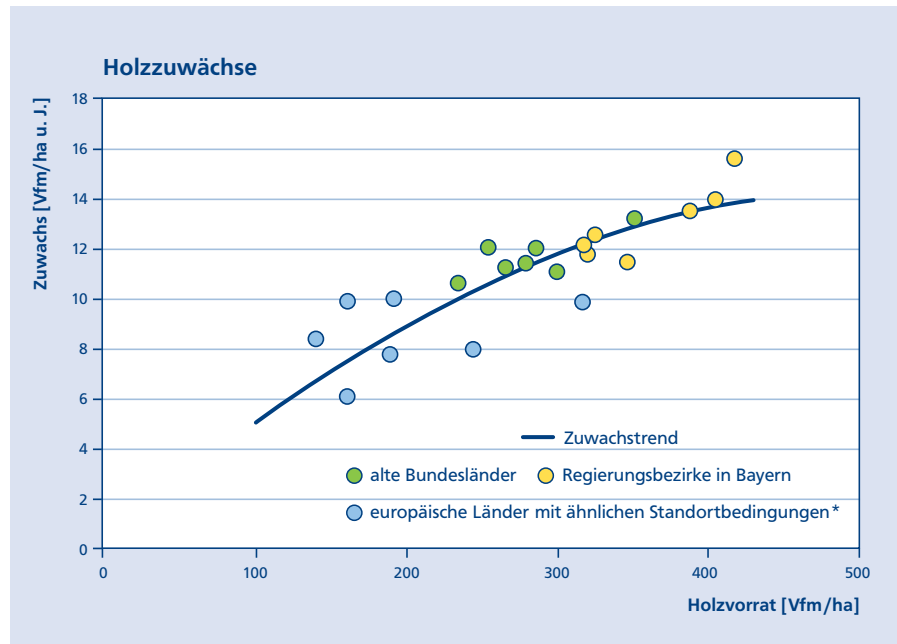
---

<sup>1</sup> »Ein Wald wird nachhaltig bewirtschaftet, wenn man für die Wiederverjüngung aller abgetriebenen Bestände sorgt, sodass dadurch der Boden der Holzzucht gewidmet bleibt.«

Abbildung 1:  
Holzzuwächse verschiedener Länder über den Holzvorräten

(Quelle: BWI und Eurostat)

\* Belgien, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Irland, Niederlande, Polen, Tschechische Republik



als die Mindestanforderungen für die Sicherung eines nachhaltigen Holzaufkommens betrachtet werden. Die meisten Bundesländer belassen es bei diesen Regelungen. Tatsächlich droht in Deutschland gegenwärtig auch keine »Übernutzung« der Wälder. Es wird im Gegenteil angestrebt, die Holznutzungen zu steigern (BMVEL 2004). Weitergehende Vorschriften zur Sicherung von Mindestvorräten gibt es in Baden-Württemberg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz und Thüringen. Zum Schutz »hiebsunreifer« Waldbestände werden dort Kahlschläge in Nadelbaumbeständen unter meist 50 Jahren und in Laubbaumbeständen unter meist 80 Jahren verboten. Dieses Verbot gilt auch für Absenkungen des Bestockungsgrades unter meist 40%. Fast alle Landeswaldgesetze verpflichten zudem größere Forstbetriebe, Betriebspläne aufzustellen oder ermächtigen die Forstbehörden, dies zu bestimmen. Im hessischen Forstgesetz (GVBl. I 2002, 582) werden unter der Überschrift »Übernutzungen« zudem die Abweichungen von den in den Betriebsplänen festgesetzten Hiebsätzen reguliert. Auf indirektem Weg nimmt der Staat in Deutschland über die Besteuerung ebenfalls Einfluss auf die Vorratshaltung der Forstbetriebe. Verschiedene Regelungen in der Einkommens- und Erbschaftsbesteuerung können so interpretiert werden, dass sie eine große Vorratshaltung begünstigen. Die Waldgesetze der Nachbarländer Österreich und der Schweiz enthalten ebenfalls Rodungsverbote und Verpflichtungen zur Wiederaufforstung. Im österreichischen Forstgesetz gibt es zudem ähnliche Bestimmungen zum Schutz

»hiebsunreifer« Waldbestände. Die Forst-Zertifizierung nach PEFC nennt übrigens ebenfalls die zuvor genannten Alter als die Grenzen für die früheste zulässige Endnutzung von Waldbeständen (PEFC Deutschland e.V. 2009).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass etliche Länder sich damit begnügen, Landnutzungsänderungen zu regulieren. Andere Länder scheinen dagegen sehr wohl Zweifel an einem genügend starken Eigeninteresse der Forstbetriebe an der Erhaltung ihrer Holzvorräte zu haben. Andernfalls hätten sie nicht derart konkrete Vorschriften zum Schutz »hiebsunreifer« Bestände erlassen.

Um das Eigeninteresse der Forstbetriebe einzuschätzen, soll im Folgenden von rational handelnden Akteuren ausgegangen werden. Im begrifflichen Kontext der Betriebswirtschaftslehre kann der Holzvorrat eines Forstbetriebs als dessen Produktionsapparat bezeichnet werden. So wie in einer Fabrik mit einer Änderung in der Größe der Produktionsanlagen auch die Produktionsmenge verändert werden kann, so können in der Forstwirtschaft Zuwachs und entsprechende Nutzungen mit der Größe des Holzvorrats variieren. Die Frage nach den optimalen Nutzungsmengen stellt sich dann als Produktionsplanungsaufgabe dar: Mit welchem Holzvorrat (Produktionskapital) soll welche Nutzungsmenge (Produktionsmenge) realisiert werden? Die Produktionsmenge und die Anpassung des Produktionsapparates (Betriebsgröße) sind also simul-

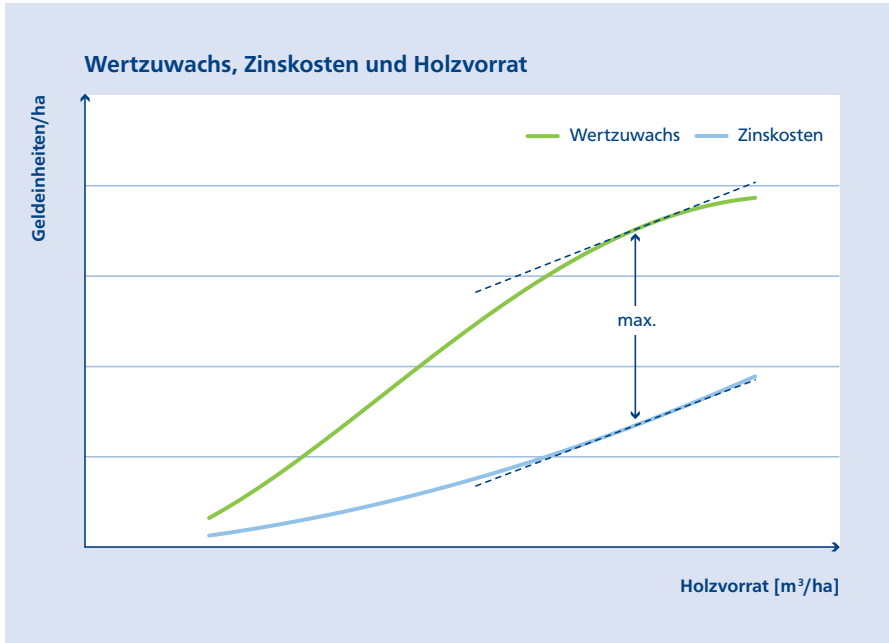


Abbildung 2:  
Entwicklung des Wertzuwachses und der Zinskosten über dem Holzvorrat sowie die Steigung beider Kurven an der Stelle ihrer größten Differenz

tan zu planen. Der Holzvorrat kann entweder für den Konsum (Holznutzung) oder durch Reinvestition zur Erhaltung und zum Wachstum des Produktionsapparates (Nichtnutzung) verwendet werden.

### Die menschliche Gier kann größer sein als die Produktivität der Wälder

Wird stets der laufende Holzzuwachs geerntet und entspricht der erntekostenfreie Erlös daraus dem Wertzuwachs des Waldes, könnten bei unterschiedlichen Holzvorräten die unterschiedlichen in Abbildung 2 dargestellten Wertzuwächse abgeschöpft werden. Der Holzvorrat des Waldes hat den Wert seines erntekostenfreien Holzerlöses. Der Forstbetrieb könnte dieses Vermögen alternativ zu einem bestimmten Zinssatz anlegen. Diese Opportunitätskosten können als Zinskosten bezeichnet werden und wie in Abbildung 2 gezeigt mit dem Holzvorrat wachsen. Für den Forstbetrieb ist der Zustand optimal, bei dem die Differenz zwischen den Nutzungserlösen (abgeschöpfter Wertzuwachs) und den Zinskosten am größten ist. Die maximale Differenz besteht nach der grafischen Lösung dort, wo die Steigung beider Kurven gleich ist. Eine analytische Lösung findet sich bei Borchert (2000). Die Veränderung des Wertzuwachses mit dem Holzvorrat kann auf drei Komponenten zurückgeführt werden. Es ist zum einen die Veränderung der Massenleistung mit steigendem Vorrat, wie dies aus Abbildung 1 deutlich wird. Bei 100 Fm (Festmeter) Vorrat wächst

der Zuwachs noch mit einer Rate von etwas mehr als 4%, bei 400 Fm ist es noch etwas mehr als 1%. Zusätzlich können sich die Erlöse und Erntekosten mit der Vorratshöhe ändern. Bei größeren Holzvorräten können mehr stärkere Bäume geerntet werden. Diese erzielen tendenziell einen höheren Erlös und sind mit geringeren Kosten zu ernten als schwächere Bäume. Bei den Holzerlösen hat diese Dimensionsabhängigkeit in den vergangenen Jahren vor allem beim Nadelholz abgenommen. Bei einer Kalkulation von Borchert (2000) für die Fichtenwälder in 23 staatlichen Forstbetrieben in Bayern lag die höchste Rate des Wertzuwachses bei den niedrigsten Vorräten von etwa 150 Fm/ha (Festmeter pro Hektar) zwischen 5 und 6%. Höhere Renditen können mit der Forstwirtschaft unter mitteleuropäischen Verhältnissen wohl kaum erzielt werden. Es gibt verschiedene Gründe, weshalb niedrig erscheinende Renditen in der Forstwirtschaft sich im Vergleich zu alternativen Investitionen trotzdem lohnen<sup>2</sup>. Hier soll

<sup>2</sup> Bei der Verzinsung hier handelt es sich um einen Realzins, was beim Vergleich mit Finanzanlagen zu beachten ist. Waldvermögen wird in Deutschland im Erbfall günstiger besteuert als andere Vermögen. Reinvestitionen in Wald werden ebenfalls steuerlich begünstigt (vgl. §6 b EStG), was den Wechsel von Waldvermögen hin zu z. B. Finanzanlagen weniger attraktiv macht. Außerdem hat sich Waldvermögen in der Vergangenheit bei Währungskrisen als recht sichere Anlageform erwiesen. Zudem lässt sich im Holzvorrat angelegtes Vermögen leicht liquidieren. Der Zins kann als der Preis für die Aufgabe von Liquidität betrachtet werden (Keynes 1936). Eine niedrige Zinsforderung kann somit als geringe Bereitschaft zum Verzicht auf Liquidität interpretiert werden.

nur festgestellt werden, dass es durchaus Fälle geben kann, bei denen Eigentümer eine höhere Zinsforderung haben, als der Wald an Rendite leisten kann, und deshalb ein weitgehender Verzehr des Vorrats optimal wäre. Ein vollständiger Vorratsabbau ist allerdings unwahrscheinlich. Lohnend wäre dies aus der Sicht des Nutzungsberechtigten nur, wenn auch mit den letzten zu erntenden Bäumen noch ein positiver erntekostenfreier Erlös erzielt werden kann, was in sehr schwachen Waldbeständen nicht zutrifft oder wenn sich eine Landnutzungsänderung lohnt.

### **Die »Tragödie der Allmende« führte zu tragischen Fehlschlüssen**

Der Zins ist ein Ausdruck der Zeitpräferenz (Woll 1981). Wer spart, verschiebt Konsum in die Zukunft. Der Preis dafür ist der Zins. Wenn jemand befürchten muss, dass er das, was er heute nicht nutzt, später nicht mehr nutzen können, weil es dann andere schon genutzt haben, wird die Zeitpräferenz unendlich groß. In der Ressourcenökonomie wird dies auf den Fall von gemeinschaftlich genutzten Gütern bezogen, den sogenannten Allmende-Ressourcen (Clark und Munro 1982; Feichtinger und Hartl 1986). Erstmals stellte Hardin (1968) den Zusammenhang zwischen der Übernutzung von Ressourcen und den zugewiesenen Verfügungsrechten her. In seinem Artikel »The tragedy of the commons« zeichnete er das Bild der Überweidung, verursacht durch das rationale Verhalten der Tierhalter, ihre Herden immer weiter zu vergrößern, weil jedes zusätzliche Tier ihren persönlichen Nutzen erhöht. Daraus wurde der Schluss gezogen, eine unendlich hohe Zeitpräferenz der Ressourcennutzer ließe sich vermeiden, wenn Verfügungsrechte individuell zugewiesen werden. In der Folge wurden die Verfügungsrechte in zwei Klassen eingeteilt: in wohl-definierte und schlecht definierte Verfügungsrechte (Tucker und Ostrom 2005). Privateigentum und Staatseigentum wurden den wohl-definierten Verfügungsrechten zugeordnet, während alle übrigen Situationen als schlecht definierte Verfügungsrechte galten. Gemeinschaftseigentum wurde als Ursache für Degradation und Zerstörung von Ressourcen betrachtet (Gibson et al. 2002). Auf der Grundlage dieser simplen Einteilung setzte die Politik in vielen Fällen darauf, alle Wälder zu Staatseigentum zu erklären, die nicht bereits eindeutig in privatem Eigentum waren, so dass für alle Wälder eines Landes wohl-definierte Verfügungsrechte etabliert würden (Tucker und Ostrom 2005). Die Verstaatlichung der Wälder hatte in etlichen Ländern fatale Folgen (Ostrom

1990): Staatliche Organe erstellten ausgeklügelte Regeln, wie die Wälder genutzt werden dürften, waren jedoch nicht in der Lage, genügend Förster zu stellen, um diese Regeln auch durchzusetzen. Die wenigen beschäftigten Förster erhielten derart geringe Gehälter, dass es üblich wurde, mit Bestechungsgeldern das Gehalt aufzubessern. Vormalig gemeinschaftlich genutzte Wälder wurden erst zu wirklich frei verfügbaren Ressourcen.

### **Stabile Systeme der gemeinschaftlichen Nutzung von Ressourcen bestehen seit Jahrhunderten**

Die eingehende Analyse von Systemen des Gemeinschaftseigentums in Europa und Asien zeigte jedoch eindeutig abgegrenzte Rechte und Pflichten für viele Ressourcennutzer während jahrhundertelanger intensiver Nutzungen. Netting (1976) belegte zum Beispiel für ein schweizerisches Dorf im Wallis, dass mindestens während der letzten 500 Jahre privates Eigentum an Gärten, Getreidefeldern, Mähwiesen, Weinbergen neben der gemeinschaftlichen Nutzung von Almen, Wäldern, Ödland und Wegen existierte. Die Rechte am Gemeinschaftseigentum waren klar beschrieben. Schriftliche Dokumente aus dem Jahr 1517 besagten, dass kein Bürger mehr Kühe auf die Alm schicken durfte, als er während des Winters füttern konnte, womit die Einzelnen effektiv auf die Zahl von Tieren festgelegt wurden, die ihre privaten Mähwiesen im Tal ernähren konnten und diejenigen streng bestrafen, die versuchten, sich einen größeren Anteil an den gemeinschaftlichen Weideprivilegien anzueignen. Bei der Waldnutzung werden die für den Holzeinschlag ausgezeichneten Bäume in gleich große Lose geteilt, die an Gruppen von je drei Haushalten verlost werden. Die Dreiergruppen fällen und bringen das Holz in gemeinschaftlicher Arbeit. Aufgrund solcher Beispiele wurde schließlich auch dem Gemeinschaftseigentum neben Privat- und Staatseigentum die Möglichkeit zugesprochen, ein wohl-definiertes Rechtssystem zu sein (Tucker und Ostrom 2005). Damit drängt sich die Frage auf, was die Bedingungen dafür sind, dass gemeinschaftlich genutzte Ressourcen in einem guten Zustand erhalten bleiben.

### Spielexperimente klären die Bedingungen für kooperatives Verhalten

Der Antwort auf diese Frage näherte die Wissenschaft sich sowohl auf experimentellem als auch auf empirischem Weg. Völlig frei nutzbare und zugängliche Ressourcen liegen meist nicht vor. In der Regel ist die Nutzung auf einen bestimmten Kreis von Personen begrenzt<sup>3</sup>. Je geringer dieser Personenkreis, desto stärker kann jeder Nutzer die Strategien der anderen bei seinen Nutzungsentscheidungen berücksichtigen. Die Nutzung dieser Gemeinschaftsgüter lassen sich dann mithilfe der Spieltheorie beschreiben. Als Ergebnis sollte sich bei der Ressourcennutzung ein Nash-Gleichgewicht<sup>4</sup> einstellen. Die Nutzungsintensität ist dann weit größer als im Optimum, wobei der größte Gesamtertrag für alle Spieler das Optimum darstellt. Dazu wurden Experimente mit Versuchspersonen durchgeführt, die nur das Gesamtergebnis jeder Runde sehen konnten und untereinander nicht kommunizieren durften. Dem Nash-Gleichgewicht näherten sich die Spiele meist erst nach etlichen Runden und schwankten um dieses Gleichgewicht (Ostrom et al. 1994, zit. nach Ostrom 2005). Die Ergebnisse der Spiele verbesserten sich erheblich, wenn den Teilnehmern zwischen den Spielrunden die Möglichkeit zur persönlichen Kommunikation eingeräumt wurde. Bessere Ergebnisse wurden auch erzielt, wenn die Teilnehmer zwar nicht kommunizieren durften, jedoch Informationen über die Nutzungsintensität der anderen Spieler und die Möglichkeit der Sanktionierung durch Strafgebühren hatten. Wer andere bestrafte, musste dafür selbst eine Gebühr bezahlen. Erst wenn zusätzlich die Möglichkeit der Kommunikation zugelassen wurde, verbesserte sich das Ergebnis auf 85% des maximal möglichen Ertrags. Durften die Teilnehmer ihr eigenes Kontroll- und Sanktionssystem etablieren, erreichten sie 90% des Optimums. Die verbleibende Differenz machten die Strafzahlungen bei den selten vorkommenden Verstößen aus (Ostrom et al. 1992). Ein historisches Beispiel für ein Kontroll- und Sanktionssystem beschreiben Casari und Plott (2003). Dieses bestand seit dem 13. Jahr-

<sup>3</sup> Der Fall einer völlig frei nutzbaren Ressource kann als Spezialfall betrachtet werden. Dieser liegt dann vor, wenn die Zahl der möglichen Nutzer sich unendlich nähert. Dann liegt das Optimum dort, wo der Aufwand für die Ressourcennutzung und der Erlös gleich hoch sind (Casari und Plott 2003).

<sup>4</sup> Ein Nash-Gleichgewicht liegt vor, wenn jeder Spieler genau eine Strategie wählt, von der aus es für keinen Spieler sinnvoll ist, von seiner gewählten Strategie abzuweichen (<http://de.wikipedia.org/wiki/Nash-Gleichgewicht>).

hundert in Dörfern der italienischen Alpen und wurde erst 1805 von Napoleon abgeschafft. Danach hatte die Gemeinschaft Regeln für die Nutzung der gemeinschaftlichen Ressourcen wie Wälder und Weiden. Jeder Nutzer konnte die anderen Nutzer überwachen. Wenn ein Nutzer einen Verstoß aufdeckte, erhielt er einen Teil der Strafzahlung, die dem Täter durch ein Gericht auferlegt wurde, ausgezahlt. Die Höhe der Strafe hing von der Intensität der Übernutzung ab.

### Feldexperimente zeigen, wie schädlich von außen auferlegte Regeln sein können

Experimente zur Nutzung von Gemeingütern wurden nicht nur im Labor mit Studenten, sondern auch mit Menschen im Feld durchgeführt. Cardenas (2000) führte in drei kolumbianischen Dörfern Experimente mit mehr als 200 Nutzern der örtlichen Wälder durch. Dabei wurden die im Labor erzielten Ergebnisse bestätigt. Allerdings war die Streuung der Ergebnisse zwischen den Spielgruppen und innerhalb der Gruppen erstaunlich groß. Waren viele Personen in einer Spielgruppe, die in der Realität mit ähnlichen Problemen konfrontiert waren, profitierte die Gruppe stärker von der Möglichkeit der Kommunikation als eine Gruppe, die mehrheitlich Personen umfasste, die wirtschaftlich von ihrem eigenen Vermögen und privater Produktion abhängig waren. Auch große Unterschiede im Wohlstand der Gruppenmitglieder reduzierten den Effekt der Kommunikation Cardenas et al. (2000) führten weitere Feldexperimente durch, bei denen den Teilnehmern nach den ersten Spielrunden mitgeteilt wurde, dass eine neue Regelung verpflichtend würde, wonach sie berechtigt würden, nicht länger als die optimale Zeitdauer während jeder Runde mit Waldarbeit zu verbringen. Die Wahrscheinlichkeit einer Kontrolle war 1/16 je Runde – eine niedrige aber realistische Wahrscheinlichkeit für Regelüberwachungen in ländlichen Gebieten von Entwicklungsländern. Falls die Person die festgelegte Grenze überschritt und erwischt wurde, wurde eine Strafe von ihren Erträgen abgezogen, aber die Strafe wurde den anderen nicht offengelegt. Unter diesen experimentellen Bedingungen erhöhten die Teilnehmer ihre Entnahme gegenüber dem Ergebnis, das bei zugelassener persönlicher Kommunikation ohne auferlegte Regeln erzielt wurde, eigennütziges Verhalten wurde verstärkt. Cardenas et al. (2000) folgern, dass selbst gut gemeinte politische Bemühungen mehr Schaden anrichten als Nutzen bringen können, wenn sie nicht konsequent durchgesetzt werden. Auch andere Wissenschaftler beobachteten, dass von außen

Abbildung 3:  
Nutzungsberechtigte bei  
der Einweisung in den  
Hiabsort im Stadtwald  
Iphofen vor der Verlosung  
der Parzellen für die  
Brennholzgewinnung

Foto: Schmitt, HS&Z



aufgelegte Regeln, die theoretisch einen größeren Gesamtertrag ergeben sollten, die Bereitschaft zur Kooperation reduzierten (Ostrom 2009).

### **Ein internationales Forschungsprogramm untersucht in Fallstudien die Voraussetzungen für nachhaltige Waldnutzungen**

Parallel zu den Experimenten wurden auch empirische Studien über die Nutzung von Gemeingütern durchgeführt. Auf Initiative der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) hin wurde 1992 unter der Leitung von Elinor Ostrom das Forschungsprogramm International Forestry Resources and Institutions (IFRI) begonnen (Wollenberg et al. 2007). Dieses Programm hat zum Ziel, die sozialen und standörtlichen Faktoren zu untersuchen, welche den Waldzustand beeinflussen und die Nutzung der Wälder im Zeitablauf bestimmen (Tucker und Ostrom 2005). Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Fälle zu ermöglichen, wurden von Natur- und Sozialwissenschaftlern gemeinsam zehn Protokolle entwickelt, nach denen ein weites Spektrum sozioökonomischer, demografischer, physikalisch-biologischer Daten sowie institutionelle Merkmale, welche die Beziehungen zwischen Menschen, Wald und Institutionen beeinflussen, in standardisierter Form erhoben werden. Daten zur Waldstruktur werden zum Beispiel über Stichprobeninventuren erhoben, zudem bewerten unabhängige erfahrene Förster den Waldzustand im Vergleich zu

dem anderer Wälder desselben Naturraumes. Neben den bestehenden rechtlichen Regelungen werden durch Interviews mit den Nutzern auch die tatsächlich in der Praxis angewendeten Regeln ermittelt. IFRI ist das einzige interdisziplinäre langfristige Monitoring- und Forschungsprogramm für Untersuchungen von Wäldern in einer Vielzahl von Ländern, die im Besitz von Regierungen, privaten Organisationen und Kommunen sind (Ostrom 2009). Bis 2007 wurden bereits mehr als 350 Fälle in 16 Staaten untersucht, wobei etliche Fälle schon wiederholt erfasst wurden (Wollenberg et al. 2007).

### **Schlüssel zum Erfolg: Nutzer entwickeln selbst die Regeln und kontrollieren ihre Einhaltung**

Ein Vergleich von fünf nach dem IFRI-Standard aufgenommener Waldgebiete und Nutzergruppen in Guatemala zeigte, dass einige gemeinschaftlich genutzte Wälder ebenso gut, teils sogar besser bewirtschaftet werden als solche in Privateigentum (Gibson et al. 2002). Diese Auswertung zeigte zudem, dass nicht die formalen rechtlichen Regeln entscheidend sind, sondern die tatsächlich bestehenden und deren Durchsetzung. Eine vergleichende Auswertung von IFRI-Fallstudien aus zwölf Ländern mit 178 Nutzergruppen und 220 Wäldern durch Gibson et al. (2005) ergab, dass der Waldzustand in hohem Maße von der Regeldurchsetzung abhängt, nicht jedoch vom Sozialkapital<sup>5</sup>, der formalen

Organisation (privat, staatlich, gemeinschaftlich) und der Abhängigkeit der Nutzer vom Wald. Auch zwischen der Bevölkerungsdichte und -entwicklung und dem Waldzustand und dessen Entwicklung zeigte sich bei 18 IFRI-Fallstudien in Nepal kein Zusammenhang (Varughese 2000). Dafür zeigte sich hier ein enger positiver Zusammenhang zum Ausmaß gemeinschaftlicher Aktivitäten bei der Regelung der Waldnutzungen.<sup>6</sup> Während es inzwischen Übereinstimmung darüber gibt, dass die Durchsetzung von Regeln eine notwendige Bedingung für die Herstellung und Beibehaltung guter Waldzustände ist, gibt es eine lebhafte Debatte darüber, wer die Regeln durchsetzen soll. Einige meinen, wenn Staaten in Nationalparks investieren, sei dies der beste Schutz für Wälder. Andere behaupten, ohne Einbeziehung der lokalen Waldbesitzer in Schutzgebietsaktivitäten, einschließlich in die Überwachung und Durchsetzung, sei es unmöglich, wertvolle Wälder dauerhaft zu erhalten (Gibson et al. 2005). Hayes (2006) wertete IFRI-Daten von 163 Wäldern in 13 Ländern aus. Knapp die Hälfte der Fälle betraf formell erklärte Schutzgebiete. Die zentrale Forschungsfrage war, ob durch Unterschutzstellung ein besserer Waldzustand erreicht wird. Als Bewertungsmaßstab für den Waldzustand wurde der Bestockungsgrad verwendet. Um die Vergleichbarkeit von Fällen aus unterschiedlichen Klimazonen und Naturräumen zu ermöglichen, wurde die Einschätzung durch die Förster in den Stufen spärlich, etwas spärlich, normal für den Naturraum, dicht und sehr dicht verwendet. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Bestockungsdichte zwischen den Schutzgebieten und den übrigen Wäldern. Dafür wurden Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit von Regeln und der Art der Regulierung festgestellt. Je vollständiger Regeln für alle verschiedenen genutzten Waldprodukte vorhanden waren und je mehr die lokalen Nutzergruppen selbst Regeln aufstellen konnten, desto größer war die Bestockungsdichte. Allerdings können einfache Empfehlungen an die Politik, wie zum Beispiel die Subsidiarität zu verstärken, genauso scheitern wie die Empfehlungen, Ressourcen in staatliches Eigentum zu überführen oder zu

privatisieren, zumindest wenn dies von oben angeordnet wird (Ostrom 2009). Bei Maßnahmen der Dezentralisierung in Uganda wurden Verfügungsrechte über Wälder an lokale politische Instanzen übergeben (Banana et al. 2007). Parallel wurde der personelle und finanzielle Aufwand für das Forstpersonal erheblich gedrosselt. In neun Wäldern wurden bei IFRI-Wiederholungsaufnahmen die Auswirkungen auf den Waldzustand untersucht. In fünf Fällen kam es zu weiterer zum Teil starker Degradation der Wälder durch Übernutzung. In vier Wäldern blieb der Waldzustand stabil oder zeigt zumindest Ansätze zu einer Verbesserung. In beiden Gruppen gibt es sowohl Wälder in staatlichem als auch in privatem Eigentum. Gemeinsames Merkmal der Wälder mit stabilem Zustand ist, dass es effektive Kontrollen der Regeleinhaltung und der Durchsetzung der Nutzungsregeln gibt.

Die empirischen Befunde zeigen, dass nicht der grundsätzliche Typ der Waldregulierung für den Waldzustand entscheidend ist. Entscheidend ist eher, inwieweit ein bestimmtes Regulierungssystem zu den lokalen ökologischen Bedingungen passt, wie bestimmte Regeln entwickelt und im Zeitverlauf angepasst werden und ob die Nutzer das System für legitim und gerecht halten (Ostrom 2009).

In ihrer Rede bei der Verleihung des Nobelpreises für Wirtschaftswissenschaften, mit dem die 2012 verstorbene Elinor Ostrom 2009 bislang als einzige Frau geehrt wurde, erklärte sie, dass es lange Zeit das von Politikwissenschaftlern überwiegend verfolgte Ziel war, Regeln und Prozeduren zu entwerfen, die durchweg eigennützige Personen dazu zwingen (oder anstoßen), bessere Ergebnisse zu erlangen. Kernziel der öffentlichen Politik sollte jedoch sein, die Entwicklung von Institutionen zu erleichtern, welche das Beste aus den Menschen herausholen (Ostrom 2009). Gut funktionierende Institutionen ergeben sich aus einem Prozess der Gestaltung von Regeln, die für spezifische Situationen passen und die anpassungsfähig an Veränderungen sind (Tucker und Ostrom 2005).

Die Voraussetzungen für tragfähige Strukturen bei der Nutzung von Gemeingütern fasst Ostrom in ihrer Rede folgendermaßen zusammen:<sup>7</sup>

- Es existieren klare und lokal akzeptierte Grenzen zwischen legitimen Nutzern und Nichtnutzungsberechtigten sowie zwischen dem spezifischen Gemeinressourcensystem und einem übergeordneten sozioökologischen System.

5 Maßstab für das Sozialkapital war die Häufigkeit bestehender Kooperationen bei der Ernte, Verarbeitung, Vermarktung und Finanzierung.

6 Darin gingen ein: das Vorhandensein von Regeln über den Zugang zu den Wäldern, die Ernte und die Überwachung und wie die Nutzergruppe ihre den Wald betreffenden Aktivitäten organisiert.

7 Teils in der Übersetzung von Ostrom und Helfrich 2011.



- Die Regeln für die Bereitstellung und Aneignung einer Ressource passen zu den örtlichen sozialen und ökologischen Bedingungen. Kosten und Nutzen werden proportional verteilt.
- Die meisten Personen, die von dem Ressourcensystem betroffen sind, sind berechtigt, bei der Festlegung und Änderung von Regeln mitzuwirken.
- Personen, die selbst Nutzer sind oder den Nutzern rechenschaftspflichtig, kontrollieren sowohl den Umfang der Bereitstellung und Aneignung durch die Nutzer als auch den Zustand der Ressource.
- Die Bestrafung von Regelverletzungen beginnt auf niedrigem Niveau und verschärft sich, wenn Nutzer eine Regel mehrfach verletzen. Die Sanktionen sind glaubhaft.
- Es gibt lokale Austragungsorte für die Lösung von Konflikten zwischen Nutzern sowie Nutzern und Behörden, die rasch und kostengünstig funktionieren.
- Es ist ein Mindestmaß staatlicher Anerkennung für das Recht der Nutzer vorhanden, ihre eigenen Regeln zu entwickeln.
- Wenn ein Gemeinressourcensystem eng mit einem übergeordneten sozio-ökonomischen System verbunden ist, sind die Steuerungs- und Regelungssysteme auf mehreren Ebenen miteinander verknüpft.

### Historische Form gemeinschaftlicher Waldnutzung ist in Deutschland selten geworden

Auch in Deutschland gab und gibt es Formen der gemeinschaftlichen Waldnutzung. Belege dafür sind bereits im Frühmittelalter (Hasel 1985) zu finden. Solange die Siedlungsdichte gering und Wald reichlich vorhanden war, bedurfte es noch keiner Regelungen. Sobald die Interessenkonflikte zunahm, brauchte es gemeinsame Regeln für die Waldnutzung. Diese wurden zunächst nur mündlich überliefert und laufend angepasst. Die ersten schriftlichen Fassungen dieser Weistümer sind aus dem 11. und 12. Jahrhundert überliefert. Aus den Gemeinschaften bildeten sich die Markgenossenschaften mit bestimmter Verfassung und Verhaltensregeln. Heute existieren nur noch wenige Genossenschaften, die gemeinschaftlich ihren Wald bewirtschaften. Bei der Bundeswaldinventur von 2002 waren es in Bayern lediglich 2,7% der Waldfläche. In vielen Fällen wurde der Wald unter den Genossen aufgeteilt und damit privatisiert, was zur Zersplitterung des Waldbesitzes beitrug. Meist wurde er jedoch in Gemeindewald überführt (Hasel 1985). In vielen Fällen blieben dennoch Rechte für die »eingesessenen Bür-

ger« bestehen, zum Beispiel Weide- und Streurechte, bis heute häufig noch die Brennholzrechte, deren Ausübung weiterhin gemeinschaftlich organisiert wird. Einen Überblick über die Vielgestaltigkeit der Verteilung von Verfügungsrechten auch an den unterschiedlichen Baumteilen in den Nieder- und Mittelwäldern Frankens findet sich bei Bärnthol (2003).

### Neue Formen gemeinschaftlicher Waldnutzung in Forstbetriebsgemeinschaften

Eine Renaissance von Gemeinschaftseigentum wird Deutschland sicher nicht erleben. Um die Probleme der Besitzersplitterung zu überwinden, entwickeln sich dennoch neue Formen der gemeinschaftlichen Waldbewirtschaftung. In den Ländern, in denen die Politik den Forstbetriebsgemeinschaften bzw. Waldbesitzervereinigungen den Freiraum gewährt, werden Beschaffung (z.B. von Pflanzen) und Vertrieb sowie zunehmend auch der Holzeinschlag gemeinschaftlich organisiert. Die erfolgreiche Entwicklung dieser Organisationen dürfte gewährleistet sein, wenn die von Ostrom (2009) genannten Bedingungen beachtet werden.

### Literatur

Banana, A. Y.; Vogt, N. D.; Bahati, J.; Gombya-Ssembajjwe, W. (2007): Decentralized governance and ecological health: why local institutions fail to moderate deforestation in Mpigi district of Uganda. *Scientific Research and Essay* Vol. 2 (10), S. 434–445

Bärnthol, R. (2003): Nieder- und Mittelwald in Franken. *Waldwirtschaftsformen aus dem Mittelalter*. Bad Windsheim, Verlag Fränkisches Freilandmuseum. 152 S.

BMVEL – Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004): *Verstärkte Holznutzung (Charta für Holz)*. 26 S.

Borchert, H. (2000): Die Bestimmung der für Forstbetriebe ökonomisch optimalen Holznutzungsmengen – Ein kontrolltheoretischer Ansatz. *Dissertation*. 176 S.

Cardenas, J.-C. (2000): How Do Groups Solve Local Commons Dilemmas? Lessons from Experimental Economics in the Field. *Environment, Development and Sustainability* 2, S. 305–322

Cardenas, J.-C.; Stranlund, J.; Willis, C. (2000): Local Environmental Control and Institutional Crowding-Out. *World Development*, 28 (10), S. 1719–1733

Casari, M.; Plott, C. R. (2003): Decentralized management of common property resources: experiments with a centuries-old institution. *Journal of Economic Behavior & Organization*. Vol. 51, S. 217–247

- Clark, C. W.; Munro, G. R. (1975): The economics of fishing and modern capital theory: A simplified approach. *Journal of Environmental Economics and Management* Nr.2 1975: S.92–106, und in: Mirman, L. J.; Spulber, D. F. (Ed.): *Essays in the Economics of Renewable Resources*. Amsterdam: North-Holland Publishing 1982, S.31–54
- Feichtinger, G.; Hartl, R. F. (1986): *Optimale Kontrolle ökonomischer Prozesse*. Berlin, New York, Walter de Gruyter, 631 S.
- Gibson, C. C.; Lehoucq, F. E.; Williams J. T. (2002): Does Privatization Protect Natural Resources? Property Rights and Forests in Guatemala. *Social Science Quarterly*, Vol.83, No.1, S.206–225
- Gibson, C. C.; Williams, J. T.; Ostrom, E. (2005): Local Enforcement and Better Forests. *World Development* Vol.33, No.2, S.273–284
- Hardin, G. (1968): The tragedy of the commons. *Science*, S.1243–1248
- Hasel, K. (1985): *Forstgeschichte*. Hamburg und Berlin: Paul Parey Verlag. 258 S.
- Hayes, T. M. (2006): Parks, People, and Forest Protection: An Institutional Assessment of the Effectiveness of Protected Areas. *World Development* Vol.34, No.12, S.2064–2075
- Judeich, F. (1871): *Die Forsteinrichtung*. Dresden, Schönfelds Verlag, 388 S.
- Keynes, J. M. (1936): *Allgemeine Theorie der Beschäftigung, des Zinses und des Geldes*. München, Duncker & Humblot, 344 S.
- Netting, R. McC. (1976): What Alpine Peasants Have in Common: Observations on Communal Tenure in a Swiss Village. *Human Ecology*, Vol.4, No.2, S.135–146
- Ostrom, E. (1990): *Governing the commons. The evolution of institutions for collective action*. Cambridge Univ. Press, 280 S.
- Ostrom, E.; Walker, J.; Gardner, R. (1992): Covenants with and without a sword: self-governance is possible. *American Political Science Review* Vol.86, No.2, S.404–417
- Ostrom, E. (2005): *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press, 355 S.
- Ostrom, E. (2009): Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems. Price Lecture, Dec. 8, 2009. [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/economics/laureates/2009/ostrom-lecture.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2009/ostrom-lecture.html)
- Ostrom, E.; Helfrich, S. (Hrsg.) (2011): *Was mehr wird, wenn wir teilen. Vom gesellschaftlichen Wert der Gemeingüter*. München, Oekom-Verlag, 126 S.
- PEFC Deutschland e.V. (2009): *PEFC-Standards für Deutschland*. 13 S.
- Tucker, C. M.; Ostrom, E. (2005): Multidisciplinary Research Relating Institutions and Forest Transformation. In: Moran, E. F.; Ostrom, E. (Ed.): *Seeing the forest and the trees: human-environment interactions in forest ecosystems*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, S.81–103
- Varughese, G. (2000): Population and Forest Dynamics in the Hills of Nepal. In: Gibson, C. C.; Mc Kean, M. A.; Ostrom, E.: *People and Forests. Communities, Institutions, and Governance*. Cambridge, MIT Press, S.193–226
- Woll, A. (1981): *Allgemeine Volkswirtschaftslehre*. 7. Auflage. München, Verlag Vahlen
- Wollenberg, E.; Merino, L.; Agrawal, A.; Ostrom, E. (2007): Fourteen years of monitoring community-managed forests: learning from IFRI's experience. *International Forestry Review* Vol.9 (2), S.670–682

**Keywords:** Common-pool resource, property rights, institution, forest degradation, deforestation

**Summary:** In Germany the most federal states only restrict the change of land use and rule reforestation to ensure sustainable timber supply. Some states enact minimum forest stand ages for final cutting. The annual increment depends on the growing stock. The interest rate of the users determines the optimal amount of timber harvesting and the volume of the growing stock. If the interest rate is above the maximum rate of return the forest can provide, deforestation may happen. Scientists have presumed that common property users have an indefinite high interest rate. Thus nationalizing the ownership of forests that were not already clearly privately owned has been a public policy in many countries. Actually the governments couldn't enforce regulations concerning the use of the forests effectively. Former commonly used forests were exposed to open-access the first time. Many examples from history and today prove common-property regimes that have clearly demarcated the rights and duties of the resource users. By means of the research work of the Nobel Prize winner Elinor Ostrom the conditions for the sustainable use of common-pool resources are described. These findings have been received by experiments of game theory and by empirical studies. One important condition is that the users develop common rules by themselves and enforce them by monitoring and sanctioning. Today ancient evolved forest cooperatives play no major role in German forestry. Forest owner associations offer new forms of joint forest use. Their successful development will be guaranteed, if the research results of the last decades are considered.

---

# Ohne Waldschutz keine forstliche Nachhaltigkeit

Ralf Petercord

**Schlüsselwörter:** Globalisierung, Integrierter Pflanzenschutz, Klimawandel, Waldfunktionen, Waldumbau

---

**Zusammenfassung:** Der angewandte Waldschutz als integrierter Pflanzenschutz im Wald ist eine Kernaufgabe der modernen Forstwirtschaft in ihrem Bestreben den multifunktionalen Wald nachhaltig zu bewirtschaften. In Folge des Klimawandels und der Globalisierung werden sich das Waldschutzrisiko und damit die Anforderungen an das Waldschutzmanagement erhöhen. Das Ziel, die Wälder durch Waldumbaumaßnahmen an die veränderten Klimabedingungen anzupassen, muss durch den angewandten Waldschutz unterstützt werden und kann gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zur Verringerung des Waldschutzrisikos leisten. Grundvoraussetzungen sind ausreichende Kenntnisse von Forstleuten und Waldbesitzern im Themenbereich Waldschutz sowie die Möglichkeit, selektiv wirksame Pflanzenschutzmittel im Rahmen einer integrierten Pflanzenschutzstrategie effektiv einsetzen zu können.

---

## Waldschutz als »Conditio sine qua non«

Nachhaltigkeit braucht gesunde Pflanzen, sie funktioniert nicht, wenn der Wald stirbt. Egal wie wir die forstliche Nachhaltigkeit definieren, egal welche Modelle wir für den Wald der Zukunft entwerfen, die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern war und ist auch zukünftig ohne Waldschutzmaßnahmen nicht vorstellbar. Waldschutz ist in einer modernen Forstwirtschaft daher eine notwendige und unerlässliche Bedingung, eine »Conditio sine qua non«.

In Phasen explorativer Nutzung von (Ur)Wäldern, die unsere Vorfahren in Mitteleuropa über Jahrhunderte praktiziert haben, kann man pragmatisch mit Kalamitäten umgehen und das »verdorbene Holz« ohne großes Aufheben (Hasel 1985) nutzen. Mit der Entscheidung zur nachhaltigen Bewirtschaftung wird die Vermeidung von Schäden oder schlimmstenfalls die Begrenzung des Schadumfangs auf das unvermeidliche Minimum zur wichtigsten, da existenziellen Aufgabe. Bereits bei den mittelalterlichen Versuchen der

Wiederbewaldung wird dies deutlich. Peter Stromer, der Ostern 1368 die erste Nadelholzsaat mit Tannen, Fichten und Kiefern im Nürnberger Reichswald erfolgreich durchführte, musste sich für diesen Erfolg mit Waldschutzproblemen beschäftigen und ersann schon damals Methoden, Waldschutzprobleme zu vermeiden<sup>1</sup> (Plochmann 1989). Allerdings stand man über Jahrhunderte dem Auftreten von Kalamitäten weitestgehend hilflos gegenüber. Dies gilt nicht nur für die abiotischen Schadereignisse durch Sturm, Schnee und Waldbrand, sondern insbesondere auch für die biotischen Schadverursacher. Die Hilflosigkeit gegenüber diesen Faktoren drückt sich überdeutlich darin aus, mit welchen Gegenmaßnahmen man den Schadverursachern entgegentrat. So wurden zum Beispiel Bittprozessionen abgehalten, Schädlinge mit dem Kirchenbann belegt oder Gebete gegen Maikäfer, »Wurmtröcknis« und anderes »Ungeziefer« gesprochen (Hasel 1985). Sie vermitteln uns eindrucksvoll die Verzweiflung unserer Vorfahren angesichts der Zerstörung ihrer Lebensgrundlage, die der Wald entsprechend seiner vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten innerhalb der lokalen Versorgungswirtschaft darstellte.

Erst im 19. Jahrhundert mit dem Beginn der wissenschaftlichen Bearbeitung der Forstinsekten durch Julius Theodor Christian Ratzeburg (1801–1871) und Theodor Hartig (1805–1880) (Hasel 1985) sowie der pilzlichen Erkrankungen der Waldbäume durch Robert Hartig (1839–1901) und Heinrich Moritz Willkomm (1821–1895) änderte sich die Situation grundlegend. Jetzt erlangte man Erkenntnisse über die verschiedenen Arten, ihre Lebensweise, die Interaktionen mit den jeweiligen Wirtspflanzen und antagonistischen Arten sowie die Schadentwicklung, die zur Diagnose und Prognose sowie zur Entwicklung von Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen genutzt werden konnten. Ratzeburgs Werk »*Die Forst-Insecten – oder Abbildung und Beschreibung der in den Wäldern Preußens und der Nachbarstaaten als schädlich oder nützlich bekannt gewordenen Insecten*« markiert den Beginn des modernen, angewandten Waldschutzes auf wissenschaftlicher Grundlage.

---

<sup>1</sup> Vermeidung von Frostschäden durch Saat unter dem Schirm eines Birken-Vorwaldes.



Abbildung 1:  
Der Bekämpfung waldschädlicher Insekten vom Hubschrauber aus sind sehr enge rechtliche Grenzen gesetzt. Dennoch werden solche Maßnahmen immer wieder notwendig sein, wenn es darum geht, den Wald vor akuten, bestandeszerstörenden Gefahren zu schützen.

Foto: R. Petercord

## Auswirkungen von Störungen

In allen Wäldern können unabhängig von der Bewirtschaftungsform und -intensität abiotische und biotische Störungen auftreten (Schmidt 2002). »Störungen sind alle Ereignisse, die die Struktur eines Ökosystems, einer Organismengesellschaft oder einer Population zerstören und damit die Ressourcen, die Substratverfügbarkeit oder die Umweltbedingungen verändern«<sup>2</sup> (White und Pickett 1985). Unterschiede in der Bewertung von Störungen erfolgen durch den nutzenden Menschen, der von den vielfältigen Ökosystemdienstleistungen der Wälder in unterschiedlichem Maße profitiert (Schmidt 2002).

Kleinflächige Störungen, die selektiv nur einzelne Individuen betreffen, wirken auf Bestandesebene enthomogenisierend und strukturierend (Otto 1994). Sie sind systemimmanent und stellen keine bestandsbedrohende Gefahr dar. Vielmehr führen sie durch die resultierende Mosaikfraktionierung zu einer Stabilitäts-erhöhung (Mosaik-Zyklus-Dynamik) (Otto 1994). Großflächige Störungen dagegen übersteigen die Elastizität des Waldökosystems und wirken daher bestandszerstörend, was zu einer Homogenisierung des Folgebestandes führt. Damit erhöht sich das Risiko weiterer großflächiger Störungen in der Zukunft. Diese »Störungsketten« (Otto 1994) nivellieren das Waldökosys-

tem und können es letztlich auf frühere Sukzessionsphasen zurückwerfen. Im Extremfall bei sehr großen Flächen und fehlenden Samenbäumen, fehlender, bereits aufgelaufener Verjüngung bzw. bei überhöhten Wildbeständen oder bei kontinuierlich fortgesetzter Störung (z. B. Immissionsbelastung) kann ein Waldgebiet sogar bis auf den Startpunkt der linearen Sukzession zurückgeworfen werden. Dann entstehen Grasfluren, in denen sich Waldbäume nur schwer etablieren können. Ist ein solcher Zustand erreicht, kann der Wald über lange Zeiträume seine vielfältigen Funktionen nicht erfüllen. Großflächige biotische Störungen treten in Urwäldern – entsprechend dem dort bei konstanten Umweltbedingungen in der Regel vorhandenen biologischen Gleichgewicht – seltener auf. In Wirtschaftswäldern erhöht sich das Risiko großflächiger Störungen mit zunehmender Naturferne der Bestände. Kleinflächige Störungen, die zur Massenvermehrung eines Schadorganismus ausreichen, können sich zu großflächigen biotischen Störungen auswachsen. Die Grenze zwischen kleinflächiger und großflächiger Störung kann daher in Abhängigkeit von der Reaktivität und Aggressivität des jeweiligen Schadorganismus fließend sein.

<sup>2</sup> »any relatively discrete event in time that disrupts ecosystem, community or population structure and changes resources, substrate availability or physical environment«

## Vergangenheit bestimmt Gegenwart und Zukunft

Die Waldgeschichte in Mitteleuropa ist bis in die Neuzeit geprägt durch die Explorationsnutzung der Ur- und später auch der Sekundärwälder, die mittelalterlichen Rodungsperioden sowie die landwirtschaftliche und vorindustrielle Nutzung der Sekundärwälder. Am Ende dieser Periode waren die ursprünglichen Urwälder vernichtet und die verbliebenen Sekundärwälder, die im Vergleich zur ursprünglichen Bewaldung nur noch auf einer deutlich reduzierten Flächen stockten, mehrheitlich devastiert. Frühzeitige Versuche, die Übernutzung der Wälder durch Waldordnungen zu verhindern, waren letztlich an den mit dem Bevölkerungswachstum steigenden Nutzungsansprüchen gescheitert. Eine Holznot zeichnete sich ab. In dieser Zeit schrieb Hans Carl von Carlowitz sein wegweisendes Buch »Sylvicultura oeconomica«. Aber erst mit der Entdeckung fossiler Energieträger, die das Holz als den bis zu diesem Zeitpunkt einzig verfügbaren Brennstoff substituierten, und den daraus resultierenden Veränderungen für Industrie und Landwirtschaft konnte mit dem Wiederaufbau des Waldes durch eine nachhaltig wirtschaftende Forstwirtschaft begonnen werden. Alle heute in Deutschland existierenden Wälder sind das Ergebnis dieses forstwirtschaftlichen Handels, das erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts einsetzte. Die der Nachhaltigkeit verpflichtete moderne Forstwirtschaft hat in den vergangenen 200 Jahren Wälder aufgebaut, die den vielfältigen Ansprüchen der Gesellschaft an die Waldfunktionen, einschließlich der Arten- und Biodiversitätsschutzfunktion, genügen können (Detsch et al. 2000; FZW 2001). Den Raubbau und die Zerstörung am Wald, die in den vorangegangenen Jahrhunderten und in Folge zweier Weltkriege eingetreten sind, konnte sie aber nicht ungeschehen machen. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten großflächiger Störungen ist dementsprechend höher als in den ursprünglich vorhandenen Urwäldern und wird sich in Folge des Klimawandels weiter erhöhen. Die Ausweisung von Schutzgebieten gleich welcher Art ändert nichts an diesem Faktum.

## Waldschutz und Naturschutz – kein Widerspruch!

Ziel des angewandten Waldschutzes ist es, großflächige Waldzerstörungen durch biotische oder abiotische Schadfaktoren, die die Multifunktionalität des Waldes gefährden würden, zu verhindern. Er zielt damit immer auf einen umfassenden Waldfunktionenschutz, im ent-



Abbildung 2: Jungraupen des Eichenprozessionsspinners; mehrjähriger aufeinanderfolgender starker Fraß schwächt die Vitalität der Eichen und kann Bekämpfungen erforderlich machen. Bei gleichzeitiger Massenvermehrung anderer blattfressender Eichenschädlinge liegt jedoch eine Bestandsbedrohung vor, die Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich macht. Foto: R. Petercord

sprechend erweiterten Sinne des Hartigschen Nachhaltigkeitsbegriffs (Weimann 2003), ab. Waldschutzziele stehen daher mit den Zielen integrativer Naturschutzkonzepte, die den Belangen des Arten- und Biotopschutzes ohne großflächige Stilllegungen von Wäldern Rechnung tragen, nicht in Widerspruch.

In Schutzgebieten, in denen Prozesse der Naturentwicklung ungestört ablaufen sollen und Eingriffe dementsprechend nicht zulässig sind, müssen Zielkonflikte mit den Notwendigkeiten des Waldschutzes diskutiert und konsensfähige Lösungen gefunden werden. Das gilt insbesondere dann, wenn von Insektenkalamitäten in Schutzgebieten eine Gefahr für angrenzende Wälder ausgeht (Schmidt 1998).

## Integrierter Pflanzenschutz als Verpflichtung aus Prinzip

Der angewandte Waldschutz als Pflanzenschutz im Wald ist dem Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes verpflichtet. Dabei kommt eine Kombination von Verfahren zum Einsatz, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung anbau- und kulturtechnischer sowie biologischer, biotechnischer und mechanischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt bleibt. Nachhaltiges Handeln ist in diesem Zusammenhang sehr umfassend zu verstehen und schließt explizit den Erhalt der Funktionsfähigkeit des Ökosystems ein. Maßnahmen, die diesem Anspruch nicht genügen, ver-

bieten sich. Grundvoraussetzungen zur Erfüllung dieser Aufgabe sind umfassende Methodenkenntnisse bei Waldbesitzern und Forstleuten in der Diagnose, Prognose, Prophylaxe und Therapie von Schadfaktoren sowie die Verfügbarkeit selektiv wirksamer Pflanzenschutzmittel und die Möglichkeit, diese effektiv einzusetzen.

### Rahmenbedingungen und Handlungsfelder

Eine aktuelle Umfrage des Deutschen Forstvereins (proWald 2013) zum Thema Waldschutz bei fünf forstlichen Forschungsanstalten weist daraufhin, dass der Ausbildungs- und Kenntnisstand der Forstleute und Waldbesitzer vor Ort im Hinblick auf die gegenwärtigen und künftigen Herausforderungen des Waldschutzes von den zuständigen Fachleuten kritisch gesehen wird. Insbesondere die aktuelle Ausbildung im Fach Waldschutz an Universitäten und Fachhochschulen (geringe Anzahl Semesterwochenstunden) wurde dabei als mögliche Ursache genannt.

Gleichzeitig ist mit der Änderung des Pflanzenschutzrechtes die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen (vgl. Art. 9 RL 2009/128/EG und § 18 PflSchG) genehmigungspflichtig und damit der administrative Aufwand zur Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen und der Maikäferarten deutlich erhöht worden. Zudem ist die aktuelle Zulassungssituation bei Insektiziden im Anwendungsgebiet Forst unzureichend. Für die Ausbringung mit Luftfahrzeugen stehen derzeit mit Dimilin 80 WG, Dipel ES und Karate WG Forst überhaupt nur drei Insektizide zur Verfügung. Von diesen verfügt nur noch Dimilin 80 WG über eine originäre Zulassung für diese Applikationstechnik, während für Dipel ES und Karate WG Forst jeweils eine Ausnahmegenehmigung nach Artikel 53 Verordnung (EG) Nr. 1107/2009<sup>3</sup> beantragt werden muss. Mit der Festlegung neuer Anwendungsbestimmungen durch die Bundesoberbehörden im Rahmen dieser Ausnahmegenehmigungen ist das selektivste Insektizid, das *Bacillus thuringiensis* (Bt)-Präparat Dipel ES, kaum noch effektiv einsetzbar (Möller 2013). Augenfällig wird dies aktuell bei den notwendigen Bekämpfungen

<sup>3</sup> Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009R1107:DE:NOT>; aufgerufen am 5.6.2013)

des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) in den verschiedenen Gradationsgebieten.

Ein unzureichendes fachliches Wissen bei Forstleuten und Waldbesitzern, eine abnehmende Zahl qualifizierter Waldschutzexperten, fehlende selektiv wirksame Pflanzenschutzmittel und Beschränkungen der Applikationstechnik sind keine guten Voraussetzungen für den angewandten Waldschutz, dem steigenden Waldschutzrisiko in Zukunft erfolgreich zu begegnen.



Abbildung 3: 1995 begann die Massenvermehrung des Buchdruckers (*Ips typographus*) im Inneren Bayerischen Wald. Foto: R. Petercord

### Klimawandel und Globalisierung als Herausforderungen für die Forstwirtschaft

Infolge des Klimawandels, verstärkt durch den globalen Handel, wird sich die Waldschutzsituation in Deutschland deutlich verschärfen, da die ursprünglichen ökologischen Gleichgewichtszustände durch die neuen klimatischen Rahmenbedingungen zerstört und sich neue Gleichgewichtszustände auf anderem Niveau herausbilden werden. Diese Anpassung der (Wald-) Ökosysteme wird über chaotische Phasen verlaufen, in denen die, entsprechend ihrer schnelleren Genera-

tionsfolge, anpassungsfähigeren einheimischen Arten sowie eingeschleppte invasive Arten (Quarantäne-schadorganismen) gegenüber den langlebigen Baumarten im Vorteil sind. Die bestehenden Wirt-Parasit-Beziehungen werden sich daher grundsätzlich einseitig zugunsten der Parasiten verschieben. Auch wenn sich diese Entwicklung nicht für alle Arten, insbesondere nicht für solche mit enger koinzidenzialer Beziehung zu ihren Wirtspflanzen, verallgemeinern lässt, ist die Anzahl potenzieller Schadorganismen, die durch den Klimawandel profitieren, so hoch, dass für keine Baumart von einem insgesamt geringeren Waldschutzrisiko ausgegangen werden kann (Hickler et al. 2012; Tomiczek 2012). Der grundsätzlich richtige Versuch der Forstwirtschaft, durch den Waldumbau klimastabilere Wälder zur Sicherung der Nachhaltigkeit zu schaffen, muss daher durch ein angepasstes Waldschutzmanagement begleitet werden. Der angewandte Waldschutz hat die Fähigkeit, der Forstwirtschaft die für die Anpassung der Wälder notwendige Zeit zu verschaffen und nimmt damit eine Schlüsselposition im Anpassungsprozess ein. Eine Vernachlässigung des Waldschutzmanagements als stabilisierendes Element wird in letzter Konsequenz das Scheitern der Waldumbaubemühungen zur Folge haben und die Nachhaltigkeit in Frage stellen.

### Literatur

Detsch, R.; Engel, K.; Matthes, U.; Kölbl, M. (2000): Vielfalt im Naturwald – Einfalt im Wirtschaftswald? LWF aktuell 25, S. 10–17

FZW - Forschungszentrum Waldökosysteme der Universität Göttingen (Hrsg.) (2001): Abschlussbericht 1999–2000 zum BMBF-Verbundforschungsvorhaben »Indikatoren und Strategien für eine nachhaltige, multifunktionelle Waldnutzung – Fallstudie Waldlandschaft Solling«. Teil I: Gesamtbericht und Kurzfassungen. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme der Universität Göttingen, Reihe B, Bd. 63

Hasel, K. (1985): Forstgeschichte – Ein Grundriß für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 258 S.

Hickler, T.; Bolte, A.; Beierkuhnlein, C.; Blaschke, M.; Blick, T.; Brüggemann, W.; Dorow, W. H. O.; Fritze, M.-A.; Gregor, T.; Ibisch, P.; Kölling, C.; Kühn, I.; Musche, M.; Pompe, S.; Petercord, R.; Schweiger, O.; Trautmann, S.; Waldenspuhl, T.; Walentowski, H. (2012): Folgen des Klimawandels für die Biodiversität in Wald und Forst. In: Mosbrugger, V.; Brasseur, G.; Schaller, M.; Stribny, B. (Hrsg.): Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. WBG, Darmstadt, S. 164–221

Möller, K. (2013): Waldschutz heute zwischen Anspruch, Möglichkeiten und Grenzen – Entwicklung und aktuelle Herausforderungen. proWald 2, S. 4–8

Otto, H.-J. (1994): Waldökologie. Ulmer, Stuttgart, 391 S.

Plochmann, R. (1989): Mensch und Wald. In: Stern, H.; Bibelriether, H.; Burschel, P.; Plochmann, R.; Schröder, W.; Schulz, H. (1989): Rettet den Wald. Kindler Verlag, München, S. 135–170

proWald (Hrsg.) (2013): Klimawandel und Ausbildung sind große Herausforderungen – proWald befragt die forstlichen Versuchsanstalten zum Thema Waldschutz. proWald 2, S. 14–17

Schmidt, O. (1998): Erfahrungen mit Naturwaldreservaten in Bayern. In: Umweltstiftung WWF-Deutschland (Hrsg.): Chaos Natur? – Prozessschutz in Großschutzgebieten. Tagungsbericht, S. 103–109.

Schmidt, O. (2002): Probleme des biotischen Waldschutzes – Einst – Jetzt – Künftig. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, Heft 51, Band I, S. 241–249

Tomiczek, C. (2012): Gefährden aktuelle Forstschutzprobleme die Nachhaltigkeit? BFW-Praxisinformation 27, S. 17–19

Weimann, H. J. (2003): Wurzeln der Nachhaltigkeit. LWF aktuell 37, S. 34–37

White, P. S.; Pickett, S. T. A. (1985): Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In: Pickett, S. T. A.; White, P. S. (Hrsg.): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, New York, S. 3–16

**Keywords:** globalization, integrated plant protection, climate change, forest functions, transformation of forests

---

**Summary:** Applied forest protection as integrated plant protection in woodlands is a core task of modern forestry with its ambition to manage the multifunctional forests in a sustainable way. Climate change and globalization will not only increase risks of forest protection, but consequently extend the demands on forest protection management itself. The ambition to acclimatize forests to changing climate conditions by an adapted forest conversion must be supported by applied forest protection and is thus able to make a contribution to minimize risks of forest protection. Prerequisite is an adequate knowledge on the matter of forest protection by foresters and forest owners as well as the possibility, in the framework of integrated plant-protection-strategies, the selective utilization of effective pesticides.

---

# Schutz des Waldbodens beim Einsatz von Forstmaschinen

Herbert Borchert, Johann Kremer und Christian Ludwig Huber

**Schlüsselwörter:** Bodenschutz, Forstmaschineneinsatz, Fahrspuren, Bodenverdichtung, Gleisbildung, Schadensvermeidung

**Zusammenfassung:** Der Bodenschutz und das Erschließungssystem gewinnen bei der waldbaulichen Orientierung hin zur dauerwaldartigen Bewirtschaftung erheblich an Bedeutung. Im Sinne der Nachhaltigkeit müssen Forstmaschinen so bodenschonend eingesetzt werden, dass die Produktivität der Wälder nicht beeinträchtigt wird. Unterschiedliche Typen von Bodenverformungen durch Forstmaschinen und deren Auswirkungen, insbesondere auf das Baumwachstum, werden beschrieben. Der Schwerpunkt des Beitrags befasst sich mit den Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenschäden. Dabei werden organisatorische, technische und institutionelle Maßnahmen beschrieben.

## Typen von Bodenverformung durch Forstmaschinen

Der Maschineneinsatz im Forst unterscheidet sich in mancher Hinsicht deutlich von dem in der Landwirtschaft. Das Gelände ist häufig steiler. Das Fahren wird in der Regel durch Bäume, Wurzelstöcke, Steine und Felsen behindert. Strukturveränderungen in den Böden können nicht durch Bodenbearbeitung wieder rückgängig gemacht werden. Sie bleiben meist dauerhaft bestehen, eine natürliche Regeneration findet kaum statt (Kremer 2008). Bei den Verformungen des Waldbodens durch die Befahrung mit Maschinen werden heute drei Spurtypen (Abbildung 1) unterschieden (Kremer et al. 2007; Lüscher et al. 2009).

Bei sehr trockenem Boden kommt es lediglich zu einer elastischen Verformung, bei der allenfalls Stollenabdrücke als sichtbare Spuren verbleiben (Spurtyp 1). Dabei kommt es zu keinen, allenfalls geringen Einschränkungen der Bodenfunktionalität. Bei feuchtem Boden wird dieser plastisch verformt und dabei verdichtet. Zurück bleibt eine deutliche Eintiefung in dem befahrenen Bereich, die als *Sackungsverdichtung* bezeichnet wird (Spurtyp 2). Das Porenvolumen ist ver-

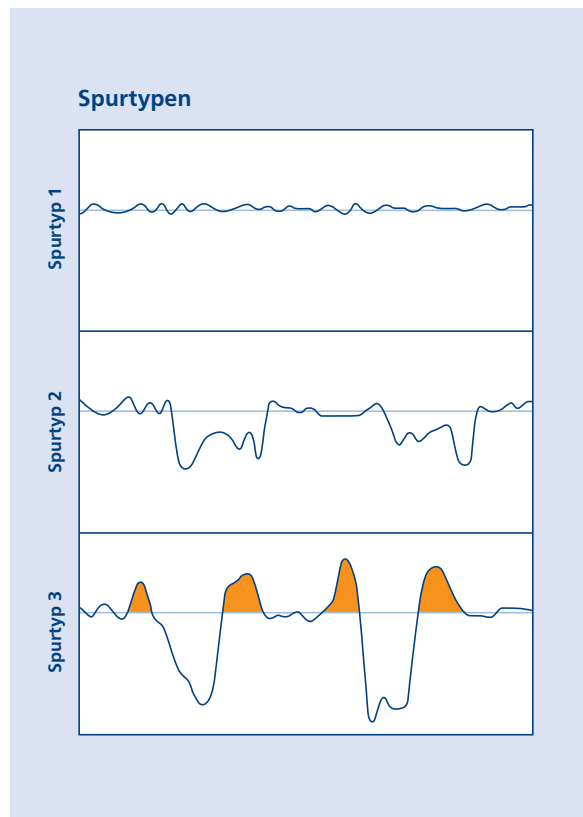


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Fahrspurtypen (aus Kremer et al. 2010, verändert)

ringert, die Belüftung und Drainage gestört. Bei sehr hohen Wassergehalten sinkt die Maschine tiefer in den Boden ein, so dass Spurgleise entstehen. Dies beruht weniger auf einer Verdichtung als vielmehr auf einer visko-plastischen Verformung. Dieser Spurtyp 3 entsteht, wenn der Boden seine Tragfähigkeit verliert und fließt. Dabei wird das Bodenmaterial unter der Last der Maschine seitlich aus der Spur gedrückt. Ausgeprägte randliche Aufwölbungen entlang der Gleise sind die typischen Merkmale dieses *Grundbruchs*. Das Einsinken der Maschine endet häufig erst dann, wenn die Maschine mit der Bodenwanne aufsetzt. Das Fließen des Bodens unter der Maschinenlast führt dazu, dass die Poren im Boden senkrecht zur einwirkenden Kraft ausgerichtet werden. Der Boden verliert seine Durchlässigkeit und wird quasi versiegelt. Als Folge kann das Wasser in den Gleisen nicht versickern und bleibt dort lange stehen.



Ein weiterer Auslöser von Spurgleisen kann übermäßiger Schlupf sein. Wenn die Reifen durchdrehen, schert der Boden ab und wird aus der Fahrspur herausgeschleudert (Weise 2008). Dies kann selbst bei trockenem Boden geschehen. Die Gefahr ist am Hang oder wenn das Rad über Hindernisse wie Wurzelstöcke oder Felsen steigen muss besonders groß. An Hängen sind solche Spurgleise oftmals Ansatzpunkte für nachfolgende Bodenerosion durch abfließenden Niederschlag (Hartge und Horn 1991).

### Wirkungen von Bodenstrukturveränderungen

Bodenverdichtungen mit der Folge eingeschränkter Luftleitfähigkeiten können ein verringertes Wurzelwachstum von Bäumen bewirken (Korotaev 1992; Murach et al. 1993). Das Höhenwachstum von Bäumen kann sich durch Bodenstrukturveränderungen ebenfalls reduzieren (Froehlich und McNabb 1983). Uhl (2008) stellte auch auf der Ebene ganzer Waldbestände Zusammenhänge zwischen bodenstrukturellen Parametern, die durch Krafteinwirkung von Forstmaschinen verändert werden können, und dem Wachstum fest. Allerdings ist es schwierig, Zuwachseinbußen allein den Bodenverformungen durch Forstmaschinen zuzurechnen. Die den Fahrspuren nahe stehenden Bäume genießen meist mehr Licht, was Beeinträchtigungen im Wasserhaushalt und der Belüftung wohl teil-

weise kompensieren kann. Bodenverdichtungen können allerdings dazu führen, dass der Boden zwischen den Fahrspuren zumindest über einige Jahre kaum noch als Wurzelraum genutzt werden kann. In einem gemeinsam vom Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt der Technischen Universität München (TUM), dem Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft der TUM und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) durchgeführten Befahrungsexperiment wurde der Wasserentzug aus dem Boden durch die Vegetation nach einer Holzerntemaßnahme drei Jahre lang beobachtet (Huber et al. 2011). Hierbei wurde ein etwa 70-jähriger Fichtenbestand mit einem Harvester durchforstet und die Stammstücke wurden mit einem Tragschlepper auf Rückegassen an die Forststraße transportiert. In dem Versuch sollte überprüft werden, ob es durch die Konzentration von Reisig auf den Rückegassen zu Nährstoffungleichgewichten kommen kann. Bei der maschinellen Holzernte werden die Bäume an der Rückegasse entastet und das Reisig dort konzentriert abgelegt, sofern es nicht für die Hackschnitzelherstellung entnommen wird. Im Reisig sind die Nährstoffgehalte höher als in den meisten anderen Baumkompartimenten (Jacobsen et al. 2003; Weis und Göttlein 2012). Über eine Wasseraufnahme durch Wurzeln im Bereich der Rückegasse könnten dort konzentrierte Nährstoffe wieder zurücktransportiert werden. In jeweils fünffacher Wiederholung wurden Rückegassenabschnitte mit Reisig bedeckt bzw. von Reisig freigehalten. Bei der Befahrung kam es zu einer Sack-

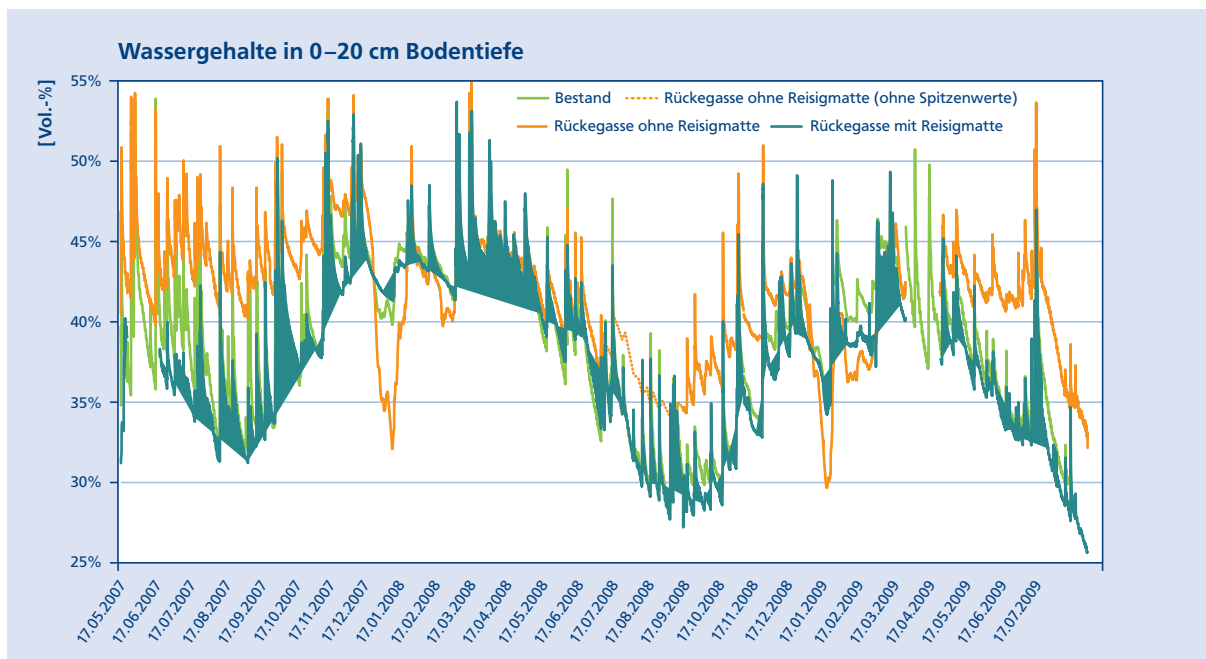


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Wassergehalte in 0–20 cm Tiefe im Bestand (Referenz), in der Mitte der Rückegasse mit und ohne Reisigauflage (Huber et al. 2011)

ungsverdichtung, die vor allem eine Verringerung des Grobporenraums sowie der Luft- und Wasserleitfähigkeiten bewirkte. Durch die Reisigmatte konnte eine Verdichtung des Bodens nicht gänzlich verhindert werden.

Zur Einschätzung der Funktionsfähigkeit der Feinwurzeln im Oberboden von Bestand und Rückegasse wurde mit ECH2O-Sonden der Bodenwassergehalt in den obersten 20 cm des Mineralbodens bestimmt. Bei allen fünf Wiederholungen wurden die Verhältnisse im Inneren des Bestands, an der Grenze Bestand/Rückegasse, in der Fahrspur und in der Mitte der Rückegasse zwischen den Fahrspuren mit je fünf Sonden an jedem Messort aufgezeichnet. Abbildung 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der Wassergehalte im Bestand (Referenz) sowie in der Mitte der Rückegassen mit und ohne Reisigmatte. Auffällig ist der ähnliche Kurvenverlauf der mit Reisig bedeckten Rückegassen mit der Referenz. Bei Niederschlagsereignissen steigt der Wassergehalt zunächst stark an und geht infolge der Drainage der Grobporen ebenso schnell wieder zurück. Im Innern des Bestandes und auf der mit Reisig bedeckten Gasse sinkt der Wassergehalt danach während der Vegetationszeit bis zum nächsten Niederschlag weiter deutlich ab, während er auf den Rückegassen ohne Reisig kaum weiter zurückgeht. Die höhere Bodenfeuchte auf der unbedeckten Rückegasse ist ein deutlicher Hinweis auf die dort beeinträchtigte Wurzel-Wasseraufnahme. Auch Dietrich (2011) stellte unter der Reisigauflage einer Rückegasse einen trockeneren Boden fest als in Abschnitten ohne Reisig. Die niedrigeren Wassergehalte auf den Rückegassen ohne Reisigauflage im Winter dürften auf Bodenfrost beruhen.

Abbildung 3 zeigt sehr anschaulich die unterschiedlich starke Durchwurzelungsintensität von zwei Bodensäulen, die nach der Befahrung entnommen, im Computertomographen analysiert und anschließend wieder eingebaut worden waren. In der Bodensäule aus der mit einer Reisigmatte bedeckten Fahrspur fanden sich nach zwei Jahren fünf bis sechsmal mehr Wurzeln als in dem Boden aus der Fahrspur ohne Reisigauflage.

Obleich es mit Sackungsverdichtungen bis etwa 10 cm zu keinen schwerwiegenden Bodenverformungen gekommen ist, wurden ohne den Schutz der Reisigmatte die Wurzeln der randständigen Bäume offenbar gequetscht oder abgesichert und die Transferfunktionen des Bodens erheblich eingeschränkt. Über zumindest drei Vegetationsperioden hinweg konnten die Bäume den Bereich zwischen den Fahrspuren als Wurzelraum kaum wieder erschließen.



Abbildung 3: Die Durchwurzelung von Bodensäulen zwei Jahre nach der Befahrung unter einer Fahrspur, links ohne und rechts mit Reisigauflage Fotos: J. Kremer

Neben den negativen Auswirkungen auf das Baumwachstum können Bodenstrukturveränderungen auch die weitere Befahrbarkeit erschweren und das Waldbild beeinträchtigen. Tiefe Spurgleise behindern die weitere Befahrbarkeit von Rückegassen. Die Fahrer von Forstmaschinen neigen dazu, in solchen Fällen versetzt zu den Spurgleisen zu fahren. Dadurch wird der von Bodenverformungen betroffene Bereich zunehmend ausgedehnt. Auf viele Waldbesucher wirken tiefe Spurgleise in den Wäldern abstoßend. Derartige Bilder sind häufig der Anlass für Kritik an der Forstwirtschaft durch die Medien. Auch um die gesellschaftliche Akzeptanz für die Waldbewirtschaftung nicht zu verlieren, ist im Hinblick auf die Waldästhetik darauf zu achten, dass die Gleisbildung möglichst vermieden wird.

## Vermeidung von Bodenschäden

### Befahrene Fläche gering halten

Da sich Bodenverformungen beim Fahren auf natürlich gelagerten unbefestigten Waldböden selten ganz vermeiden lassen, sollte die befahrene Fläche möglichst gering gehalten werden. Es ist forstlicher Standard, dass Maschinen abseits der Forststraßen nur auf Rückegassen fahren. Rückegassen sind Schneisen, die in regelmäßigen Abständen, zum Beispiel 20, 30 oder 40 m, in die Bestände geschlagen werden und als Fahrlinien dienen, ohne dass die Stöcke gerodet oder der Boden befestigt wird. Das Netz solcher Rückegassen bildet das Feinerschließungssystem eines Waldgebietes. Auf den Rückegassen werden Bodenstrukturveränderungen in Kauf genommen, solange die Gassen noch gut befahrbar bleiben, keine Erosion droht und das Waldbild nicht negativ beeinträchtigt wird (Erler et al. 2010).

Abbildung 4:  
Gleisbildung auf einer  
Rückegasse, nachdem das  
tragende Wurzelgeflecht  
gerissen war. Foto: LWF



Die Rückegassen sollen dauerhaft genutzt werden, weshalb es zweckmäßig ist, wenn diese besitzübergreifend und unabhängig von der aktuellen Bestockung angelegt werden. Bislang gibt es noch keine befriedigenden Lösungen, um Rückegassen zum Beispiel nach Sturmwürfen mit ausreichender Genauigkeit wiederaufzufinden. Derzeit arbeiten einige Bundesländer daran, zumindest im Landeswald die Rückegassen kartographisch zu erfassen.

### Organisatorische Maßnahmen

Um die Befahrbarkeit der Rückegasse zu erhalten, sollte im Zustand hoher Wassersättigung des Bodens grundsätzlich nicht gefahren werden (Borchert 2010). Bei der Beurteilung kann der »Ausrolltest« hilfreich sein. Ist der Mineralboden so trocken, dass er sich in der Hand nicht ausrollen lässt, kann die Rückegasse ohne Bedenken befahren werden. Lässt er sich ausrollen, ist eine Sackungsverdichtung zu erwarten. Bei der Fahrt sollte jetzt die Spurbildung beobachtet werden. Entstehen randliche Aufwölbungen entlang der Fahrspuren, sollte die Last verringert oder der Einsatz abgebrochen werden. Dabei kann der rein optische Eindruck einer Bodentragfähigkeit trügerisch sein: Er kann kurzzeitig vorgetäuscht werden, weil das Wurzelgeflecht die mechanische Belastung teilweise aufnimmt. Niemand kann jedoch einschätzen, wann dessen Tragfähigkeit überschritten wird. Häufig kommt es dann zum plötzlichen Einsinken der Maschine, weil das tragende Netz der Wurzeln reißt (Abbildung 4). Aus diesem Grund sind Richtlinien zu den Grenzen

einer zulässigen Befahrung ungeeignet, wenn sie allein auf die Tiefe von Fahrspuren abstellen. Ist eine Bodenprobe so nass, dass sie sich in der Hand nicht ausrollen lässt, sondern verschmiert, droht auf jeden Fall eine Gleisbildung. Ohne technische Vorkehrungen, die ein Einsinken bei stark durchfeuchtem Boden verhindern, sollte jetzt keine Maschine fahren.

Der Wassergehalt in Waldböden unterliegt charakteristischen saisonalen Schwankungen (Abbildung 5). Obgleich der meiste Niederschlag in den Sommermonaten fällt, sinkt der Wassergehalt aufgrund der hohen Transpiration während der Vegetationszeit kontinuierlich ab. Gegen Ende der Vegetationsperiode erreicht er ein Minimum. Werden Holzerntearbeiten auf empfindlichen Standorten schwerpunktmäßig während dieser Zeit durchgeführt, treten unerwünschte Bodenverformungen seltener auf.

Um teure Standzeiten bei Forstmaschinen zu vermeiden, sollten Ausweichflächen vorgehalten werden. Dies ist naturgemäß in größeren Forstbetrieben leichter zu realisieren als in den meisten Privatwäldern mit ihren oft kleinen Waldgrundstücken. Werden die Holzerntemaßnahmen im »Kleinprivatwald« durch die Forstbetriebsgemeinschaften organisiert, können die Maschinen auch dort eher standorts- und witterungsangepasst eingesetzt werden.

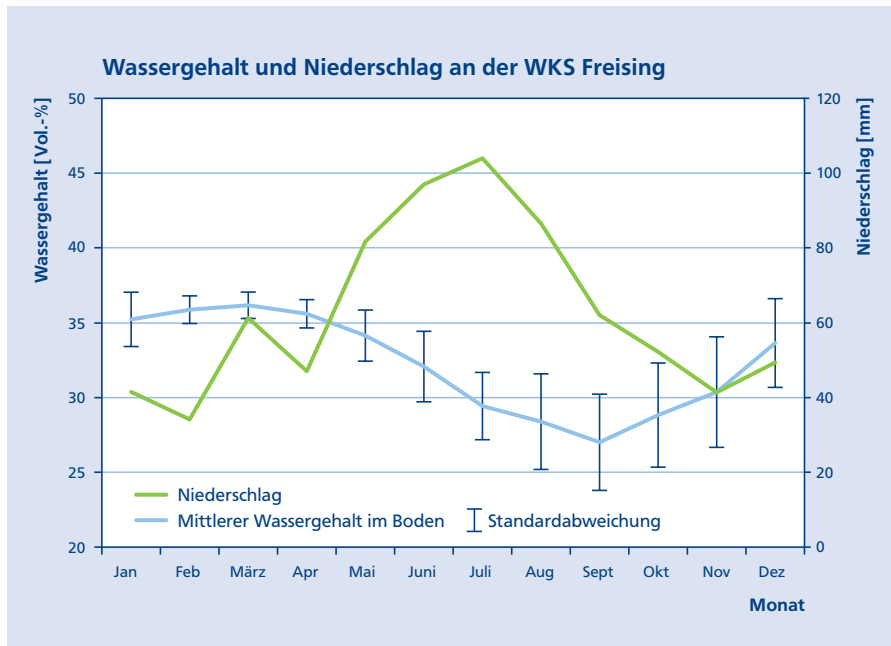


Abbildung 5: Mittlere monatliche Wassergehalte eines Waldbodens an der Waldklimastation Freising im Zeitraum 2000 bis 2011 und ihre Standardabweichung sowie der mittlere Freiland-Niederschlag im selben Zeitraum

### Technische Möglichkeiten

Entsprechend der verschiedenen Ursachen für die Gleisbildung gibt es einerseits technische Möglichkeiten, die Last auf den Boden besser zu verteilen und andererseits Maßnahmen, um den Schlupf zu reduzieren (Borchert 2010).

Die Last kann besser verteilt werden, indem die Aufstandsfläche der Maschine erhöht wird, zum Beispiel durch eine größere Zahl von Rädern. Hier ist die Situation in Deutschland bereits sehr günstig. Fast alle eingesetzten Tragschlepper (Forwarder) sind 8-Rad-Maschinen. Die meisten Vollernter (Harvester) sind mit sechs Rädern ausgestattet. Wichtig ist aber auch eine möglichst ausgeglichene Lastverteilung auf der Maschine zwischen vorne und hinten. Die in den letzten Jahren neu hinzugekommenen Tragschlepper sind tendenziell immer schwerer geworden. Darauf deutet die Auswertung des in der Forstlichen Unternehmerdatenbank der LWF erfassten Maschinenbestandes nach Baujahren hin. Die Lastverteilung im beladenen Zustand wird dadurch immer ungünstiger, ein immer größerer Teil lastet auf dem Hinterwagen.

Die Aufstandsfläche kann auch durch eine größere Dimensionierung der Reifen erhöht werden. Größere Reifendurchmesser verbessern zudem die Steigfähigkeit bei Hindernissen. Der Raddurchmesser wird an Bogieachsen jedoch durch den Abstand der beiden Räder begrenzt. Seit einigen Jahren werden zunehmend breitere Reifen verwendet. Bei einer Fahrzeugbreite von nur 3 m erreichen die breitesten Reifen derzeit 940 mm (Borchert et al. 2012). Ein beträchtliches

Potenzial besteht noch beim Reifeninnendruck. Derzeit werden die Reifen meist mit sehr hohem Reifenfülldruck gefahren. Auf weichem Untergrund, wie er häufig im Wald vorkommt, könnte mit erheblich niedrigerem Luftdruck gefahren und damit die Aufstandsfläche erhöht werden. Gerade die Druckspitzen mittig unter den Reifen würden dadurch erheblich reduziert. Reifendruckregelanlagen, die eine rasche Anpassung des Fülldrucks ermöglichen, sind, anders als in der Landwirtschaft, bei Forstmaschinen noch nicht im Einsatz. Bislang gibt es diese dort nur an Prototypen. Konstruktionsbedingt erfordern die meisten Forstreifen auch einen vergleichsweise hohen Fülldruck. Den Konstrukteuren ging es bisher vorrangig um eine große Widerstandsfähigkeit und Tragfähigkeit unter sehr schwierigen Geländebedingungen. Das Ergebnis sind sehr steife Reifen meist in Diagonalbauweise mit einem guten Flankenschutz, die einen recht hohen Fülldruck brauchen.

Eine weitere technische Möglichkeit, die Last besser zu verteilen, bieten Bogiebänder, wenn diese als sogenannte Softbänder ausgestaltet sind. Bogiebänder sind Bänder von Stahlplatten, die über je zwei Reifen einer Bogieachse aufgespannt werden und mit Spikes bestückt sind. Als Softbänder haben sie besonders breite Platten. Es gibt sie inzwischen auch aus Polyurethan oder mit Hartgummi bestückt, was für die Wurzeln schonender ist. Nachteilig ist die geringe Traktion dieser Bänder.

Eine erheblich bessere Lastverteilung wird möglich, wenn Raupenfahrwerke verwendet werden. Im Forst sind Harvester nicht selten damit ausgestattet. Die sehr schweren Harvester mit großer Kranreichweite für die Starkholzernte sind durchweg Raupenfahrzeuge. Aber auch bei großer Hangneigung haben sich Raupenfahrwerke bewährt. Nachteilig sind die stärkeren Wurzelverletzungen, die durch Raupenfahrwerke verursacht werden. Obgleich Forwarder meistens die größere Gefahr für die Böden darstellen, sind Raupenfahrwerke dort komplett wieder vom Markt verschwunden. Die Gründe sind nicht ganz klar. Vermutlich sind es sowohl die höhere Fahrgeschwindigkeit der Radfahrwerke als auch die geringere Beschädigung der Forststraßen, welche bei Tragschleppern den Ausschlag für den eindeutigen Vorzug der Radfahrwerke gegeben haben.



Abbildung 6: Durch eine Seilwinde am Tragschlepper kann die Traktion bei Fahrten am Hang unterstützt werden.  
Foto: M. Wolf

Es gibt auch verfahrenstechnische Möglichkeiten, die Lasten breitflächiger zu verteilen. Der Harvester kann die Bäume gezielt über der Rückegasse entasten, so dass eine Reisigmatratze als Fahrunterlage entsteht. Auch das Auslegen von Stammteilen als sogenannte Knüppeldämme dient diesem Zweck. Aufgrund des großen Holzbedarfs und Zeitaufwandes lohnen sich Knüppeldämme jedoch nur, um kurze problematische Gassenabschnitte zu überwinden.

Etliche technische Maßnahmen an Forstmaschinen dienen dazu, die Traktion zu verbessern und den Schlupf zu reduzieren. Dazu zählen der Allradantrieb und das hydrostatische Getriebe. Auch die Traktionsprofile bei den Reifen mit ihren hohen Stollen und großen Zwischenräumen dienen diesem Zweck. Bei diesen Profilen wird allerdings die Last wieder stärker konzentriert und damit der Kontaktflächendruck auf den Boden erhöht. Softprofile mit deutlich flacheren

Stollen und wenig Zwischenräumen verteilen die Last dagegen besser. Reicht bei diesen die Traktion nicht aus, können Bogiebänder mit hohen Stegen, sogenannte Traktionbänder aufgezogen werden. Sehr häufig werden auch Gleitschutzketten verwendet. Beim Einsatz von Tragschleppern am Hang werden immer häufiger Traktionsseilwinden verwendet, die das Durchdrehen der Räder verhindern. Dabei wird das Seil am Oberhang an einem Baum befestigt und je nach Fahrtrichtung synchron mit dem Radantrieb eingezogen oder ausgelassen, womit es die Traktion der Maschine unterstützt (Abbildung 6).

### Institutionelle Maßnahmen

Verschiedene institutionelle Maßnahmen eignen sich, um das Auftreten von Bodenschäden zu minimieren. Durch Aus- und Fortbildung von Waldeigentümern, Forstpersonal und Forstunternehmern kann die Informationslage verbessert werden. Ein besseres Verständnis der Zusammenhänge versetzt diese Akteure in die Lage, Vermeidungsstrategien umzusetzen. Anreize werden geschaffen, wenn der Einsatz schonender Technik finanziell honoriert wird. Manche Forstbetriebe gewähren zum Beispiel für den Einsatz von Bändern höhere Entgelte. Ein weiteres Instrument kann eine gerechte Risikoverteilung sein. Wenn die Risiken eines Auftrags für ein Forstunternehmen nicht kalkulierbar sind, entstehen immer wieder Situationen hohen Leistungsdrucks. In solchen Situationen werden die Grenzen einer schadlosen Befahrung leicht überschritten. Schriftliche Arbeitsaufträge mit protokollierten »Altschäden«, regelmäßige Kontrollen während der Einsätze und Abnahmeprotokolle am Schluss stärken die Verbindlichkeit der Akteure im Hinblick auf den Bodenschutz. Zudem bedarf es wirkungsvoller Sanktionsmechanismen wie der drohende Ausschluss von Folgeaufträgen. Durch Umlegen der Kosten von Reparaturmaßnahmen auf den Schadensverursacher werden diese Kosten internalisiert. Oft handelt es sich bei diesen Reparaturen um ein Glattziehen der Rückegassen mithilfe von Baggern (Wickel 2009). Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass dadurch die Tragfähigkeit wiederhergestellt wird.

Der Schutz des Waldbodens als Grundlage für das Waldwachstum ist eine essenzielle Anforderung einer nachhaltigen Forstwirtschaft. Sowohl die Forschung als auch die Praxis entwickeln Technik und Verfahren, um dieser Anforderung gerecht zu werden.

## Literatur

Borchert, H. (2010): In der Spur bleiben. Bodenschutz beim Forstmaschineneinsatz. Lohnunternehmen Nr. 7, S. 32–34

Borchert, H.; Egner, J.-P.; Feist, H.; Wolf, M.; Prommersberger, J.; Diepold, A. (2012): Vollmechanisierte Nadelholzernte auf befahrungsempfindlichen Standorten. In: Tagungsführer zur 16. KWF-Tagung 2012, Bopfingen, S. 73–77

Dietrich, K. (2011): Auswirkungen einer Reisigaufgabe auf die Bodenfeuchte einer Rückegasse. Masterarbeit an der Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden, 82 S.

Erler, J.; Borchert, H.; Schack-Kirchner, H. (2009): Ergebnisse des Arbeitskreises »Technisch-biologische Maßnahmen zur Wiederherstellung der Rückegasse«. Forsttechnische Informationen Nr. 9 + 10, S. 6–8

Froehlich, H. A.; McNabb, D. H. (1984): Managing soil compaction in the Pacific Northwest. In: Stone, E. L. (ed.): Proc. 6th North American Forest Soils Conference, July 1983 in Knoxville Tennessee

Hartge, K. H.; Horn, R. (1991): Einführung in die Bodenphysik. 2. Aufl. Stuttgart, Enke Verlag, 303 S.

Huber, C.; Borchert, H.; Kremer, J.; Matthies, D.; Göttlein, A. (2011): Biomasse- und Nährelementverschiebungen bzw. -verluste bei Harvesterdurchforstungen und deren Auswirkungen auf Bodeneigenschaften und Stoffhaushalt von Waldökosystemen. Abschlussbericht (unveröffentlicht)

Jacobsen C.; Rademacher P.; Meesenburg H.; Meiwes K.J. (2003): Gehalte chemischer Elemente in Baumkompartimenten Literaturstudie und Datensammlung im Auftrage des BMVEL. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Göttingen, 81 S.

Korotaev, A. A. (1992): Bodenverdichtung und Wurzelwachstum der Bäume. Forstarchiv 63, S. 116–119

Kremer, J.; Wolf, B.; Matthies, D.; Borchert, H. (2010): Bodenschutz beim Forstmaschineneinsatz. LWF Merkblatt 22, 2. Auflage

Kremer, J. (2008): Regenerationsvermögen befahrungsbedingt strukturveränderter Böden. LWF aktuell 67, S. 13–15

Lüscher, P.; Sciacca, S.; Thees, O. (2007): Bestrebungen zur Verbesserung des Bodenschutzes in der Schweiz. LWF aktuell 67, S. 19–21

Lüscher, P.; Borer, F.; Blaser, P. (2009): Langfristige Beeinträchtigungen der Fruchtbarkeit des Waldbodens durch mechanische Belastung. In: Thees, O.; Lemm, R. (Hrsg.) 2009: Management zukunftsfähige Waldnutzung. Grundlagen, Methoden und Instrumente. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Zürich: vdf Hochschulverlag, 816 S.

Murach, D.; Ilse, L.; Klaproth, F.; Parth, A.; Wiedemann, H. (1993): Rhizotron-Experimente zur Wurzelverteilung der Fichte. Forstarchiv 64, S. 191–194

Uhl, E. (2008): Bodenstruktur und Bestandeswachstum. LWF aktuell 67, S. 8–10

Weise, G. (2008): Entwicklung und Einsatz von Forstreifen. LWF aktuell 67, S. 24–27

Weis, W.; Göttlein A. (2012): Nährstoffnachhaltige Biomassenutzung. LWF aktuell 90, 44–47

Wickel, F. (2009): Erhaltung und Wiederherstellung der technischen Befahrbarkeit von Rückegassen. Bachelorarbeit an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaften, 76 S.

**Keywords:** Soil protection, forest machinery, soil compaction, soil displacement, prevention of damage

**Summary:** In terms of sustainability forest machinery should operate as carefully as possible so that site productivity is not affected. Different types of soil deformation by load of forest machines and the impact on tree growth are described in particular. The main part of the article addresses measures to prevent soil damage. Organisational, technical and institutional measures are described.



# Nachhaltigkeit und Waldökologie

---

# Nachhaltige Nutzung des Produktionsfaktors Boden – Herausforderung Kronenbiomassennutzung

Christian Kölling und Herbert Borchert

**Schlüsselwörter:** Nährstoffbilanz, Nährstoffvorrat, Kronennutzung, Biomasse, Nachhaltigkeit

---

**Zusammenfassung:** Mit der Ausdehnung der forstlichen Nutzung auf die Kronenbiomasse wird die Frage aufgeworfen, ob die damit verbundenen zusätzlichen Nährstoffexporte die Nährstoffbilanz der Waldstandorte nicht negativ werden lassen und die Bodennährstoffvorräte damit unvoreteilhaft vermindern. Erst die Kenntnis der Nährstoffbilanz und der Nährstoffvorräte, verbunden mit Informationen über die Nutzungsintensität und die mit der Nutzung verbundenen Nährstoffverluste, ermöglichen es, auch hier dem Prinzip der Nachhaltigkeit zu folgen. Es ist in jedem Fall die Entscheidung über die Verwendung der Biomasse aus der Krone zu fällen: Möchte man diese als natürlichen Dünger nutzen oder strebt man alternativ die Verwertung zur Steigerung der Erlöse an?

---

Lange Zeit wurde allein das Holzvolumen in Festmetern als Maßeinheit in der forstlichen Nachhaltigkeitsregelung verwendet. Der Vorrat, der Zuwachs, der geplante Hiebssatz und die tatsächliche Nutzung bestimmten ausschließlich die forstliche Nachhaltigkeitsdiskussion. Diese Haltung war dadurch berechtigt, dass in der Forstwirtschaft Produkt und Produktionsmittel als identisch betrachtet werden: *Holz wächst nur an Holz*. Oberstes Ziel der historischen Nachhaltigkeitsregelungen ist das Halten der für die gewünschte Produktion erforderlichen Holzvorräte: Die Produktionsmittel müssen in dem Maße vorhanden sein, dass die Produktivität auf dem gewünschten Niveau langfristig gesichert ist.

Nach und nach hat man aber erkannt, dass weitere Faktoren auf die forstliche Produktion einwirken. In der Bodenreinertragslehre wurde der Bodenwert noch allein als finanzielles Produktionspotenzial für Holz gemessen. Mittlerweile können wir die Ertragskraft eines Bodens nicht nur an dessen finanziell bewerteten Produkten, sondern auch an seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften festmachen. Wir wissen, dass der Boden endliche Nährstoffvorräte hat, die nur in begrenztem Maß erneuert werden können.

Wir dehnen den Bilanzgrundsatz, der dem Nachhaltigkeitsprinzip zugrunde liegt, auch auf den Waldboden als Produktionsfaktor aus: »Nicht mehr aus dem System entfernen, als hineinkommt«. Sind die Betrachtungszeiträume für die Holznachhaltigkeit schon sehr lang, so sind sie beim Boden nochmal um mindestens das Zehnfache höher. Fehler der Gegenwart werden bei dem herkömmlichen forstlichen Nachhaltigkeitsindikator Holzvorrat nach etwa zehn Jahren durch wiederholte Inventur aufgedeckt, Raubbau am Nährstoffkapital des Bodens unter Umständen erst nach 100 Jahren. Wegen des langen Zeitraums, der zwischen Ursache und Wirkung liegt, kann das empirische Prinzip »Versuch und Irrtum«, das in den wiederholten forstlichen Vorratsinventuren seine Anwendung findet, im Bereich des Bodens kaum angewandt werden. Stattdessen benötigt man eine Modellvorstellung, die hilft, die Folgen des Handelns im Voraus abzuschätzen. Weil eine unmittelbare Reaktion auf Fehler kaum möglich ist, sollte der Vorsorgegedanke Handlungsleitlinie werden: Man versucht Fehler von vornherein zu vermeiden, statt sie im Nachhinein zu korrigieren. Es ist somit eine wichtige Aufgabe forstlicher Forschung, die Möglichkeiten und Gefahren der Nutzung insgesamt und insbesondere der von Kronenbiomasse aufzudecken (Meiwes et al. 2008). Das Ziel ist es, die Entfernung von Nährstoffen aus den Systemen quantitativ zu berechnen. Es werden damit die für eine angemessene, nachhaltige Nutzung erforderlichen Informationen bereitgestellt. Ohne diese zusätzlichen Informationen wird es nicht möglich sein, neue, intensivere Nutzungsformen mit zusätzlichen Einkommensmöglichkeiten und anderen positiven Effekten innerhalb der Restriktionen der Nachhaltigkeit so zu gestalten, dass die negativen Begleiterscheinungen minimiert werden und auch spätere Generationen mindestens gleichbleibende, möglicherweise sogar steigende Nutzungsmöglichkeiten haben.



## Justus von Liebig

Die Zusammenhänge zwischen Nutzung, Nährstoffentzug und Bodenfruchtbarkeit wurden schon 1855 von Justus von Liebig in einer bis heute unerreichten Präzision und Klarheit formuliert. Liebig schreibt (S. 13, vgl. Abbildung 1): »In den Produkten des Feldes wird in den Ernten die ganze Quantität der Bodenbestandteile, welche Bestandteile der Pflanzen geworden sind, hinweg genommen und dem Boden entzogen; vor der Ein-  
saat ist der Boden reicher daran als nach der Ernte; die Zusammensetzung des Bodens ist nach der Ernte geändert. Nach einer Reihe von Jahren und einer entsprechenden Anzahl von Ernten nimmt die Fruchtbarkeit der Felder ab. Beim Gleichbleiben aller übrigen Bedingungen ist der Boden allein nicht geblieben, was er vorher war; die Änderung in seiner Zusammensetzung ist die wahrscheinliche Ursache seines Unfruchtbarwerdens.«

Die Aussagen Liebigs haben auch vor dem Hintergrund neuerer Forschungen Bestand. Ursprünglich für die landwirtschaftliche Bodennutzung konzipiert, gelten sie in gleicher Weise für die forstwirtschaftliche Nutzung. In eine moderne Sprache übersetzt und auf die Forstwirtschaft bezogen besagen sie Folgendes:

- Beim Aufwachsen eines Waldbestands wandern Nährstoffe aus dem Boden in den Baum.
- Mit der Ernte von Stammholz und Kronenbiomasse verlassen alle in den genutzten Produkten enthaltenen Nährstoffe den Wald.
- Nach der Ernte ist der Waldboden ärmer als vorher, weil die zuvor aufgenommenen Nährstoffe dem Boden nicht zurückgegeben werden.
- Nach wiederholten Ernten nimmt die Bodenfruchtbarkeit ab.

Liebigs Gedanken führten zur Erfindung der Mineraldüngung in der Landwirtschaft. In der Forstwirtschaft wurden sie schon bald von Ernst Ebermayer im Zusammenhang mit der Streunutzung aufgegriffen (Kölling et al. 2011). Diese extreme Form der Nutzung von Biomasse aus dem Wald hatte schon nach relativ kurzer Zeit zu bemerkenswerten Rückgängen der Bodenfruchtbarkeit geführt. Es dauerte indes Jahrzehnte, bis diese Art des Raubbaus am Nährstoffkapital des Bodens eingestellt wurde. Auch andere Formen starker Biomassenutzung wie Waldweide und Brennholznutzung im Niederwaldbetrieb haben in historischer Zeit regional empfindliche Verluste an Bodenfruchtbarkeit zur Folge gehabt (Glatzl 1999). Mit dem Ausbleiben dieser historischen Nutzungsformen und



Abbildung 1: Textauszug (S. 13) aus Justus von Liebigs Werk »Die Grundsätze der Agricultur-Chemie« (1855)

einer Extensivierung der Forstwirtschaft konnten sich die geschundenen Böden innerhalb von Jahrzehnten wieder regenerieren. In der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts war die forstliche Nutzung bei uns in den meisten Fällen auf das Stammderbholz beschränkt. Die Kronenbiomasse (Äste und Stammnichterbholz) verblieb als Ernterückstand im Wald. So konnte mit den Ernterückständen ein großer Teil der Nährstoffe wieder zurück zum Boden gelangen. Bei den Ernteentzügen mit dem Stammholz ging man davon aus, dass die Verwitterung der Bodenminerale und die Deposition von Stäuben die Nährstoffverluste ausgleichen können. Erst in den letzten Jahren hat, bedingt durch die gestiegene Nachfrage nach Energieholz, die Verwertung von Kronenbiomasse stark zugenommen (Abbildung 2 und 3). Es stellt sich nun die Frage, ob diese Intensivierung der Nutzung noch durch die Verwitterung der Bodenminerale und die Deposition von Stäuben gedeckt ist oder ob es zu der von Liebig erwähnten Nährstoffverarmung der Böden kommen wird.



Abbildung 2:  
Hackschnitzel aus Kronen-  
biomasse warten auf den  
Transport und die Verwer-  
tung in Heizkraftwerken.

Foto: A.W. Otter

### Ungleichverteilung in Stamm und Krone

Ein großer Teil der Nährelemente in der Baumbio-  
masse befindet sich in den Baumteilen Rinde, Äste,  
Zweige und Nadeln (Abbildung 3). Die Kronenkompar-  
timente weisen um ein Vielfaches höhere Nährelement-  
gehalte als das Stammholz auf (Weis und Göttlein 2012a  
und 2012b). Umgekehrt verhalten sich die Massen und  
damit auch die Erlöse. Sie sind im Stammholz beson-  
ders hoch und nehmen umso mehr ab, je mehr man  
Äste, Zweige und Nadeln nutzt. Diese gegenläufige  
Unproportionalität von Erlösen und Nährstoffentzügen  
lässt sich gut in Form von sogenannten Lorenz-Kurven  
abbilden (Abbildung 4 und Abbildung 5). Sie drücken  
das aus, was man landläufig als 80:20-Regel oder  
Pareto-Prinzip versteht. Mit 80% der genutzten Bio-  
masse erzielt man im zweiten Beispiel (Abbildung 5)  
bereits 95% des Erlöses, entnimmt aber nur 30% des in  
der Biomasse gespeicherten Phosphors. Umgekehrt  
formuliert: Verzichtet man auf nur 5% des Erlöses,  
kann man damit 70% des gespeicherten Phosphors retten  
und dem Boden zurückführen. Wie man auf den Abbil-  
dungen 4 und 5 erkennen kann, ist die Ungleichver-  
teilung von Erlös und Nährstoffverlust je nach Standort  
und Wüchsigkeit des Bestandes und für die einzelnen  
Nährstoffe unterschiedlich. Auch die Baumart hat ein-  
en Einfluss auf den Verlauf der Lorenzkurven.

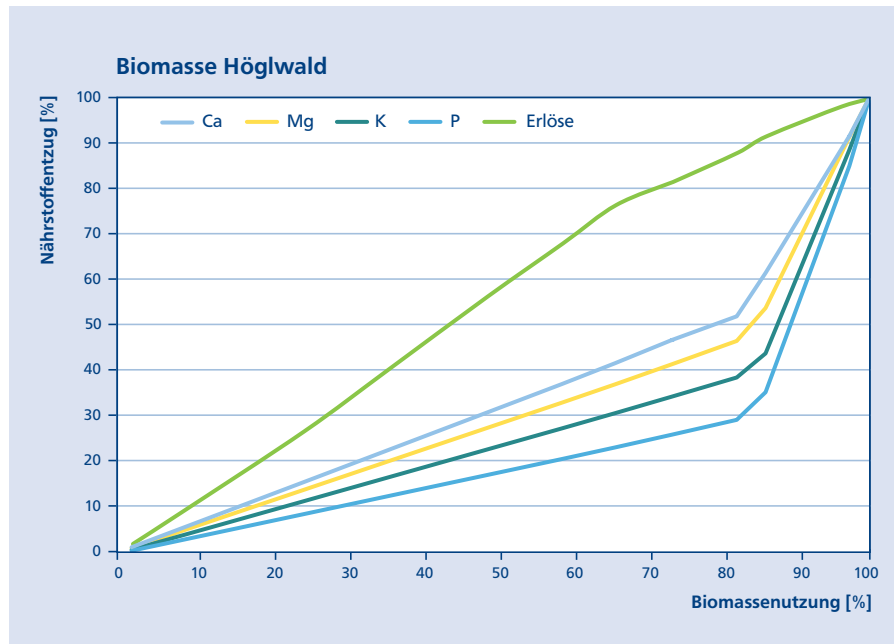
Eine Nutzung der besonders nährstoffreichen Kompar-  
timente aus der Baumkrone verhindert die natürliche  
Nährstoffrückfuhr in den Boden. Auf nährstoffreichen  
Standorten fällt dieser Entzug nicht so stark ins Ge-  
wicht, weil er durch Verwitterung und Einträge aus der  
Atmosphäre kompensiert wird. Besonders problema-  
tisch sind Standorte, auf denen das Baumwachstum  
durch eine geringe Nährstoffausstattung limitiert ist.  
Diese Standorte sind auf die natürliche Nährelement-  
rückführung durch Ernterückstände angewiesen.  
Unterbleibt diese infolge der Kronennutzung, so lassen  
sich Zuwachsverluste für den Folgebestand aufgrund  
des unzureichenden Nährstoffhaushalts erwarten. Um  
diese zu vermeiden, müsste auf die Nutzung verzichtet



Abbildung 3: Detailansicht: Hackschnitzel aus Kronen-  
biomasse enthalten hohe Anteile an nährstoffreichen  
Baumkompartimenten: Rinde, Äste, Zweige und Nadeln.

Foto: A.W. Otter

Abbildung 4:  
Verteilung von Nährstoffentzug und Erlös bei unterschiedlicher Intensität der Biomassenutzung auf einem nährstoffreichen, produktiven Standort (Höglwald)



oder die Nährstoffverluste durch Düngung kompensiert werden. In einigen Ländern gibt es Pläne für eine Nährstoffrückführung aus Holzaschen (von Wilpert et al. 2012). Von anderer Seite wird eingeworfen, dass es zur natürlichen Düngung mit den organischen Bestandteilen der Ernterückstände keine mineralische Alternative gibt (Kölling 2012; Kölling 2013). Eine Ausgleichdüngung oder die Rückführung der Asche ist auf jeden Fall mit zusätzlichen Kosten verbunden. Für den Waldbewirtschafter stellt sich die Frage, bis zu welcher Intensität eine Nutzung von Biomasse wirtschaftlich wäre, wenn er die Kosten der Kompensationsdüngung berücksichtigt.

**Wege aus dem Dilemma: Intelligent nutzen**

Bei der nachhaltigen Nutzung von Kronenbiomasse können die gleichen Prinzipien zur Geltung kommen wie bei der Forsteinrichtung oder bei der Bewirtschaftung eines Geldvermögens. Alle laufenden oder periodischen Ausgaben werden in einer Bilanz den laufenden Einnahmen gegenübergestellt. Im Fall der Forstwirtschaft würde man bei den Einnahmen vom Zuwachs und bei den Ausgaben von der Nutzung sprechen. Ziel dieser Übung ist in den meisten Fällen ein Bilanzausgleich und damit ein Stabilisieren des Vermögens oder des Holzvorrats. Daneben kann es auch das Ziel sein, zeitweise ein Bilanzungleichgewicht in Kauf zu nehmen und Vermögen oder Holzvorrat systematisch auf ein neues Niveau zu bringen, d. h. bewusst Vermö-

gen und Vorrat anzusparen oder abzubauen. Welche Ziele auch immer man verfolgt, die Kenntnis des Bilanzergebnisses ist die Voraussetzung für rationales Handeln bei der Wirtschaftsführung allgemein und auch im Forstbetrieb. Neben der unmittelbaren Betrachtung von Einnahmen und Ausgaben in Form der Bilanzausgeglichenheit ist aber auch die absolute Höhe des Vermögens bzw. des Holzvorrats wichtig. Bei ganz niedrigen Niveaus steigt die Anfälligkeit gegenüber Krisen, hier stehen dann Sicherheitsaspekte im Vordergrund, die dazu führen, sich bei Ausgaben oder Nutzungen eher zurückzuhalten und damit Vermögen und Vorrat anzusparen. Bei hohen Niveaus wiederum bestehen größere Freiheiten, hier ist übergroße Vorsicht nicht geboten und es kann auch schon einmal im Sinne des Abbaus von Rücklagen gehandelt werden.

Auch bei den Nährstoffen (z. B. Calcium, Magnesium und Kalium) ist es möglich, eine Bilanzgleichung aufzustellen. Den Einnahmen aus der Mineralverwitterung und den Einträgen aus der Atmosphäre stehen die Ausgaben mit dem Sickerwasseraustrag und der Nutzung gegenüber:

$$\text{Verwitterung} + \text{Eintrag} = \text{Nutzung} + \text{Austrag} \quad (\text{Gleichung 1})$$



Abbildung 5: Verteilung von Nährstoffentzug und Erlös bei unterschiedlicher Intensität der Biomassenutzung auf einem nährstoffarmen, unproduktiven Standort (Eslarn)

Löst man diese Gleichung nach der Nutzung auf und setzt für die übrigen Bilanzglieder die am Standort geltenden Werte ein, so bekommt man als Ergebnis die maximal mögliche Nutzungsmenge, bei der noch Bilanzausgeglichenheit herrscht:

$$Nutzung_{max} = Verwitterung + Eintrag - Austrag$$

(Gleichung 2)

Übersteigen die Nutzungen diesen Maximalwert, wird zwangsläufig in den Nährstoffvorrat eingegriffen, die Bodenfruchtbarkeit wird im Sinne Liebig's vermindert. Liegen die Nutzungen unter dem Maximalwert, werden Nährstoffe angespart und die Bodenfruchtbarkeit vergrößert.

Als zweites Kriterium können neben den Nährstoffbilanzen zusätzlich noch die Nährstoffvorräte des betreffenden Standorts verwendet werden (Kölling 2010). Es ist zu entscheiden, ob man mit dem gegenwärtig erreichten Vorrat zufrieden ist, ob man ihn durch sparsame Nutzung steigern oder durch Übernutzung abbauen möchte. In den meisten Fällen wird die Pflege der Bodenfruchtbarkeit und damit Konstanz oder sogar Mehrung der Nährstoffvorräte das herrschende Motiv sein. Man kann dies unter dem Begriff der Vorratspflege zusammenfassen: *Nährstoffe im Boden halten, erforderlichenfalls vermehren*. Besonders auf den ärmsten Böden ist das Prinzip der Vorratspflege angebracht, hilft es doch, auf natürlichem Wege die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern.

Sowohl für die maximal mögliche Nährstoffnutzungsmengen als auch für die Nährstoffvorräte können räumlich hoch aufgelöste Nährstoffpotenzialkarten erstellt werden, die ausweisen, wie sich die Waldstandorte hinsichtlich der Nährstoffnutzungsmengen verhalten und wie es um die Nährstoffbevorratung bestellt ist. Zusammen mit Informationen über die in den geernteten Baumteilen enthaltenen Nährstoffe können daraus nach Gleichung 2 die Obergrenzen konkreter Nutzungsszenarien von Kronenbiomasse, bei denen noch Bilanzausgeglichenheit besteht, abgeleitet werden. Informationen über die in den Baumteilen enthaltenen Nährstoffe stehen als Tafeln zur Verfügung (Jacobsen et al. 2003; Pretzsch et al. 2013). Die aus diesen beiden Quellen – Karte und Tafel – abgeleitete vollständige Bilanz aus Einnahmen und Ausgaben (Gleichung 1) wäre damit möglich. Sie wird umso nötiger, wenn man vom reinen Vorsichtsprinzip abweicht und die maximale Nutzung von Kronenbiomasse im Sinne einer Bilanzausgeglichenheit und Vorratspflege der Nährstoffe anstrebt. Die Entscheidungsfindung ist allerdings eher anspruchsvoll. Eine entsprechende Bilanzsoftware oder ein einfacher Biomasserechner müssten noch entwickelt werden. Oft geforderte einfache Faustregeln werden der Vielfalt möglicher Kombinationen von Standort, Baumart und Nutzungsszenario kaum gerecht werden.

- Es wird in jedem Fall eine Entscheidung zwischen einer Verwertung der Kronenbiomasse zur Erhaltung oder Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und einer Verwertung zur Steigerung des finanziellen Ertrags getroffen. Daneben können auch Waldschutzaspekte (Entzug von Brutraum für Schadinsekten) oder technische Aspekte (Rückegassenarmierung) eine zusätzliche Rolle spielen.
- Wenn kein Vorratsabbau von Nährelementen beabsichtigt ist, sollte maximal nur so viel Kronenbiomasse genutzt werden, wie die Nährstoffbilanz als Überschuss bereitstellt.
- Auf sehr armen Standorten ist es empfehlenswert, überhaupt auf die Nutzung von Kronenbiomasse zu verzichten und damit in die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit zu investieren.

Auch technische Lösungen zur Reduzierung der Nährstoffverluste sind denkbar, zum Beispiel die Beschränkung der Astnutzung auf grobe Äste oder die Trennung in Äste und Nadeln. Eine Trennung von Nadeln und Zweigen wäre nur möglich, wenn die Kronen im Bestand belassen werden, bis sie abgetrocknet sind und die Nadeln abfallen. Dies birgt jedoch ein Waldschutzrisiko. Für eine Trennung der Zweige von den Ästen gibt es bisher kein rationelles Verfahren. Möglich ist es, einen Großteil der Äste abzutrennen und als Ernterückstand im Bestand zu belassen. Bei Aufarbeitung mit dem Harvester können die Gipfel beispielsweise bis zur Spitze durch die Entastungsmesser getrieben werden oder bis der Gipfel bricht. Dabei werden die Gipfel zumindest grob entastet. Der zusätzlich benötigte Zeitaufwand dürfte sehr gering sein. Bei motormanueller Aufarbeitung könnte der Gipfel ebenfalls grob entastet werden. Hier könnten auch längere Aststärken belassen werden.

### **Erlösmaximierung, Bodenfruchtbarkeit und Nachhaltigkeit**

Zum Abschluss soll mit einem Zitat von Ebermayer (1882) noch einmal der Bogen zur Nachhaltigkeit gespannt werden: *»Dieses periodisch von dem Holzbestande benutzte Nährstoffkapital, welches durch die Thätigkeit der Faserwürzelchen der Bäume den tieferen Bodenschichten entnommen wird, geht somit bei geregelter Waldwirtschaft den Boden nicht verloren. sondern wird durch die Waldabfälle den oberen Bodenschichten in einer für die Pflanzen leicht aufnehmbaren Form wieder zugeführt. Durch diese Vorgänge wird die obere Bodenkrume des Waldes auf Kosten des Unter-*

*grundes an mineralischen Nährstoffen mehr und mehr bereichert. Bedenken wir, dass durch dieselben Abfälle dem Boden auch stetig kohlenstoffreiche und zum Theil stickstoffhaltige organische Stoffe zugeführt werden, deren Zersetzungsprodukte (Kohlensäure und Ammoniak) als Nährmittel für die Bäume dieselbe Bedeutung haben, wie die Zersetzungsprodukte der organischen Substanz des Stalldüngers für die Ackergewächse, so ist einleuchtend, dass die Bodendecke in der That nichts Anderes als der natürliche Dünger des Waldes ist, und wir begreifen, warum die obere Krume eines schlechten unfruchtbaren Bodens durch Waldkultur zu einer gewissen Fruchtbarkeit gebracht werden kann.«* (Ebermayer 1882, S. 723)

Auf die Problematik der Biomassenutzung aus der Krone angewandt kann man diesem alten Text folgende aktuelle Botschaften entnehmen:

- Bestandesabfälle (Streufall) und Ernterückstände (Schlagabraum) sind kein wertloser Abfall, sondern sie erhalten und erhöhen die Bodenfruchtbarkeit.
- Die Nährstoffaufnahme der Bäume und die Rückführung zum Humus ist ein Grundprinzip der Funktionsweise von Waldökosystemen.

Die Entscheidung über die Verwendung der Ernterückstände bedeutet immer: Entweder werden sie als natürlicher Dünger verwendet und erhalten oder steigern möglicherweise die künftigen Erträge oder sie werden mit der Nutzung zugunsten der heutigen Erträge aus dem Waldökosystem entnommen.

Nachhaltiges Handeln kann als Ausgleich zwischen dem gegenwärtigen Nutzungswunsch und den zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten betrachtet werden. Damit kann die zwischen kurzfristiger Erlösmaximierung und langfristiger Erhaltung der Produktionsgrundlagen bestehende Spannung aufgelöst werden. Es spricht einiges dafür, über diesen Ausgleich mit Bedacht und gut informiert zu entscheiden. So gesehen ist die Nutzung von Kronenbiomasse als eine echte Herausforderung bei der Befolgung des Nachhaltigkeitsprinzips zu betrachten.

## Literatur

Ebermayer, E. (1882): Naturgesetzliche Grundlagen des Wald- und Ackerbaues. 1. Physiologische Chemie der Pflanzen. Zugleich Lehrbuch der organischen Chemie und Agrikulturchemie für Forst- und Landwirthe, Agrikulturchemiker, Botaniker etc. 1. Die Bestandtheile der Pflanzen. Verlag Julius Springer, Berlin

Glatzel, G. (1991): The impact of historic land use and modern forestry on nutrient relations of Central European forest ecosystems. *Fertilizer Research* 27, S. 1–8

Jacobsen, C.; Rademacher, P.; Meesenburg, H.; Meiwes, K. J. (2003): Gehalte chemischer Elemente in Baumkompartimenten. Literaturstudie und Datensammlung im Auftrage des BMVEL. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Göttingen, 81 S.

Kölling, C. (2010): Maß halten. Biomassenutzung kann Produktionskapital verzehren. *LWF aktuell* 78, S. 28–31

Kölling, C. (2012): Wie viel Holz muss draußen bleiben? Konzepte der Biomasse / Nutzungsmöglichkeiten und Nachhaltigkeitsgrenzen im Wald. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 8, S. 54–56

Kölling, C. (2013): Nutzungsmöglichkeiten und Nachhaltigkeitsgrenzen im Wald: Konzepte der Biomassenutzung für Bayern. *Berichte Freiburger Forstliche Forschung* 94, S. 91–98

Kölling, C.; Dietrich, H.-P.; Raspe, S. (2011): Ernst Ebermayer – ein Mann der ersten Stunde. *AFZ-DerWald*, Jg. 66 Heft 13, S. 17

Meiwes, K.J.; Asche, N.; Block, J.; Kallweit, R.; Kölling, C.; Raben, G.; v. Wilpert, K. (2008): Potenziale und Restriktionen der Biomassenutzung im Wald. *AFZ/Der Wald* 63, S. 598–603

Pretzsch, H.; Block, J.; Böttcher, M.; Dieler, J.; Gauer, J.; Göttlein, A.; Moshhammer, R.; Schuck, J.; Weis, W.; Wunn, U. (2013): Entscheidungsstützungssystem zum Nährstoffentzug im Rahmen der Holzernte - Nährstoffbilanzen wichtiger Waldstandorte in Bayern und Rheinland-Pfalz. Schlussbericht zum Projekt 25966-33/0, Deutsche Bundestiftung Umwelt <http://www.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/Projekte/DBU-2013.pdf> (Text), <http://www.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/Projekte/DBU-2013A.pdf> (Anhang)

v. Liebig, J. (1855): Die Grundsätze der Agricultur-Chemie mit Rücksicht auf die in England angestellten Untersuchungen. Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 2. Auflage

v. Wilpert, K.; Zirlwagen, D.; Bösch, B. (2012): Konzept eines Energieholz-Holzasche-Kreislaufs. *AFZ-DerWald* Jg. 67, H. 4, S. 10–14

Weis, W.; Göttlein, A. (2012a): Stoffliche Nachhaltigkeitskriterien für die bayerische Forstwirtschaft. Abschlussbericht zum Projekt B67 des Kuratoriums für forstliche Forschung in Bayern, 39 Seiten + 140 Seiten Anhang

Weis, W.; Göttlein A. (2012b): Nährstoffnachhaltige Biomassenutzung. *LWF aktuell* 90, S. 44–47

**Keywords:** Nutrient balance, nutrient stocks, whole tree harvesting, forest biomass, sustainability

---

**Summary:** With the extension of forest utilization to the crown biomass (whole tree harvesting), the question is raised whether the additional nutrient export associated can diminish the nutrient balance of forest sites towards negative values and does reduce soil nutrient reserves in an unfavorable manner. Only the knowledge of the nutrient balance and nutrient storage connected with information about the intensity of use and the associated nutrient removal can help to prevent injury to the sustainability principle. It is to make the decision on the use of crop residues from the crown in each case: one would like to use this as a natural fertilizer or strives to alternative utilization to raise the revenues?

---

---

# Risiko und Ertrag in ungewisser Zukunft: Der Klimawandel fordert die Generationengerechtigkeit heraus

Christian Kölling, Franz Binder und Wolfgang Falk

**Schlüsselwörter:** Generationengerechtigkeit, Klimawandel, Anpassung, Baumartenwechsel, Risiko, Ertrag

---

**Zusammenfassung:** Der ursprüngliche Begriff der Nachhaltigkeit basierte auf angemessenen Hiebssätzen, um Übernutzungen zu vermeiden. Diese restriktive Denkweise ist einer Sicht gewichen, die das aktive, vorausschauende Handeln mit Blick auf die Generationengerechtigkeit in den Mittelpunkt stellt. Die ökologischen, ökonomischen und sozialen Funktionen der Wälder gilt es aktiv zu erhalten. Der Klimawandel hat gravierenden Einfluss auf die ökologischen und ökonomischen Funktionen, da sich an den jeweiligen Standorten das Risiko und die Ertragschancen ändern, wenn die Klimabedingungen nicht mehr die gleichen sind. Um auch den folgenden Generationen die Möglichkeit zu lassen, dass sie aktiv Entscheidungen treffen können, sollen ihnen Wälder überlassen werden, die sowohl risikoarm sind als auch hohe Erträge erwarten lassen. Daher muss die generationengerechte Anpassung der Wälder an den Klimawandel auf Grundlage einer Bewertung von Risiko und Ertrag erfolgen. Ein Umbau hin zu stabilen Mischwäldern ist angezeigt, auch wenn die Reduktion des Risikos durch eine Verringerung der Erträge erkaufte wird. Eine Wirtschaftsweise, die über lange Zeiträume risikoarm und ertragreich wirtschaftet, ist somit ein wesentlicher Aspekt von Generationengerechtigkeit im Wald.

---

Anfangs hatte der forstliche Nachhaltigkeitsbegriff oft etwas Restriktives und Prohibitives an sich: »Nicht mehr nutzen als nachwächst, nicht in die Vorratsstruktur eingreifen, nicht das Erbe der Nachkommen aufzehren usw.«. Diese negativen Formulierungen sind verständlich, da früher die größte und oft einzige Gefahr für die Nachhaltigkeit von der Nutzung selbst ausging. Es galt die einfache Formel: angepasster Hiebssatz = Nachhaltigkeit. Wenn man sich in der Nutzung an gewisse Regeln hielt und Übernutzungen unterließ, war man automatisch auf der sicheren Seite. Nachhaltigkeit war damit in erster Linie durch das Unterlassen definiert, ihre Währung war das nutzbare Holzvolumen, ihr Erfolg der Sieg über die Holzknappheit (Radkau 2007). Mit den gestiegenen Ansprüchen der

Gesellschaft an den Wald stießen derartige passivistische und eingeengte Auffassungen jedoch schnell an ihre Grenzen. Heute ist das aktive Gestalten der Wälder gefragt, es genügt nicht mehr das Unterlassen von Übernutzungen allein. Es wird vermehrt gefordert, in den Wäldern im umfassenden Sinn Güter und Leistungen in Langzeitperspektive bereitzustellen. Wälder werden nicht mehr nur als Produktionsstätten betrachtet, sondern als Generationen verbindende, aktiv zu gestaltende Teile der Erdoberfläche mit vielfältigen ökologischen, ökonomischen und sozialen Funktionen. Schon 1804 hat Georg Ludwig Hartig diesen Grundsatz der Generationengerechtigkeit formuliert: *»Jede weise Forstdirektion muss daher die Waldungen... so zu benutzen suchen, dass die Nachkommenschaft wenigstens ebenso viel Vorteil daraus ziehen kann, als sich die jetzt lebende Generation zueignet.«* (Hartig 1804, S. 1).

## Klimawandel verändert die Rahmenbedingungen der Forstwirtschaft

Die Bewirtschaftung von Wäldern angesichts des Klimawandels erfordert die Beachtung eines besonderen Aspekts von Nachhaltigkeit: den der Generationengerechtigkeit. Wo unsere unter den kühlen Bedingungen der Vergangenheit angebauten Baumarten bei Erwärmung an ihre klimatischen Grenzen stoßen, wird schon heute eine Anpassung der Baumartengarnitur, ein aktiver Waldumbau, nötig, damit auch noch spätere Generationen in den Genuss vielfältiger Güter und Dienstleistungen kommen. In anfälligen, durch Klimawandel gefährdeten Waldbeständen reicht es nicht mehr aus, Verletzungen von einfachen Nachhaltigkeitsregeln zu unterlassen. Hier ist vielmehr aktives Handeln erforderlich, damit die Risiken beherrschbar und die Erträge in einem kalkulierbaren Umfang erhalten bleiben.

Es ist so wie im Alltagsleben: Sparsamkeit, als das Unterlassen von Ausgaben verstanden, stellt an sich keine besondere Tugend dar, allenfalls kann man von einer Sekundärtugend sprechen. Im Gegenteil, unsere Welt wird dadurch gestaltet und gewinnt an Qualität, dass Geld für die richtigen Dinge ausgegeben wird. Starke Veränderungen der Produktionsbedingungen, wie sie der Klimawandel darstellen kann, kann man nicht durch konsequentes Beharren auf überkommenen Nachhaltigkeitsgrundsätzen begegnen. Nachhaltigkeit heißt heute nicht mehr, konstant immer das Gleiche *passiv* zu vermeiden, sondern das Handeln *aktiv* und flexibel an neue Situationen anzupassen. So gesehen bedingt der Klimawandel eine Akzentverschiebung vom herkömmlichen restriktiven forstlichen Nachhaltigkeitsbegriff hin zum Begriff der aktiv zu gestaltenden Generationengerechtigkeit. Schließlich kommt es darauf an, auch bei starken Veränderungen der äußeren Produktionsbedingungen die Produktion so aufrecht zu erhalten, dass auch kommenden Generationen vielfältige Chancen zur Nutzung der Wälder erhalten bleiben.

### Risiko und Ertrag der Baumarten folgen dem Klima

Das Klima als forstlicher Standortfaktor wurde in der Vergangenheit als zeitlich konstant angesehen. Nur im Vergleich unterschiedlicher Regionen konnte man erkennen, wie sehr sich das Klima auf die Art und die Ertragsmöglichkeit der Forstwirtschaft auswirkt. Die hoch ertragreiche Fichtenwirtschaft im nördlichen Vorland der Alpen hat mit einer wenig ertragreichen, auf Laubgehölzen aufgebauten Forstwirtschaft in den warmen und trockenen Gebieten des Mittelmeerraumes mit Ausnahme des Nachhaltigkeitsgedankens nur wenig gemeinsam. Der Grund dafür ist nicht so sehr in den unterschiedlichen Methoden der Forstwirtschaft und in historischen Prozessen zu suchen, sondern beruht in erster Linie auf den unterschiedlichen Erzeugungsbedingungen, wie sie durch die klimatischen Bedingungen der Regionen vorgezeichnet sind. Wir wissen, dass unsere Waldbaumarten an gewisse Klimate angepasst sind und an andere eben nicht (Iverson et al. 2008; Falk et al. 2012). In Abbildung 1 ist dieser Zusammenhang beispielhaft für eine hypothetische Baumart X dargestellt. Sowohl das Anbaurisiko als auch der naturale Ertrag folgen dem Klima, in diesem Beispiel symbolisiert durch die Jahresdurchschnittstemperatur. Bei ganz niedriger Temperatur ist das Anbaurisiko sehr hoch. Unter dem Anbaurisiko kann man die Wahrscheinlichkeit verstehen, dass die Baumart

vor der Zeit abstirbt oder überhaupt gar nicht erst anwächst. Hin zu einem mittleren Temperaturbereich sinkt das Risiko kontinuierlich ab und steigt erst dann wieder an, wenn die Temperaturen zu hoch werden. Solche Risikokurven kann man aus dem Vorkommen (oder Nicht-Vorkommen) der Baumarten in verschiedenen warmen Regionen Europas ableiten (Hanewinkel et al. 2009; Falk und Mellert 2011). Das Wachstum und der von ihm abhängige finanzielle Ertrag verlaufen annähernd, aber nicht exakt spiegelbildlich. Es gibt ein Maximum im mittleren, günstigen Temperaturbereich, zu den kühlen und warmen Rändern hin nimmt der Ertrag ab. Die forstliche naturale und finanzielle Ertragschätzung aufgrund von Klimaparametern steckt noch ziemlich in den Kinderschuhen, aber es gibt in dieser Disziplin Erfolg versprechende Ansätze (z. B. Albert und Schmidt 2010; Falk et al. 2012). Wie man im Beispiel in Abbildung 1 sieht, fallen das Minimum des Risikos und das Maximum des Ertrags nicht zusammen, das Ertragsmaximum wird bei höheren Temperaturen erreicht als das Risikominimum.

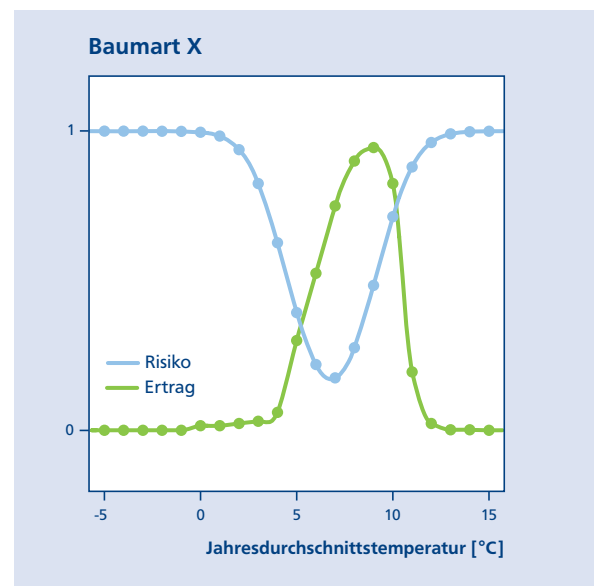


Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der Entwicklung von Risiko und Ertrag längs eines Gradienten der Jahresdurchschnittstemperatur. Das Risiko sinkt entlang des Temperaturgradienten in dem Bereich, in dem die Baumart X erfolgreich wächst und sich verjüngt und Schäden durch beispielsweise Frost, Dürre oder Schädlinge eher unwahrscheinlich sind. Es gibt Standorte, die zu kalt und andere, die zu warm sind. Mit dem erfolgreichen Wachstum steigt der Ertrag. Risiko und Ertrag müssen sich nicht exakt spiegelbildlich verhalten. 0 bedeutet geringes Risiko bzw. geringen Ertrag, 1 meint hohes Risiko bzw. hohen Ertrag.



## Im Spannungsfeld von Risiko und Ertrag

Ökonomische Entscheidungen werden im Spannungsfeld von Risiko und Ertrag getroffen (Sharpe 1964). In der Finanzwirtschaft wird unter dem Ertrag der erwartete finanzielle Ertrag (Rendite) einer Anlage verstanden, wie er sich zum Beispiel im Zinssatz widerspiegelt. Das Risiko ergibt sich aus der Variationsbreite der möglichen Erträge: Es kann sein, dass der Ertrag zwar einen hohen Erwartungswert hat, aber in einem weiten Rahmen schwankt. Im ungünstigsten Fall bleibt der Ertrag ganz aus oder es geht sogar die gesamte Anlage verloren. Für ein Wertpapier ist nicht nur entscheidend, welche Zinsen es abwirft, sondern auch, wie verlässlich die Zinszahlung ist und ob am Ende der Anfangswert überhaupt noch ausgezahlt werden kann. Zwischen Risiko und Ertrag einer Anlage gibt es vier mögliche Kombinationen, die in Abbildung 2 dargestellt sind. Es gibt die seltene, aber überaus vorteilhafte Kombination von niedrigem Risiko mit hohem Ertrag. Häufiger sind die Kombinationen von hohem Risiko mit hohem Ertrag (typische Risikopapiere) und niedrigem Risiko mit niedrigem Ertrag (typische mündelsichere Anlagen). Ganz und gar fatal ist die Verbindung von niedrigem Ertrag mit hohem Risiko.

Auch in der Forstwirtschaft ist es sinnvoll, Risiko und Ertrag einer Baumartenalternative im Spannungsfeld von Risiko und Ertrag zu beurteilen. Fokussiert man zu sehr auf das Risiko und wählt unter mehreren Alternativen stets die risikoärmste, so muss man sich in der Regel mit geringen Erträgen abfinden. Blendet man das Risiko aus und betrachtet nur den finanziellen Ertrag, so kann es sein, dass man die eingesetzte Summe auf einen Schlag ganz oder teilweise verliert. Wo man sich im Risiko-Ertrags-Diagramm verortet, hängt vom persönlichen Naturell des Eigentümers ab. Es gibt risikobereitere, ertragsfixierte Naturen und es gibt Sicherheitsfanatiker, die jedem Risiko auch unter dem Preis von Ertragseinbußen aus dem Weg gehen.

## Der Klimawandel verändert Risiko und Ertrag

Wenn wir die Zahlenwerte aus Abbildung 1 in das Diagramm aus Abbildung 2 übertragen, ergibt sich Abbildung 3. Es zeigt in Form einer verbundenen Linie alle Kombinationen aus Risiko und Ertrag an, die sich entlang des Gradienten der Jahresdurchschnittstemperatur ergeben. Die ganzzahligen Temperaturwerte sind wie Perlen auf der Schnur aufgereiht. Folgt man dieser Perlenkette (der Fachausdruck dafür lautet Trajektorie),

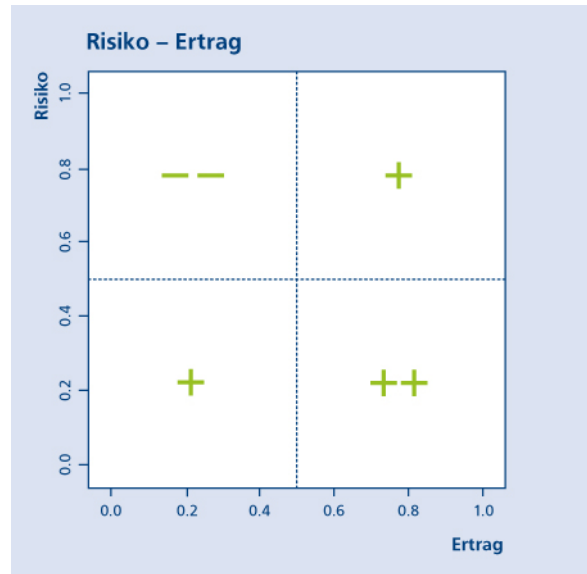


Abbildung 2: Bewertete Kombinationsmöglichkeiten von Risiko und Ertrag. Erwünscht ist eine Kombination aus niedrigem Risiko und hohem Ertrag. Die Kombinationen hohes Risiko und hoher Ertrag sowie niedriges Risiko und niedriger Ertrag sind weniger vorteilhaft.

so beginnt diese bei unter 3 °C Temperatur im rechten oberen, unvorteilhaften Quadranten. Dann nimmt das Risiko ab, während der Ertrag nur zögernd steigt, der Quadrant links unten wird bei 5 °C erreicht. Zwischen 6 und 9 °C wird der vorteilhafte Quadrant rechts unten durchlaufen: Risiko und Ertrag befinden sich in einem optimalen Verhältnis. Oberhalb von 9 °C bleiben die Erträge zunächst hoch, aber auch das Risiko steigt. Zwischen 10 und 11 °C schwenkt die Kurve wieder in den unvorteilhaften rechten oberen Quadranten ein: Niedrige Erträge sind mit hohen Risiken gekoppelt.

Die Kurve der hypothetischen Baumart X in Abbildung 3 ist zwar aus dem Nebeneinander unterschiedlicher klimatischer und wirtschaftlicher Situationen abgeleitet, wie sie in Abbildung 1 dargestellt sind. Sie kann aber auch verwendet werden, um das zeitliche Nacheinander im Klimawandel und seine Auswirkungen auf Risiko und Ertrag darzustellen. Unterstellen wir eine Klimagegenwart von 8 °C. Vor dem Klimawandel befinden sich dann Risiko und Ertrag der Baumart in Abbildung 3 in einem optimalen Verhältnis. Nach einem Klimawandel mit einer unterstellten Temperaturerhöhung von 2 °C wächst die Baumart bei 10 °C im weniger vorteilhaften rechten oberen Quadranten: Das Risiko ist bei annähernd gleichem Ertrag gestiegen, es ist nun nicht mehr so sicher, ob die hohe Ertragserwartung noch erfüllt werden kann.

Eine weitere Temperaturerhöhung von 1 °C würde dann bei weiterhin hohem Risiko zu empfindlichen Ertragseinbußen führen.

### Klimawandel – Baumartenwechsel

Verschiedene Baumarten zeigen eine unterschiedliche Abhängigkeit des Risikos und des Ertrags vom Klima. In Abbildung 4 ist zusätzlich eine zweite hypothetische Baumart Y mit anderer Kurvencharakteristik eingezeichnet. Sie hat ihr Ertragsoptimum bei 13 °C und ihr Risiko-minimum bei 9 °C. Insgesamt ist diese Baumart besser an warme Klimabedingungen angepasst. Allerdings erreicht sie weniger hohe Erträge als die erste Baumart. Der überaus vorteilhafte Quadrant rechts unten wird nur leicht berührt. Wann ist ein Wechsel von der ersten zur zweiten Baumart angezeigt? Wenn entweder das Risiko oder der Ertrag eine vom Entscheider festgesetzte Marke über- oder unterschreiten, ist der Zeitpunkt gekommen, sich nach alternativen Baumarten umzusehen. In unserem Beispiel könnte dies bei 10 °C der Fall sein. Um das Risiko zu senken, wäre dann ein Wechsel von der ersten Baumart X (grün) auf die zweite Baumart Y (gelb) angezeigt. Das Risiko würde sich dann sehr deutlich vermindern, allerdings wäre als Preis dafür auch der Ertrag spürbar reduziert. Hätte man für eine Vielzahl von Baumarten Kurven ähnlich denen in Abbildung 4, so wäre es leicht, erstens die Auswirkungen des Klimawandels auf Risiko und Ertrag zu beurteilen und zweitens mehrere vorteilhafte Alternativen zu prüfen. Hier kommt der Portfoliogedanke ins Spiel, der nicht das »Entweder-oder« von Baumartenalternativen in den Vordergrund stellt, sondern das »Sowohl-als-auch«, den Mischungsgedanken (Knöke und Hahn 2007; Kölling et al. 2010). Damit profitiert man nicht nur von der dem Mischungsgedanken innewohnenden Risikostreuung, sondern kommt auch in den Genuss positiver Wechselwirkungen, wie sie zwischen Baumarten eines Mischbestands auftreten können (Pretzsch et al. 2010; Griess et al. 2012). Noch existieren Baumartenkurven, wie in Abbildung 4 dargestellt, nur als Beispiel. Diese Kurven müssten selbstverständlich neben der Temperatur noch weitere Klimagrößen aufweisen. Die empirische Datenbasis und die nötigen statistischen Werkzeuge sind dafür vorhanden. Damit könnte sich in diesem Bereich ein überaus lohnendes Feld der forstwissenschaftlichen Forschung auftun.

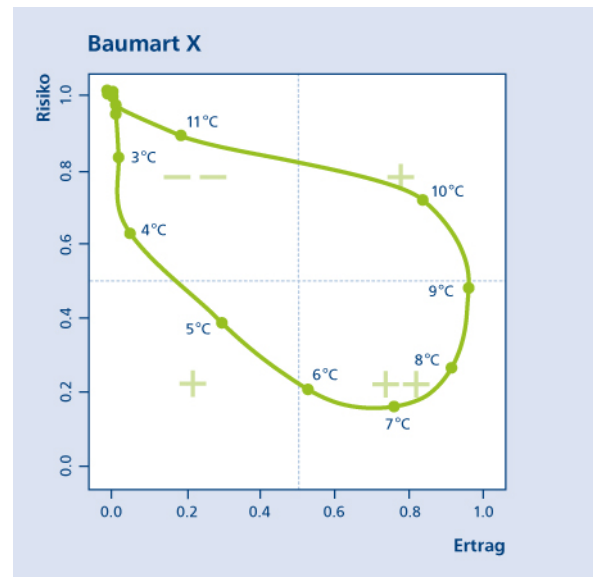


Abbildung 3: Temperatur-Trajektorie einer hypothetischen Baumart X im Achsenkreuz aus Risiko und Ertrag. Mit Veränderung der Temperatur verändert sich die Bewertung von Risiko und Ertrag. Der Klimawandel ändert die Temperatur an einem Standort, so dass sich die Bewertung von Risiko und Ertrag entlang der hypothetischen Trajektorie ändert. Das beste Verhältnis von Risiko zu Ertrag ist im Bereich von 6 bis 9 °C Jahresdurchschnittstemperatur. Erhöht sich die Temperatur auf 10 °C so steigt zunächst das Risiko, bei einer weiteren Erhöhung um 1 °C sinkt der Ertrag rapide und die Bewertung hat sich zur Ausgangssituation komplett umgekehrt.

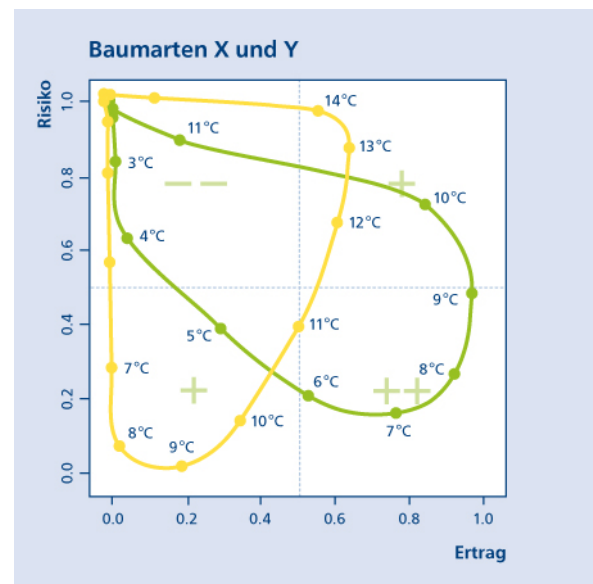


Abbildung 4: Temperaturtrajektorien zweier hypothetischer Baumarten im Achsenkreuz aus Risiko und Ertrag. Gezeigt wird die erste Baumart X, die durch die grüne Linie dargestellt wird, durch eine Temperaturerhöhung in den Bereich hohen Risikos und gleichzeitig geringen Ertrags, so ist der Wechsel auf die mit der gelben Linie dargestellten zweiten Baumart Y sinnvoll.

## Die Zukunft gestalten

Die aktive Verwirklichung von Generationengerechtigkeit und die bewusste Gestaltung der Zukunft finden ihre Verwirklichung im klimagerechten Waldumbau. Anfällige Baumarten werden vorausschauend durch weniger anfällige ersetzt, Reinbestände weichen Mischbeständen. Das Ziel sind angepasste und gemischte Wälder, die ihre Güter und Dienstleistungen auch unter den neuen Bedingungen der Zukunft kommenden Generationen zur Verfügung stellen. Der klimagerechte Waldumbau zeigt die Flexibilität der Forstwirtschaft im Umgang mit dem Problem: Nicht das starre Festhalten an überkommenen Regeln, sondern die aktive Anpassung an das Neue und die Einbeziehung von Risiken in Entscheidung und Planung. Dennoch muss man sich auch bei optimaler Anpassung an die neuen Gegebenheiten darauf einstellen, dass in einigen Regionen die Erträge in der Forstwirtschaft zurück gehen werden (Hanewinkel et al. 2009 und 2013). Unter den wechselnden Umweltbedingungen des Klimawandels können Anpassungsfähigkeit und Flexibilität indes größere Tugenden sein als die begrifflich erschöpfte traditionelle forstliche Nachhaltigkeit, die sich auf Konstanz der Holzvorräte und Nutzungen beschränkt (Hahn und Knoke 2010).

## Literatur

- Albert, M.; Schmidt, M. (2010): Climate-sensitive modelling of site-productivity relationships for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica* L.). *Forest Ecology and Management* 259 (4), S. 739–749
- Falk, W.; Mellert, K.H. (2011): Species distribution models as a tool for forest management planning under climate change: risk evaluation of *Abies alba* in Bavaria. *Journal of Vegetation Science* 22 (4), S. 621–634
- Falk, W.; Dolos, K.; Reineking, B.; Klemmt, H.-J. (2012): Baumarteneignung und Standort-Leistungsbezug. *LWF aktuell* 90, S. 38–40
- Griess, V.C.; Acevedo, R.; Härtl, F.; Staupendahl, K.; Knoke, T. (2012): Does mixing tree species enhance stand resistance against natural hazards? A case study for spruce. *Forest Ecology and Management* 267 (1), S. 284–296
- Hahn, A.; Knoke, T. (2010): Sustainable development and sustainable forestry: analogies, differences, and the role of flexibility. *Eur. J. Forest Res.* 129, S. 787–801
- Hanewinkel, M.; Hummel, S.; Cullmann, D. A. (2009): Modelling and economic evaluation of forest biome shifts under climate change in Southwest Germany. *Forest Ecology and Management* 259 (4), S. 710–719

Hanewinkel, M.; Cullmann, D. A.; Schelhaas, M.-J.; Nabuurs, G.-J.; Zimmermann, N. E. (2013): Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change* 3, S. 203–207

Hartig, G. L. (1804): Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste. Band 1: Theoretischer Theil. 2., ganz umgearbeitete und vermehrte Auflage, Gießen u. Darmstadt, Verlag G. F. Heyer.

Iverson, R. L.; Prasad, A. M.; Matthews, S. N.; Peters, M. (2008): Estimating potential habitat for 134 eastern US tree species under six climate scenarios. *Forest Ecology and Management* 254, S. 390–406

Knoke, T.; Hahn, A. (2007): Baumartenvielfalt und Produktionsrisiken: Ein Forschungseinblick und -ausblick. *Schweiz. Z. Forstwes.* 158 (10), S. 312–322

Kölling, C.; Beinhofer, B.; Hahn, A.; Knoke, T. (2010): »Wer streut, rutscht nicht«. *AFZ/DerWald* Jg. 65 (5), S. 18–22

Pretzsch, H.; Block, J.; Dieler, J.; Dong, P. H.; Kohnle, U.; Nagel, J.; Spellmann, H.; Zingg, A. (2010): Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Ann. For. Sci.* 67, 712 (12p)

Radkau, J. (2007): Holz – Wie ein Naturstoff Geschichte schreibt. oekom verlag München, 341 S.

Sharpe, W. F. (1964): Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, Vol. 19, (3), S. 425–442

**Keywords:** Intergenerational equity, climate change, adaptation, tree species conversion, risk, profit

---

**Summary:** The original meaning of sustainability focused on allowable annual cut and therefore avoiding of overcutting. This restrictive way of thinking has changed towards an active foresighted acting that focuses on intergenerational equity. The aim is to actively sustain ecological, economic and social forest functions. Climate change has a grave impact on ecological and economical functions because risk and yield chances (profit) at each site are changing with changing climate. In order to enable the following generations to act actively and to make their own decisions, forests need to be passed down to them in a state of low risk and with the expectation of high yield. Therefore, an adaptation of forests to climate change in terms of an intergenerational equity must take place based on an assessment of risk and yield chances. A conversion into stable mixed forests is necessary even if the risk reduction occurs on the expense of lower yields. It is an essential aspect of intergenerational equity in forestry to operate with low risk and high yield or rather profit over a long period.

---

---

# Biodiversitätskriterien für Nachhaltigkeit im Wald

Stefan Müller-Kroehling

**Schlüsselwörter:** Biodiversität im Wald, Nachhaltigkeit, Schutzstrategien, integrativer Ansatz, segregativer Ansatz, Kielwassertheorie, inverse Kielwassertheorie, Urwaldreliktarten, Schutzverantwortung

---

**Zusammenfassung:** Den Schutz aller die heimischen Wälder bewohnenden Arten sicherzustellen muss integraler Bestandteil einer echten Nachhaltigkeitsdefinition sein. Dieses Ziel erfordert einen mehrschichten Ansatz, der die verschiedenen Gefährdungsursachen unserer Arten berücksichtigt. Bei weitem nicht alle dieser Arten würden von einer segregativen Strategie, die erheblich mehr Wälder aus der Nutzung nimmt, profitieren, und dies gilt sogar für einige der Arten, die »Urwaldstrukturen« benötigen. Viele von diesen sind an lichtliebende Baumarten wie Eichen gebunden oder benötigen lichte Wälder in Kombination mit den »Urwaldrequisiten«. Diese Kombination war in den Zusammenbruchsphasen der Urwälder verbreitet, kann aber in aus der Nutzung genommenen Wirtschaftswäldern meist nicht erwartet werden, da hier mittelfristig meist Buchenwälder in der Optimalphase dominieren werden. Aus diesem Grund ist die »Inverse Kielwassertheorie« genau so irrig wie ihr Gegenstück. Wissenschaftsbasierte, vielfältige Strategien sind nötig, um alle bedrohten Komponenten unserer Lebenswelt abzudecken. Für den größten Anteil bedrohter Arten wäre der effektivere Schutz bzw. die Wiederherstellung der Waldlebensräume auf Extremstandorten, wie der Moor-, Sumpf, Au-, Schlucht-, Block-, Dünen- und Felswälder einschließlich ihrer offenen Pendanten, in Form eines Mosaiks, die wichtigste Maßnahme. Anstrengungen in diese Richtung werden auch für viele jener Arten eine Verbesserung bewirken, für die wir eine weltweit besondere Schutzverantwortung tragen.

---

Nachhaltigkeit muss heute in einem umfassenden Sinne verstanden werden, der weit über eine gleichbleibende Holznachlieferung und über einen pfleglichen Umgang mit den Produktionsmitteln (v. a. dem Waldboden) hinausgeht. Sie umfasst auch den nachhaltigen Erhalt aller Wohlfahrtswirkungen des Waldes, den dieser für die Gesellschaft erbringt sowie den Erhalt der Biodiversität. Deren Schutz erfolgt um ihrer selbst willen. Wie groß angelegte weltweite Studien (Europäische Gemeinschaft 2008) gezeigt haben, gibt es jedoch auch eine unübersehbare Übereinstimmung zwischen dem Erhalt der Ressourcen, die wir als Menschen zum Leben brauchen (wie Trinkwasser, saubere Luft, gesunde Böden) und dem Erhalt der Biodiversität.

## Was ist Biodiversität?

Nachdem Nachhaltigkeit somit klar umrissen ist, muss zunächst dem Begriff »Biodiversität« die Vieldeutigkeit genommen werden, die er im täglichen Gebrauch leider hat. Biodiversität könnte man mit »Artenvielfalt« übersetzen, was aber nicht gleichbedeutend mit (maximaler) »Artenzahl« ist, auch wenn es oft so verwendet wird. Zwar können Artenzahlen eine Größe unter Mehreren beim Vergleich verschiedener Waldtypen sein, aber als Wertmaßstab für den Erhalt der Artenvielfalt haben sie nur einen sehr begrenzten Aussagewert. Andere Artenzahlen (Zahl der Arten besonderer Schutzverantwortung, habitattypische Arten [s. u.]) sind belangvoller.

Artenzahlen hängen – auf vergleichbaren Standorten – vor allem vom Störungsregime ab: Je häufiger der Störungsimpuls für das Ökosystem (z. B. Umbruch, Erntemaßnahme, Überflutung usw.), desto höher insgesamt die Artenzahl (Riley und Browne 2011). Nach der »Intermediate disturbance hypothesis« (Wilkinson 1999) erzeugt ein Störungsregime mittlerer Intensität, also Störungen, die nicht »apokalyptisch« sind, aber doch stark genug, um ausbreitungsstarke Pioniere und die »seßhafte« Artenausstattung heimischer Wälder zu vereinen, höchste Artenzahlen. Kurz gesagt: Mittelstark gestörte Ökosysteme sind besonders artenreich.

Will man den Beitrag einzelner Waldbehandlungs-Varianten oder bestimmter Waldtypen vergleichen, dann ist die Artenzahl ein schlechtes Maß. Es ist vielmehr notwendig, auch im Sinne der Biodiversitätskonvention (UN 1992), den Artenreichtum zu gewichten, beispielsweise anhand der Spezialisierung und Gefährdung der Arten, vor allem auch anhand des Anteils der Arten, für die wir eine besondere Schutzverantwortung haben (Müller-Kroehling 2012). So ist beispielsweise ein intakter Moorwald arm an Arten, aber reich an gefährdeten Spezialisten mit einer weltweit eng begrenzten Verbreitung, für deren Erhalt wir eine besondere Schutzverantwortung haben. Entwässert man einen Moorwald, schlägt ihn kahl, düngt ihn und pflanzt Kulturblau-beeren, steigt die Artenzahl stark an – in diesem Fall wäre die Artenzahl sogar ein negativer Weiser.



Abbildung 1: Intakte Moorwälder wie dieses Spirkenfilz sind artenarm, aber die Heimat hochspezialisierter Verantwortungsarten wie des Hochmoorlaufkäfers.

Foto: S. Müller-Kroehling

### Biodiversitätskomponenten

Der nachhaltige Schutz der heimischen Artenvielfalt in Wäldern besteht fachlich letztlich auf vier Säulen:

- Dem Schutz der Sonderstandorte mit ihrer besonders artenreichen Lebewelt;
- dem quasi »mitlaufenden« Schutz der Generalisten genutzter Wälder;
- dem Erhalt bestimmter Nutzungsformen für Spezialisten (bestimmter) extensiv genutzter Wälder;
- dem Schutz der »Nutzungsflüchter«, die in Wirtschaftswäldern nicht vorkommen können.

Anhand einiger Beispiele aus der besonders großen und in vielfältiger Weise an Wälder gebundenen Gruppe der Käfer, vor allem der Laufkäfer und Totholzkäfer, aber auch aus weiteren Gruppen, sollen diese vier not-

wendigen Komponenten, ihre Bedeutung und die sich aus ihnen ergebenden Schlussfolgerungen dargestellt werden.

### Komponente 1: Vielfalt intakter Sonderstandorte

Auch wenn sich derzeit die Diskussion um Waldnaturschutz vor allem mit ungenutzten Wäldern beschäftigt, so ist es doch von der Bedeutung her angemessen, den Schutz der Lebensgemeinschaften der »Sonderstandorte« an die erste Stelle zu stellen. Schützen wir diese, so erhalten wir im Verhältnis zu deren Flächen einen überproportionalen Anteil der heimischen Artenvielfalt (Müller-Kroehling 2001 und 2008b; Kölling et al. 2004) und auch der Arten mit besonderer Schutzverantwortung (Müller-Kroehling 2012). Viele gefährdete Arten stehen vor allem deshalb auf der Roten Liste, weil es nasse, nährstoffarme oder anderweitig extreme Standortbedingungen nicht mehr in dem Ausmaß wie früher gibt. Nur der kleinere Teil der heimischen Moore und Auen sind beispielsweise noch in einem halbwegs naturnahen Zustand. Diesen Teil der Artenvielfalt erhalten wir am besten, indem wir die natürlichen Standortbedingungen bewahren, wo immer möglich, und wiederherstellen, wo möglich und sinnvoll. Der Umgang mit Hoch- und Übergangsmooren hat in 100 Jahren eine vollständige Kehrtwende erfahren, von der Pflicht zur Kultivierung durch das Ödlandgesetz (BayÖdIG vom 6.3.1923) hin zu einem Schutz durch Naturschutzgesetze, Schutzgebiete und Natura 2000. Viele Impulse für verstärkten aktiven Schutz hat der Aspekt gebracht, dass Moorschutz auch gut für das Klima ist (Freibauer et al. 2009), ebenso wie für den Hochwasserschutz (Zollner und Cronauer 2003). So schließt sich der Kreis, Biodiversitätsschutz ist letztlich auch Schutz unserer eigenen Lebensgrundlagen. Seit 1970 gibt es einen generellen Schutzparagraphen der »geschützten Lebensräume«. Eine Karte, aus der diese Flächen hervorgehen, wäre eine wichtige Planungs- und Arbeitsgrundlage für Forstbetriebe. In der Praxis der täglichen Bewirtschaftung und Bepflanzung von Wäldern müssen wir diese Standorte »wie unseren Augapfel« schützen.

### Exkurs: Vielfalt heimischer Baumarten als Schlüsselfaktor

Die Normalstandorte sind in Bayern das Reich der Buche, die sie natürlicherweise dominant einnehmen würde. Die »Mutter des Waldes« ist gegenüber den

anderen heimischen Baumarten, mit Ausnahme der ebenfalls sehr schattenfesten Weißtanne und Eibe, eher unverträglich, ja eigentlich schon »stiefmütterlich«. Durch ihre Neigung, im Dominanzbestand relativ mächtige Moderpakete schlecht zersetzter Buchenstreu aufzubauen, ist sie nicht für jede Art, die am Boden lebt oder wurzelt, eine geeignete Heimat. Buchenwälder sind daher bei vielen Artengruppen eher unterdurchschnittlich artenreich (vgl. Abbildung 2 für die Gruppe der Laufkäfer), was auch bereits als allgemeines Muster beschrieben wurde (Heydemann 1982). Dennoch gilt, dass Buchenwälder nicht artenarm sind (Frei-Sulzer 1941, s. u.). Vielmehr verfügen sie durch ein hohes Maß an »inkorporierter Biodiversität« anderer Waldtypen sogar über eine angesichts der vegetationsgeschichtlichen Zusammenhänge erstaunlich artenreiche Artausstattung (Walentowski et al. 2010).

Viele Arten, die basenreiche Böden mit einer günstigen Humusform bevorzugen und eine üppige Kraut- und Strauchschicht, lichte, warme und durchsonnte Böden lieben, haben in den meisten Buchenwäldern nicht ihren Vorzugslebensraum. In Buchen-Urwäldern erfolgt der Zusammenbruch der über 300-jährigen Buchen eher kleinflächig, so dass selten große Lücken im Kronendach entstehen (Korpel 1995). Nimmt man Wirtschaftswälder mit erheblichen Buchenanteilen aus der Nutzung, gewinnt diese in den folgenden Jahrzehnten aufgrund ihrer bis in höhere Baumalter gegebenen plastischen Kronen rasch die Oberhand, so dass aus einem mehrschichten Buchen-Mischbestand

mittelfristig oft ein einschichtiger Buchen-Dominanzbestand werden kann. Es gibt fast keinen ökologischen Prozess, von dem nicht auch Arten profitieren würden, aber es wäre einseitig, nur diese in den Vordergrund zu stellen. Keineswegs alle seltenen und spezialisierten Waldarten profitieren, wenn man Wirtschaftswälder aus der Nutzung nimmt. Das gilt für Fichtenforste, die unter »Prozessschutz«-Bedingungen zum bestandsweisen Zusammenbruch neigen, ebenso wie für Buchen(misch)wälder.

Bei phytophagen Gruppen sind diese Zusammenhänge überwiegend noch ausgeprägter. Beispielsweise aus der Gruppe der Zikaden kommen mindestens 39 Arten bei uns auf Eichen (*Quercus*) und zwölf davon ausschließlich an dieser Baumgattung vor, an Buchen (*Fagus*) hingegen insgesamt nur etwa fünf, und keine davon monophag auf diese Baumart spezialisiert (Nickel 2002). Ähnlich ist es bei den Tagfaltern und bei vielen anderen phytophagen Artengruppen (Heydemann 1982; Floren und Sprick 2008; Walentowski et al. 2010): An den lichtliebenden, eher konkurrenzschwachen Baumarten, die vor allem auf Sonderstandorten oder aber im Wirtschaftswald eine Chance gegen konkurrenzüberlegene Halbschatt- und Schattbaumarten haben, hängt eine besonders große Komponente unserer heimischen Artenvielfalt.

Bei den schattenliebenden Arten besteht eine starke Überschneidung der Buchenwald-Fauna mit den Arten der Schluchtwälder, die diesen Arten oftmals noch

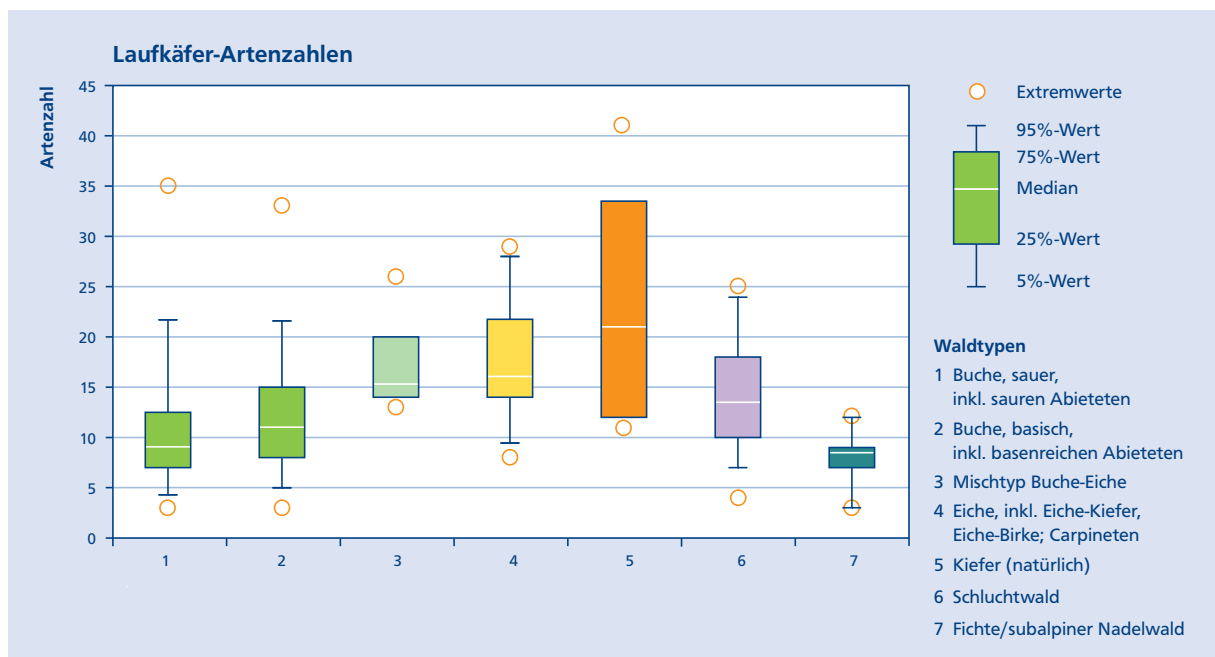


Abbildung 2: Laufkäfer-Artenzahlen der Waldtypen Mitteleuropas

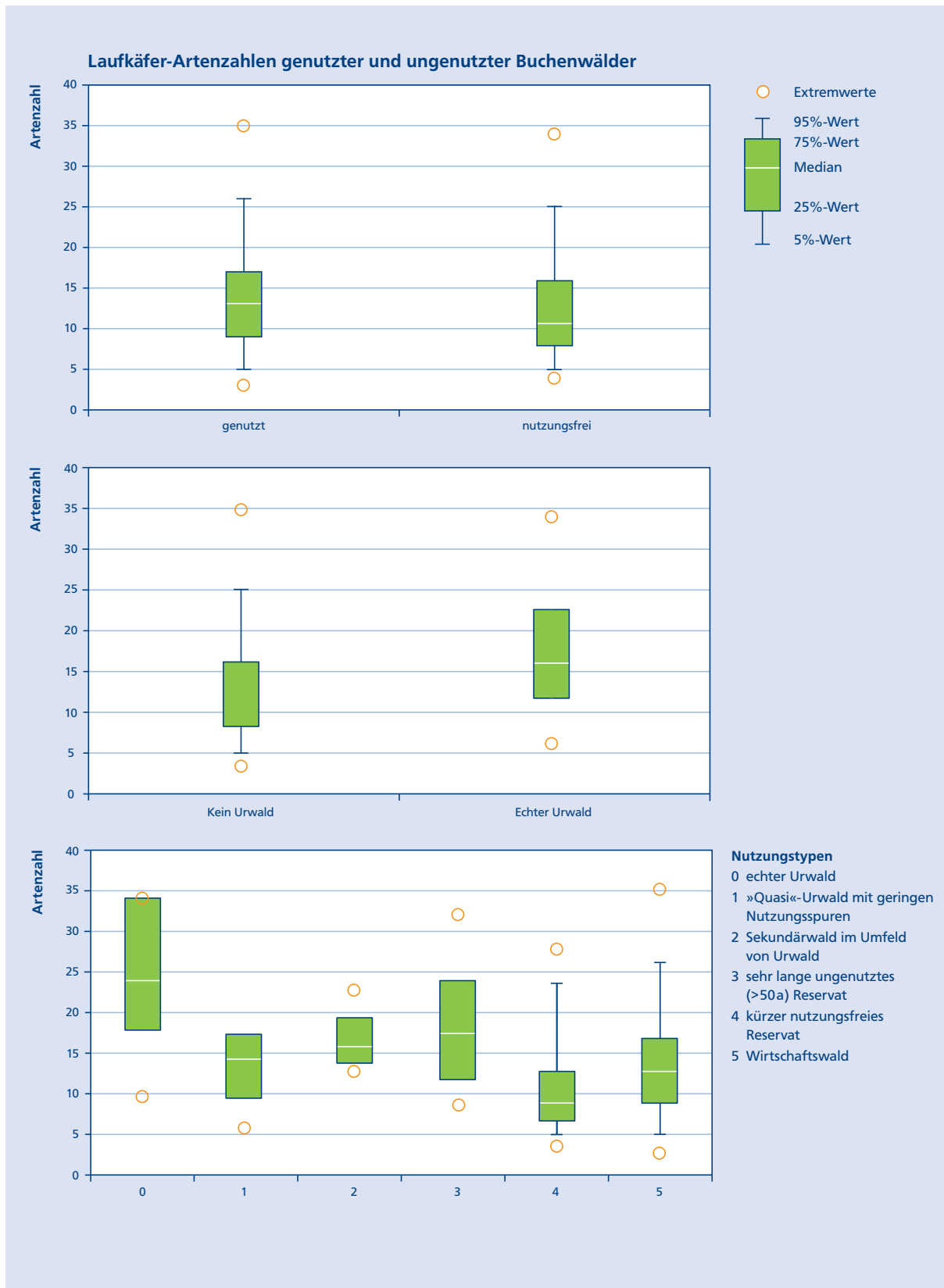


Abbildung 3: Vergleich der Laufkäfer-Artenzahlen ungenutzter und genutzter Buchenwälder Mittel- und Osteuropas (N = 361 Untersuchungsflächen); oben: genutzte versus ungenutzte Buchenwälder (U-Test,  $p = 0,0184$ ); Mitte: Urwälder versus Nichturwälder (U-Test,  $p = 0,0096$ ); unten: unterschiedlich lang ungenutzte und genutzte Buchenwälder (h-Test KRUSKAL-WALLIS,  $p < 0,0001$ )

bessere Lebensbedingungen zu bieten haben, vor allem basenreichere Böden und Streu sowie eine vegetationsgeschichtlich viel länger währende Lebensraumtradition. Praktisch alle heimischen Arten der Buchenwälder können auch in Schluchtwäldern oder aber in Eichenwäldern gefunden werden (letzteres, sofern es sich um wärme- oder lichtliebende Arten handelt), aber nicht umgekehrt (Walentowski et al. 2010). Zwar können viele der Arten dieser Waldtypen auch Buchenmischwälder nutzen (Müller et al. 2012), aber ob das für Buchenreinbestände gilt, ist nicht bewiesen. Auf Buchenwälder angewiesen sind sie in der Regel nicht. Das hängt damit zusammen, dass es diese erst seit wenigen tausend Jahren in Mitteleuropa gibt.

Wenn wir im Rahmen forstlicher Nutzung direkt und indirekt konkurrenzschwächere heimische Baumarten wie die Eichen fördern, ist dies daher in der Regel ein Beitrag zum Erhalt von Artenvielfalt und der Biodiversität.

## Komponente 2: Arten genutzter Wälder

Unsere Wälder sind heute überdurchschnittlich dicht und vorratsreich, was sowohl im Altersklassenwald als auch für »naturnähere« Waldbauformen gilt. Vieles spricht dafür, dass die Urlandschaft mehr alte und damit teilweise lichtere Waldphasen und vor allem Übergänge zwischen Wald und Offenland beinhaltete – nicht zuletzt auch deswegen, weil sie standörtlich erheblich extremer war, bevor sie systematisch entwässert und melioriert wurde. Das heißt nicht gleich, dass man sich die ursprüngliche Landschaft als Parklandschaft vorstellen muss (Müller-Kroehling und Schmidt 1999), sondern möglicherweise eher mehr »Lichtunginseln im Waldmeer«. Das ist einer der Gründe dafür, dass viele Arten bevorzugt in genutzten, da lichten Wäldern auftreten, ja selbst auf Kahlflächen (Du Bus De Warnaffe und Lebrun 2004). Viele Arten, die wir heute als »Offenland-Arten« ansehen, waren wohl ursprünglich Bewohner der Waldlichtungen (Müller-Kroehling 2001). Sehr viele unserer gefährdeten Arten sind vor allem »Saumarten« und »Pioniere« und Arten der zeitlichen sowie räumlichen Übergänge von Wald und Offenland. Nicht jede Nutzung von Wald ist automatisch eine »Artenschutzmaßnahme«, aber selbst unpopuläre Maßnahmen wie Kahlschläge können als – stellenweise sogar einziger – (Ersatz-)Lebensraum selten gewordener Arten dienen (Hermann und Steiner 2000). Wichtiger sind aber natürlich ausgedehnte Waldsäume und extensive Waldlichtungen sowie baum-

und krautartenreich erfolgende Sukzessionsprozesse. Die Pioniere eingestreuter offener Flächen im Wald sind jedenfalls tendenziell wesentlich ausbreitungsfähiger (Riley und Browne 2011) als umgekehrt die Waldarten in einer von Offenland geprägten, fragmentierten Landschaft (Whitehouse 2006).

Nicht wenige Arten profitieren daher sogar von einer Nutzung, wie einer Auflichtung des Waldes und der Veränderung der Baumartenzusammensetzung hin zu mehr lichtliebenden statt schattenverträglicher Klimaxbaumarten. Andere Arten stehen ihr »neutral« gegenüber. Nach allem was man aus der waldökologischen Forschung weiß, nehmen diese beiden Gruppen über alle Artengruppen hinweg den breitesten Raum in mitteleuropäischen Wäldern ein (Geiser 1994; Schön 1996; Detsch 1998).

Bewirtschaftete Wälder sind nicht artenärmer bzw. unbewirtschaftete nicht artenreicher (Müller und Leibl 2011), vielmehr ist eine so allgemeine Aussage nicht möglich (Duelli et al. 2005; Halme et al. 2010). Es ist notwendig, zu differenzieren (vgl. Abbildung 3). Beim Vergleich der Laufkäfer-Artenzahlen von 361 genutzten und ungenutzten Buchenwäldern Mittel- und Osteuropas weisen die genutzten sogar eine signifikant höhere Artenzahl auf (Abbildung 3 oben), aber der Vergleich echter Urwälder und sonstiger Flächen (Abbildung 3 Mitte) ergibt einen signifikant höheren Wert für die Urwälder. Schlüsselt man die übrigen Flächen noch weiter auf (Abbildung 3 unten), zeigt sich: Echte Urwälder, die wir in Mitteleuropa aber bekanntlich nicht mehr haben, sind tatsächlich substanziell artenreicher als Wirtschaftswälder, während vor allem noch weniger als 50 Jahre nutzungsfreie Reservate (im Gegensatz zu den älteren) im Trend sogar hinter den Wirtschaftswäldern liegen. Die schon länger als 50 Jahre nutzungsfreien Reservate sind nicht artenreicher als Wirtschaftswälder (U-Test,  $p = 0,0513$ , Abbildung 3 unten).

Obwohl auch Buchenwälder als Typus bei vielen Artengruppen und insofern auch insgesamt nicht artenarm sind (Frei-Sulzer 1941), sind sie doch arm an Arten, die nur in Buchenwäldern, und jenen, die nur in ungenutzten Buchenwäldern vorkommen können (Walentowski et al. 2010), und waren es auch schon immer, nicht erst durch Aussterbeprozesse. Der Grund dafür ist, dass sich die allermeisten heimischen Arten erst nach dem Ende der letzten Eiszeit einen Weg zu uns bahnen mussten (Coope 1995). Das hat zur Folge, dass es sich meist um ausbreitungsfähige Arten handelt und nur zu einem ganz geringen Teil um Arten, die aus-



Abbildung 4:  
Oft sind Wälder gerade dort besonders artenreich, wo die Natur der Buche »Steine in den Weg legt« und wir daher baumartenreiche Wälder der Sonderstandorte vorfinden (NWR »Frauenberg«).

Foto: S. Müller-Kroehling



schließlich bei uns vorkommen. Die Entfernung Mitteleuropas von den kaltzeitlichen Refugien (vgl. Holdhaus 1954), speziell auch der Buchenwälder (Horvat et al. 1974; Magri 2008), sowie das Fehlen von Buchenwäldern in früheren Warmzeiten Mitteleuropas (Magri 2008) haben wie ein Filter gewirkt, der vielfach verhinderte, dass sehr ausbreitungsschwache und höchstgradig an Buchenwälder gebundene Arten zu uns kamen. Bei den in unseren Breiten stenöken Arten spielt vielfach auch eine große Rolle und darf nicht übersehen werden, dass diese zwischen den Regionen einen Habitatwechsel durchmachen (Gesetz der »Regionalen Stenökie«), also nicht überall gleich »eng eingemischt« sind.



Abbildung 5: Viele Arten, wie auch der Feldmaikäfer, können zumindest gelegentlich auch in Buchenwäldern gefunden werden (Buchberger Leite). Foto: S. Müller-Kroehling

Manche Arten kommen in unseren Buchen-Wirtschaftswäldern jedoch nur deswegen nicht vor, weil sie hier die benötigten Strukturen nicht finden, sind aber in uralten Buchenwäldern sehr wohl anzutreffen (Eremit, Mittelspecht, vgl. Winter 2006), aber eben nicht nur hier. Die Tatsache, dass sie auch andere Habitate nutzen können (z. B. Eremit und Mittelspecht auch Eichenhutungen und Eichenwälder) rechtfertigt allerdings den Schluss, dass Nutzungsaufgabe für diesen Teil der Artenvielfalt zumindest keine *conditio sine qua non* ist. In den Fällen, in denen der Übergang vom lichten Wirtschaftswald (z. B. Hutewaldrelikt) zum ungenutzten Wald durch eine »Durststrecke« mit schlechter Habitat Ausstattung führen würde (Huteeichen ausgedunkelt, Uraltbuchen mit den benötigten Strukturen noch nicht vorhanden), wäre diese Schutzstrategie sogar mit größerer Unsicherheit behaftet.

### Komponente 3: Spezialisten bestimmter, extensiv genutzter Wälder (»Kulturwaldrelikte«)

Es ist bekannt, dass viele der vom Aussterben bedrohten xylobionten Arten heute überwiegend oder sogar ausschließlich in lichten Baumbeständen wie alten Hutewaldresten und Landschaftsparks leben. Doch für einen erheblichen Teil dieser Arten liegt die Ursache nicht ausschließlich darin, dass in Wirtschaftswäldern Bäume nicht alt werden dürfen, sondern auch darin, dass sie neben einer Beschränkung auf bestimmte Tot-

holz- oder Biotopbaum-Qualitäten licht- und wärmeliebig sind oder an Lichtbaumarten gebunden sind.

Wir brauchen also nicht zwangsläufig für alle gefährdeten xylobionten Arten oder auch nur die Mehrzahl davon ungenutzte Wälder (Geiser 1994). Viele der Arten, die bei uns extrem selten geworden sind, hängen nicht nur wegen der dort vorkommenden Uraltbäume, die wir heute vorwiegend in Hutewaldresten finden, an alten Parks und Hutewäldern. Sie benötigen vielmehr eine Baumart als Wirtsbaum (v. a. Eichen), die bei uns in Mitteleuropa auf den meisten Standorten der menschlichen Förderung gegen Konkurrenz durch Buche bedarf. Ein Beispiel für eine solche Art ist der Eichenheldbock (*Cerambyx cerdo*). Die uralten, noch lebenden Eichen, die er als Brutbäume benötigt, müssen bis in untere Stammbereiche ausreichend besonnt sein. Lassen wir auf einem »buchenfähigen« Standort der Natur ihren Lauf, verschwindet die Habitateignung für diese Art über kurz oder lang. Das kann durchaus in verschiedenen Teilen Deutschlands beobachtet werden, wo die Art noch etwas häufiger ist.

Die Eichen, die eine auf diese Baumgattung spezialisierte Art heute als Lebensraum nutzt, sind in aller Regel Zeugen einer Nutzung in der Vergangenheit, die oft bereits schon mit gezielter Saat und Pflanzung begann. Es folgten Förderung und Schutz, letztlich Nutzung als »Mastbaum« für Eicheln und als »Allzweckbaum«. Wenn praktisch alle der 13 »Urwaldreliktarten«, die wir heute im Spessart finden, mehr oder weniger stark mit der dort vom Menschen stark geförderten Traubeneiche (*Quercus petraea*) in Verbindung stehen, und trotz erheblich höherer Buchen-Anteile keine davon ausschließlich mit der Buche (vgl. Bußler und Walentowski 2010), dann muss die Konsequenz lauten, dass eine Nutzungsaufgabe für diese Komponente der Artenvielfalt kein Konzept ist, das die weitere Existenz in diesem Gebiet sicherstellt. Das wäre dann im schlimmsten Fall eine Art, für die man konstatieren müsste: »Gestern stand sie noch vor einem Abgrund, und heute ist sie schon einen Schritt weiter.« Hier gilt es ideologiefrei zu bewerten, welche Konzepte für den Arterhalt die richtigen sind.

Der Eremit (*Osmoderma eremita*) kann in Kopfbäumen oder alten Obstbäumen gefunden werden (Späth und Pellkofer 2004) und kommt in Südschweden vor allem in alten Eichenwäldern vor (Ranius 2002), die dort praktisch ausschließlich als Folgen früheren Anbaus vorhanden sind (Dröbner et al. 2012). Daher ist er weder streng an Wälder, noch speziell an Urwälder gebunden

(Lorenz 2010). Zwar kommt er – wie im Naturwaldreservat »Waldhaus« – unter ganz bestimmten Voraussetzungen, anders als der Eichenheldbock, bei uns auch an Buchen vor, doch ist nicht bewiesen, dass diese Voraussetzungen (starkastige Uraltbuchen, d. h. das Altwerden von »Protzen«, Mergner und Bußler 2007), auch auf so ausreichender Fläche gegeben sind, dass sein Überleben gesichert ist. So oder so ist er keine »Urwaldreliktart«, aber das schränkt die Sinnhaftigkeit des Schutzes solcher anspruchsvoller, baumbewohnender Arten, in diesem Fall als prioritäre Art der FFH-Richtlinie und Schirmart der Lebensgemeinschaften von Mulmhöhlen (Ranius 2002), in keiner Weise ein. Allerdings läuft die irrtümliche Klassifizierung von Arten als »Urwaldreliktart« Gefahr, zu falschen Schlussfolgerungen für Schutzkonzepte dieser Arten in der Praxis zu führen, nämlich dass Nutzungsaufgabe für sie per se ein geeigneter, der beste oder gar der einzige Weg zu ihrem Schutz wäre.

Der Begriff »Urwaldreliktart«, seit über 100 Jahren in der Entomologie gebräuchlich (z. B. Reitter 1908) und wie »Waldsterben« und »Krummholz« auch ins Englische übernommen, ist besonders deswegen wertvoll, weil er eingeführt ist. Er sollte aber gerade deswegen mit Akkuratessse genutzt werden. Der Begriff beinhaltet zwei Komponenten: Bindung an Urwaldstrukturen und reliktären Status, d. h. fehlende Ausbreitungsfähigkeit (Norden und Appelqvist 2001). Auf nicht wenige Arten, die als solche bezeichnet worden sind (Geiser 1994) oder die heute in Listen von Arten dieser Kategorie geführt werden (Müller et al. 2005), trifft eine von beiden Bedingungen nicht zu, in einigen Fällen sogar beide. Für solche Fälle wären Begriffe wie »Urwaldstrukturzeiger«, »Naturnähezeiger« (z. B. Blaschke et al. 2009) oder aber »Naturwaldrelikte« sinnvoller (vgl. auch die



Abbildung 6: Montaner, bodensaurer Buchen-Tannen-Wald im Naturwaldreservat »Krakel« auf dem langen Weg zum »Naturwald« Foto: S. Müller-Kroehling

Begriffsverwendung in Großbritannien, z. B. Harding und Alexander 1994), denn unklare Definitionen und Begriffsverwendungen erschweren die Konsensbildung und Entscheidungsfindung (Jax et al. 1992).

Die anspruchsvollen Spezialisten unter den »Nutzungsfolgern«, auch jene mit Habitatanforderungen speziell an Elemente des Urwaldes wie Mulmhöhlen, mögen in anderen Teilen Europas (und in der Urlandschaft ursprünglich vielfach auch bei uns) Arten natürlicher Wälder (gewesen) sein, aber unter den bei uns gegebenen Bedingungen würden sie von einer Nutzungsaufgabe unter normalen Umständen vielfach gerade nicht profitieren.

Ein weiteres Beispiel dafür ist, neben Eremit und Heldbock, die Wildkatze (*Felis silvestris*). Sie ist keine Art, die an ungenutzte Wälder gebunden ist, und insofern kann sie auch nicht als Grund für eine Nutzungsaufgabe angeführt werden. Auf mittlere Sicht ist sogar das Gegenteil der Fall, denn nutzungsfrei gestellte Buchenwälder sind bis auf Weiteres zunächst überwiegend geschlossene Buchenwälder. Als solche stellen sie keinen bevorzugten Lebensraum dar, sie sind zu arm an der Nahrungsressource (Kurz- und Langschwanzmäuse), denn nur die Rötel- und Gelbhalsmaus (*Myodes glareolus*, *Apodemus flavicollis*) treten in geschlossenen Buchenwäldern regelmäßig auf und neigen beide nicht zu Massenvermehrungen. Wildkatzen bevorzugen daher eher die »alte Kulturlandschaft« mit Brachen, Grünland, Waldrändern und lichten, vergrasteten Wäldern einschließlich Kulturflächen mit hohen Dichten der Nahrungstiere, alles als Mosaik. Dass sie in der Urlandschaft, die sicher ganz anders aussah und nie wieder auferstehen wird, auch schon in Deutschland vorkamen, steht diesen Überlegungen nicht entgegen.

Wald-Nutzungsaufgabe mit anschließender freier Waldentwicklung wäre für solche Arten »nicht nachhaltig«, ganz abgesehen von der fehlenden Notwendigkeit einer Nutzungsaufgabe für diese Komponente unserer Artenvielfalt. Vielmehr muss es uns auf anderem Wege gelingen, ihre Lebensräume in den Nutzungs-Mix unserer Landschaft zu integrieren. Auf jeden Fall ist es zwingend notwendig, diese Gruppe von den echten »Urwaldrelikten« zu trennen.

### Komponente 4: Nutzungsflüchter und Urwaldstrukturzeiger

Eine Reihe ausbreitungsschwacher Waldarten und Feuchtgebietsbewohner hat die Kultivierung der ursprünglichen, von Feuchtgebieten durchsetzten hin zu einer in manchen Teilen Europas fragmentierten Waldlandschaft inmitten von »Kultursteppen« nicht überlebt, wie man aus Untersuchungen fossiler Käferfunde weiß (Wagner 1997; Whitehouse 2006). Das waren keineswegs durchwegs Urwaldrelikte, sondern vielfach schlichtweg ausbreitungsschwache oder feuchtigkeitsliebende Waldarten. Viele davon gelten heute (v. a. in Norddeutschland und Großbritannien, wo die Wälder besonders stark dezimiert und erst später durch Heideaufforstungen wieder vermehrt wurden) als Zeigerarten »historisch alter Wälder« (Wulf 1994; Harding und Alexander 1994).

Regional, d. h. in waldarmen und stark durch Nadelholzreinbestände überprägten Landesteilen, sind die ein besonders hohes Maß an Naturnähe und Naturwaldrequisiten fordernden Arten vielfach selten geworden oder sogar ausgestorben (Speight 1989). Es sind dies Arten wie der Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*) als nur noch in wenigen Gebieten vorkommender »Uraltlaubwaldspecht« mit Ansprüchen von über 100 Fm/ha (Festmeter pro Hektar) Totholz (Bühler 2009) oder der Veilchenblaue Wurzelhalsschnellkäfer (*Limoniscus violaceus*) (Müller-Kroehling 2008) als Bewohner alter Mulmhöhlen mit Erdkontakt, der heute bayernweit nur noch in einem einzigen Hutewaldrelikt vorkommt. Beides sind Arten der Anhänge von Natura 2000. Weiteren Arten dieser Gruppe, wie dem Schluchtwaldlaufkäfer (*Carabus irregularis*), ist gemeinsam, dass sie eine merkliche Häufung in »Naturwäldern« zeigen, also ungenutzten, naturnah bestockten und sehr totholzreichen Laubwäldern von ausreichender Flächenausdehnung und Habitattradition (Müller-Kroehling 2009).

Die Artenverluste durch vollständiges Aussterben solcher Arten halten sich in Mitteleuropa bisher in Grenzen, aber es gab sie. Ein Beispiel ist der Ungleiche Furchenwalzkäfer (*Rhysodes sulcatus*), ebenfalls eine FFH-Art und ein echtes Urwaldrelikt (Reitter 1908; Borowiec und Iwan 1989), der heute in weiten Teilen seines ursprünglichen Verbreitungsgebietes (Speight 1989) einschließlich Deutschlands ausgestorben ist. Er ist hochspezialisiert auf Zersetzungsprozesse starken Totholzes.



Abbildung 7: Sukzessionsprozesse mit Wald-Offenland-Übergängen sind oft artenreich und Heimat spezialisierter Arten. Foto: S. Müller-Kroehling

Die notwendigen Anstrengungen sind gerechtfertigt, damit sich die Zahl der gefährdeten oder gar ausgestorbenen »Urwaldreliktarten«, »Urwaldstrukturzeiger« und »Naturwaldrelikte« nicht erhöht, und diese wieder »günstige Zukunftsaussichten« haben, wie die FFH-Richtlinie es ausdrückt. Dafür sind allerdings wissenschaftlich fundierte Konzepte notwendig: Um welche Arten geht es, was brauchen sie für Schutzgebiete, auf welcher Fläche? Durch eine Nutzungsfreistellung ist diesen Arten nicht per se geholfen, denn ihre Vorkommen liegen nicht zwangsläufig in den Gebieten, die aus der Nutzung genommen würden, und selbst die Gebiete mit solchen Vorkommen sind aktuell auf erheblicher Fläche nicht in einem Zustand, der Nutzungsfreistellung jetzt erlaubt. Ein gegenwärtig artenreiches, wertvolles Waldgebiet mit zahlreichen gefährdeten und seltenen Arten, das früher komplett intensiv forstlich gepflegt wurde (z. B. als Mittelwald oder Eichen-Hochwald), zu seinem Erhalt aus der Nutzung zu nehmen, kann »nach hinten losgehen«. Einfach zu »hoffen«, dass sich in einem aus der Nutzung genommenen Gebiet »die richtigen Arten schon wieder einstellen werden«, oder die Habitate der vorhandenen Arten erhalten bleiben, wäre teilweise fahrlässig. Die Arten, um die es geht, sind überwiegend relativ ausbreitungsschwach, zumindest in unserer heutigen, weitgehend fragmentierten Landschaft. Einiges spricht aber dafür, dass mit den Ostalpen, dem Inneren Bayerischen Wald und der Hohen Rhön bereits jetzt in den Landesteilen Großschutzgebiete (Nationalparke und Biosphärenreservate) bestehen, wo es von Natur und aus der Geschichte ihrer (meist spät erfolgten und auf Teilfläche extensiven) Nutzung heraus eine besondere Häufung von Arten besonderer Schutzverantwortung und Reliktbestände von »Nutzungsflüchtern« mit Habitattradition gibt.

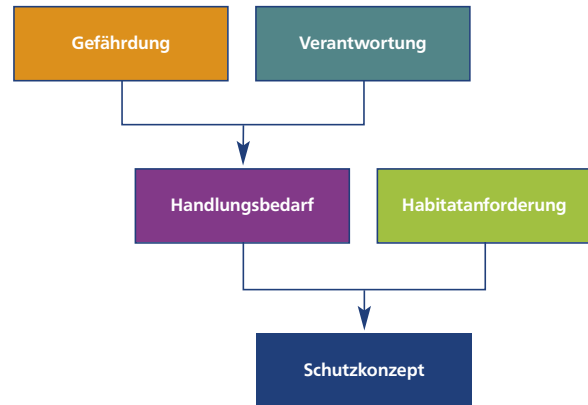


Abbildung 8: Zusammenhang von Gefährdung und Verantwortung (Müller-Kroehling 2012)

### Arten mit besonderer Schutzverantwortung und Forschungsbedarf

Jede einzelne Art, die ihre Lebensgrundlagen bei uns nicht mehr vorfindet, obwohl sie zu den »bayerischen Ureinwohnern« (vgl. Müller-Kroehling 2008) zählt, ist eine zu viel. Diese Aussage gilt unabhängig davon, ob es eine Art ist, für die wir also weltweit eine besondere Schutzverantwortung haben. Für diese ist der Erhalt der Lebensgrundlagen aber am dringlichsten umzusetzen. Man könnte sagen: Wir wollen alle heimischen Arten erhalten, aber mit allerhöchstem Nachdruck müssen es die Arten besonderer Schutzverantwortung sein. Eine Analyse, für welche Arten das zutrifft, und welche Ansprüche diese genau stellen, sollte für alle heimischen Artengruppen intensiv betrieben werden. Sie muss eine wichtige Grundlage für Schutzkonzepte sein (Abbildung 8). Keineswegs per se sind alle Arten hoher Schutzverantwortung an ungenutzte Habitate gebunden (Walentowski und Zehm 2010).

Den bestehenden *Forschungsbedarf* könnte man so beschreiben: Welche Arten sind nicht mit forstlicher Nutzung vereinbar, welche hingegen nur damit, und welche nur mit bestimmten Nutzungsformen wie Hute- oder Mittelwald? Welchen Teil der Komponente können wir also in Nutzungskonzepte integrieren oder als »gegeben« hinnehmen, dass sie mit Nutzung ohnehin klarkommen oder sogar auf diese angewiesen sind? Für die Arten, die dann übrig bleiben, müssen wir fragen, wie ihre ungenutzten Wälder zugeschnitten sein sollten, in welchen Höhenlagen, in welcher Ausformung und wo überhaupt die Reliktbestände dieser Arten noch sind.

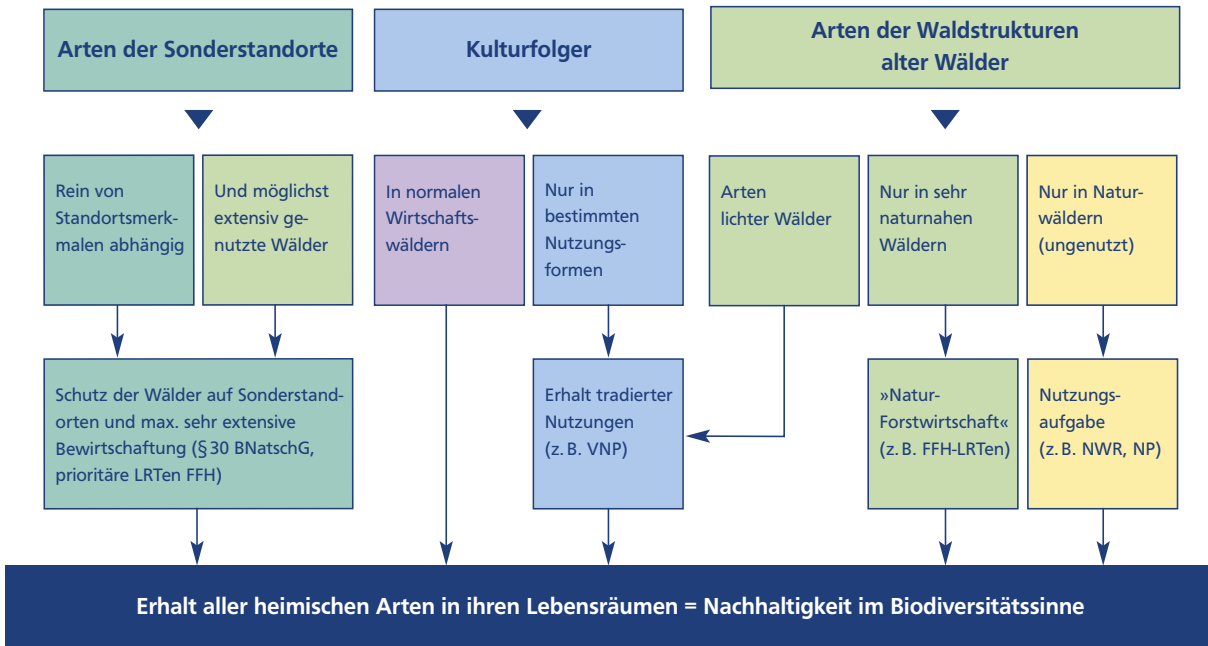


Abbildung 9: Komponenten heimischer Artenvielfalt und notwendige Schutzansätze

Die Zusammenhänge in der Natur sind zum Teil komplex: Der Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), eine Schlüsselart naturnaher Buchenwälder, brütet auch in dicken Waldkiefern und liebt Herkulesameisennester in rotfaulen Fichten. Selbst eine seltene, stenöke Art wie der Blaue Laufkäfer (*Carabus intricatus*) lebt zum Teil neben naturnahen Lebensräumen (z. B. basenreichen Buchenwäldern) ausgerechnet auch in Kiefernforsten, wo er sich von Zangenbock (*Rhagium*)-Larven ernährt. Die Fichten-Glasflügelzikade (*Cixius beieri*) (Rote Liste Deutschlands: gefährdet) lebt auch in Fichtenwäldern der Rhön, wo ihr Habitatbaum aber gar nicht heimisch ist und in mancher Hinsicht (sicher meist nicht zu Unrecht) »auf der Abschussliste« steht.

### Das eine tun und das andere nicht lassen

Es gibt zusammenfassend folgende Hauptkomponenten unserer Artenvielfalt, die ganz unterschiedliche Schutzstrategien erfordern, die sich einer allzu einfachen Kategorisierung in »genutzt-ungenutzt« entziehen.

Nach Flächen und Vorgehensweise differenzierte Konzepte sind dabei gefragt, Einheitslösungen hingegen liefern Gefahr, nicht alle Facetten abzudecken. Aus jeder einzelner der oben genannten Säulen können Arten verloren gehen. Bei jeder Strategie, sei es Wirtschaftswald oder »Prozessschutz«, gibt es Gewinner und Verlierer. Weder die Kielwassertheorie, dass es allen Arten

in bewirtschafteten Wäldern gut gehe, noch die aktuell sehr verbreitet anzutreffende »inverse Kielwassertheorie«, dass in unbewirtschafteten Wäldern alles gut sei bzw. von sich aus werde, treffen zu.

Auch auf der Nutzung entzogenen Flächen erfolgt vielfach Management, denn dem »Prozessschutz« sind oftmals gerade aus Gründen des Artenschutzes Grenzen gesetzt, zumindest, solange die Rahmenbedingungen für das Ablaufen der Prozesse »aus dem Lot« sind. Die entsprechenden Schutzgebietskategorien sollten den Ausgangsvoraussetzungen und dem realistischerweise verfolgten Ziel entsprechend angewandt werden. Dort, wo nachweislich eine Nutzungsfreiheit erforderlich und zielführend ist, muss man auch dieses Instrument konsequent nutzen. Aus Sicht einer globalen Nachhaltigkeit muss man aber in einem Land mit hohem Ressourcenverbrauch wohl ergänzen: und nur dort.

Durch einen ausgewogenen Mix verschiedener Waldnutzungsformen, der bisher vor allem auch aus den unterschiedlichen Zielen und Interessen der großen Zahl von Waldbesitzern entspringt, gelingt es uns für erstaunlich viele – aber keineswegs alle – Arten schon jetzt auch ohne gezielte, übergeordnete Planung glücklicher Weise recht gut. Dort, wo Waldarten auf der Roten Liste stehen, und dies nicht nur, weil sie bei uns ihren absoluten Arealrand erreichen, müssen wir herausfinden, wie wir ihre Situation spürbar verbessern können. Bei vielen Arten ist es der Schutz naturnah

ausgeprägter Wälder der Sonderstandorte, der ihre Bestandssituation verbessern hilft (Müller-Kroehling 2001 und 2012). Dies sind Wälder wie Moor- und Schluchtwälder, Au-, Sumpf und Bruchwälder. Wenn man diesen Waldtypen nicht durch Entwässerung und andere Maßnahmen ihre standörtliche Identität raubt und Forstwirtschaft dort nur in einem Umfang betreibt, der nachweislich in Einklang mit dem Erhalt ihres Charakters als Lebensraum ist, ist das Wichtigste in diesem Bereich getan. Die Roten Listen wären sicher nicht einmal halb so lang, wenn alle Sonderstandorte intakt wären. Die historischen Versuche, auf diesen Standorten zu wirtschaften, oftmals am »Grenzertrag«, hatten (und haben nachwirkend) die schwerwiegendsten Folgen für unsere Artenvielfalt.

### Nachhaltiger Schutz der Artenvielfalt in Wäldern

Nachhaltigkeit hat viele Facetten, die alle realisiert werden müssen. Sie bedeutet jedenfalls auch, unsere heimische Biodiversität vollständig zu erhalten.

An die Wälder werden seitens der Gesellschaft vielfältige Anforderungen gestellt (Borchert und Adelman 2012), der Nutzen für die Allgemeinheit ist hoch, die Transferzahlungen hingegen relativ gering. Ohne Beitrag zum Deckungsbeitrag ist und bleibt Waldnaturschutz meist nur ein Nebenprodukt auf dem Weg zur Erzielung des zu ziehenden forstwirtschaftlichen Nutzens. Oftmals haben dennoch auch bewirtschaftete Wälder eine Bedeutung für bedrohte und spezialisierte Arten, die hinter ungenutzten Wäldern nicht zurückstehen muss.

Das flächenbedeutsamste, angemessenste Instrument zum Erhalt der Artenvielfalt mitteleuropäischer Wälder ist neben einer Vielfalt der forstlichen Nutzungen der Erhalt eines Netzwerkes möglichst naturnaher Wälder auf repräsentativer und vernetzter Fläche, wie es das »Europäische Netzwerk Natura 2000« leisten soll. Naturnähe bedeutet in diesem Kontext eine weitestmöglich aus natürlichen Baumarten zusammengesetzte Bestockung und das ausreichende Vorhandensein aller Waldstrukturen, wie sie für Wälder typisch sind, also vielfältigen Böden wechselnder Feuchtigkeit, einer artenreichen Kraut- und Strauchschicht, Totholz- und Biotopbäumen und Wäldern in allen Entwicklungsphasen, und vor allem in vernetzter Form (Coope 1995). Dieses Ziel verfolgt Bayern auf immerhin 17% der Waldfläche in seinen FFH- und Vogelschutzgebieten. In

diesen Gebieten, zu dem alle Waldbesitzarten Anteile beisteuern, haben die festgelegten Erhaltungsziele, wie etwa der Erhalt naturnaher, großflächiger Laubwälder, im Zweifelsfall Vorrang. Das schließt ein, dass sie in aller Regel genau so auch weiter bewirtschaftet werden können, wie vor ihrer Meldung als Natura 2000-Gebiet, in Einklang mit den Erhaltungszielen des Gebietes.



Abbildung 10: Für die mitteleuropäischen Unterarten des Feuersalamanders haben wir eine besondere Schutzverantwortung. Er bevorzugt feuchte Laubwälder mit Anschluss an naturnahe Waldbäche. Foto: S. Müller-Kroehling

### Literatur

- Blaschke, M.; Helfer, W.; Ostrow, H.; Hahn, C.; Loy, H.; Bußler, H.; Krieglsteiner, L. (2009): Naturnähezeiger – Holz bewohnende Pilze als Indikatoren für Strukturqualität im Wald. *Natur und Landschaft* (84) 12, S.560–566
- Borchert, H.; Adelman, W. (2012): Bedarf an nachhaltigem Holz steigt. *LWF aktuell* 90, S.50–53
- Borowiec, L.; Iwan D. (1989): Nowe stanowiska reliktowych gatunków chrząszczy (Coleoptera) z Roztocza. *Prz. zool.*, 33, S.439–440
- Bußler, H.; Walentowski, H. (2010): Sind Urwaldreliktarten in bayerischen Reservaten an naturnahe Wälder gebunden? *Forstarchiv* 81 (2), S.82
- Bühler, U. (2009): Totholz – existenziell für den Weißrückenspecht. *Schweiz. Z. Forstwes.* 160 (7), S.210–217
- Coope, G. R. (1995): Insect faunas in ice age environments: why so little extinction? In: Lawton, J. H. und May, R. M. (Hrsg.), *Extinction Rates*. Oxford University
- Detsch, R. (1999): Der Beitrag von Wirtschaftswäldern zur Struktur- und Artenvielfalt. Ein Vergleich ausgewählter waldökologischer Parameter aus Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern des Hienheimer Forstes. *Dissertation LMU München*, 208 S.

- Dröbner, L.; Atocchi, G.; Jensen, A. M. (2012): Occurrence and management of oak in southern Swedish forests. *Forstarchiv* 83 (5), S. 163–169
- Duelli, P.; Chumak, V.; Obrist, M. K.; Wirz, P. (2005): The biodiversity values of European virgin forests. *For. Snow. Landsc. Res.* 79 (1), S. 91–99
- Du Bus De Warnaffe, G.; Lebrun, P. (2003): Effects of forest management on carabid beetles in Belgium: implications for biodiversity conservation. *Biological Conservation* 118, S. 219–234
- Europäische Gemeinschaft (2008): TEEB – Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität. Zwischenbericht, 65 S.
- Frei, M. (1941): Der Anteil der einzelnen Tier- und Pflanzengruppen am Aufbau der Buchenbiocoenosen in Mitteleuropa. *Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel Zürich* 1940, S. 11–25
- Frei-Sulzer, M. (1941): Erste Ergebnisse einer biocoenologischen Untersuchung schweizerischer Buchenwälder. *Ber. Schweizer. Bot. Ges.* 51, S. 479–530
- Freibauer, A.; Dröbner, M.; Gensior, A.; Schulze E.-D. (2009): Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. *Natur und Landschaft* 84 (1), S. 20–25
- Geiser, R. (1994): Artenschutz für holzbewohnende Käfer. *Ber. ANL* 18, S. 89–114
- Halme, P.; Toivanen, T.; Honkanen, M.; Kotiaho, J. S.; Mönkkönen, M.; Timonen, J. (2010): Flawed meta-analysis of Biodiversity effects of forest management. *Conservation Biology* 24 (4), S. 1154–1156
- Harding, P. T.; Alexander, K. N. A. (1994): The use of saproxylic invertebrates in the selection and evaluation of areas of relic forest in pasture-woodland. *Brit. J. Entomol. And Nat. Hist.* 7 (Suppl. 1), S. 21–26
- Hermann, G.; Steiner, R. (2000): Der Braune Eichen-Zipfelfalter in Baden-Württemberg. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 32 (9), S. 271–277
- Heydemann, B. (1982): Der Einfluss der Waldwirtschaft auf die Wald-Ökosysteme aus zoologischer Sicht. *Schriftenr. Dt. Rat für Landespflege* 40, S. 926–944
- Holdhaus, K. (1954): Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. *Abh. Zool.-Bot. Ges. Wien* 18, S. 1–493
- Horvat, I.; Glavac, V.; Ellenberg, H. (1974): *Vegetation Südosteuropas*. Stuttgart (Fischer), 768 S.
- Jax, K.; Zauke, G. P.; Vareschi, E. (1992): Remarks on terminology and the description of ecological systems. *Ecol. Modelling* 63, S. 1331–41
- Kölling, C.; Müller-Kroehling, S.; Walentowski, H. (2004): Geschützte Waldbiotop. *Pirsch H. 3 – H. 21/2004 und Sonderheft*, 40 S.
- Korpel, S. (1995): *Urwälder der Westkarpaten*. Stuttgart, 310 S.
- Lorenz, J. (2010): »Urwaldrelikt«-Käferarten in Sachsen. *Sächs. Ent. Z.* 5, S. 69–98
- Magri, D. (2008): Patterns of post-glacial spread and the extent of glacial refugia of European beech (*Fagus sylvatica*). *J. Biogeogr.* 35, S. 450–463
- Mergner, U.; Bußler, H. (2007): Der Buchenprotz – Elitebaum für die Artenvielfalt des Waldes. *AFZ/Der Wald* 4, S. 164–165
- Müller, J.; Bußler, H.; Bense, U.; Brustel, H.; Flechtner, G.; Fowles, A.; Kahlen, M.; Möller, G.; Mühle, H.; Schmidl, J.; Zabransky, P. (2005): Urwald relict species – Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldökologie online* 2, S. 106–113
- Müller, J.; Brunet, J.; Brin, A.; Bouget, C.; Brustel, H.; Bussler, H.; Förster, B.; Isacson, G.; Köhler, F.; Lachat, T.; Gossner, M. (2012): Implications from large-scale spatial diversity patterns of saproxylic beetles for the conservation of European Beech forests. *Insect Conservation and Diversity*, doi: 10.1111/j.1752-4598.2012.00200.x
- Müller, J.; Leibl, F. (2011): Unbewirtschaftete Wälder sind europaweit artenreicher. *AFZ/Der Wald* 20, S. 20–21
- Müller-Kroehling, S. (2001): Welchen Lebensräumen entstammt die heutige Artenvielfalt in Mitteleuropa. *Natur und Kulturlandschaft* 5, S. 99–109
- Müller-Kroehling, S. (2008a): Natura 2000-Arten, Folge 12: Ureinwohner mit Wohnungsnotstand: Der Veilchenblaue Wurzelhalsschnellkäfer. *AFZ/Der Wald* 4, S. 195
- Müller-Kroehling, S. (2008b): Laufkäfer, Zeigerarten für Naturnähe. *LWF aktuell* 63, S. 14–18
- Müller-Kroehling, S. (2009): Endemische Laubwald-Laufkäfer in bayerischen Buchen- und Schluchtwäldern. *LWF Wissen* 61, S. 57–66
- Müller-Kroehling, S. (2012): Prioritäten für den Wald-Naturschutz – Die Schutzverantwortung Bayerns für die Artenvielfalt in Wäldern, am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae). *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* – published online (urn:nbn:de:0041-afsv-01318), 16 S.
- Müller-Kroehling (2013, in Druck): Eichenwald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie in Deutschland – drängende Fragen und mögliche Ansätze für ein Konzept zu Erhalt und Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, S. 155–163
- Müller-Kroehling, S.; Schmidt, O. (1999b): Großtiere als Landschaftsgestalter. *Nationalpark* 3, S. 8–11
- Nickel, H. (2002): The Leafhoppers and Planthoppers of Germany. Patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. *Dissertation Univ. Göttingen*, 307 S.

- Norden, B.; Appelqvist, T. (2001): Conceptual problems of ecological continuity and its bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 10, S. 779–791
- Ranius, T. (2002): *Osmoderma eremita* as an indicator of species richness of beetles in tree hollows. *Biodiversity and Conservation* 11 (5), S. 931–941
- Reitter, E. (1908): *Fauna Germanica, die Käfer des Deutschen Reiches*. I. Band, K.G.Lutz' Verlag, Stuttgart 1908
- Riley, K. N.; Browne, R. A. (2011): Changes in ground beetle diversity and community composition in age structured forests. *ZooKeys* 147, S. 601–621
- Schön, M. (1995): *Forstwirtschaft und Gefäßpflanzen der Roten Liste*. Dissertation Univ. Freiburg, 310 S. + Anh.
- Späth, J.; Pellkofer, B. (2007): Eremitenkäfer *Osmoderma eremita* in Kopfweiden und Obstbäumen des Unteren Isartaales. *Nachrichtenbl. Bayer. Ent.* 56 (3/4), S. 102–108
- Speight, M. D. (1989): The status of saproxylic invertebrates in Europe. Council of Europe, 81 S.
- Sprick, P.; Floren, A. (2008): Species richness and historical relations of arboreal phytophagous beetles – a study based on fogging samples from primeval forests of Poland, Romania and Slovenia (Chrysomeloidea, Curculionoidea). In: Floren, A. & J. Schmidl (eds): *Structure, diversity and functional aspects of the arthropod fauna in Central European canopies*. S. 225–260
- Wagner, P. E. (1997): Human impact or cooling climate? The 'Little Ice Age' and the beetle fauna of the British Isles. *Quat. Proc.* 5, S. 269–276
- Walentowski, H. (2011): Sowohl bewirtschaftete als auch unbewirtschaftete Wälder nötig. *AFZ/Der Wald* 22, S. 25–27
- Walentowski, H.; Zehm, A. (2010): Reliktische und endemische Gefäßpflanzen im Waldland Bayern – eine vegetationsgeschichtliche Analyse zur Schwerpunktsetzung im botanischen Artenschutz. *Tuexenia* 30, S. 59–81
- Walentowski, H.; Bußler, H.; Bergmeier, E.; Blaschke, M.; Finkeldey, R.; Gossner, M.; Litt, T.; Müller-Kroehling, S.; Philippi, G.; Pop, V. V.; Reif, A.; Schulze, E.-D.; Strätz, C.; Wirth, V. (2010): Sind die deutschen Waldnaturschutzkonzepte adäquat für die Erhaltung der buchenwaldtypischen Flora und Fauna? Eine kritische Bewertung basierend auf der Herkunft der Waldarten des mitteleuropäischen Tief- und Hügellandes. *Forstarchiv* 81, S. 195–217
- Whitehouse, N. J. (2006): The Holocene British and Irish ancient forest fossil beetle fauna: implications for forest history, biodiversity and faunal colonisation. *Quatern. Sci. Reviews* 25, S. 1755–1789
- Wilkinson, D. M. (1999): The disturbing history of intermediate disturbance. *Oikos* 84 (1), S. 145–147
- Winter, S. (2006): Naturnähe-Indikatoren für Tiefland-Buchewälder. *Forstarchiv* 77, S. 94–101
- Wulf, M. (1994): Überblick zur Bedeutung des Alters von Lebensgemeinschaften, dargestellt am Beispiel »historisch alter Wälder«. *NNA-Berichte* 7 (3), S. 3–14
- Zollner, A.; Cronauer, H. (2003): Der Wasserhaushalt von Hochmooreinzugsgebieten in Abhängigkeit von ihrer Nutzung. *LWF-Bericht* 40, S. 39–46

**Keywords:** Forest biodiversity, sustainability, conservation strategies, integrative approach, segregative approach, wake strategy, inverse wake strategy, Urwald relic species, conservation responsibility

**Summary:** Ensuring the welfare of all native forest-dwelling species must be an integral part of all true sustainability definitions. This goal warrants a multi-faceted approach that takes into consideration the diverse reasons that parts of our biota are presently threatened. By far not all of these species would benefit from a segregational strategy of setting-aside forests on a much larger basis than presently, and this is true even for some of the species that require certain »Urwald« structures. Many of these will tolerate only a light forest cover in combination with these structures, or are linked to light-demanding trees like oaks, which was provided by breakdown phases in the virgin forests but cannot be expected by newly set-aside forests in the foreseeable future, where in most situations, dense beech forests in the optimal phase will proliferate. For this reason, the »inverse wake theory« is as much in error as the original »wake theory«. Science-based, tailor-made strategies are needed for the threatened components of our biota. The most important measure for most threatened species groups would be the more efficient protection and restoration of all extreme forests habitats, like all forests on bog, swamp, floodplain, ravine, scree, dune and shallow bedrock soils, including their naturally open counterparts in a habitat mosaic. The strategies and efforts in this direction are also likely to favour those species with a high global responsibility for their protection on our part.



# 4 Nachhaltige Sicherung soziokultureller Waldfunktionen

---

# Leistungen der Forstwirtschaft für den Hochwasserschutz

Franz Binder

**Schlüsselwörter:** Hochwasserentstehung, Bewaldungsprozent, Baumartenmischung

---

**Zusammenfassung:** Hochwasser sind keine Ausnahmereignisse und kehren regelmäßig wieder. Ein hoher Waldanteil im Einzugsgebiet der Wasserläufe hilft Hochwasserscheitel zu dämpfen. Durch Baumartenwahl, waldbauliche Behandlung und schonende Holzbringung lässt sich der Beitrag des Waldes zum Hochwasserschutz steuern. Die positive Waldflächenmehrung der letzten Jahrzehnte ist aus Sicht des Hochwasserschutzes zu begrüßen.

---

Historische Beschreibungen belegen, dass Hochwasser seit jeher zu den großen Naturkatastrophen zählen. Die Schilderungen beinhalten sehr häufig Hinweise auf witterungsklimatische Ursachen der Hochwasser, welche recht eindeutig nach vier Kategorien unterschieden werden können und Kombinationen davon (Glaser 2008):

- Regen
- Schneeschmelze
- Eisgang
- Regen auf Schnee

Vor allem das Zusammentreffen von Eisgang mit einer der anderen Ursachen war in der Kleinen Eiszeit (Anfang des 15. Jahrhunderts bis Ende des 19. Jahrhunderts) für das Auslösen extremer Hochwasser verantwortlich. Beispiel hierfür ist die Überschwemmungskatastrophe von 1784, die nach Glaser (2008) als eine der größten Umweltkatastrophen der Frühen Neuzeit in Mitteleuropa angesehen werden kann. Heute spielt Eisgang nur noch selten eine Rolle bei der Entstehung von Hochwasser im Unterschied zu starken Niederschlagsereignissen. Hierbei sind zwei Formen, Dauerregen und Starkregen, von Bedeutung. Der Dauerregen erstreckt sich häufig über eine große Fläche. Nach ergiebigen, lang anhaltenden Niederschlägen, wenn die Bodenporen mit Wasser gefüllt sind oder der Boden gefroren ist, können die Böden kein Wasser mehr aufnehmen.

Es fließt ober- oder unterirdisch den Wasserläufen zu. Diese können dann über die Ufer treten und die Umgebung überschwemmen. Im Unterschied dazu hat der Starkregen, der häufig von Gewittern begleitet wird meist eine kleinräumige Ausprägung. In kurzer Zeit regnet es plötzlich sehr viel. Der Boden ist häufig noch »trocken« und kann, wenn er nicht durch Infrastruktur versiegelt ist, durch seine Struktur als Schwamm wirken und Wasser aufnehmen, das er dann langsam wieder freilässt. Eine positive Wirkung des Waldes wird hier weitgehend bejaht. Grundsätzlich aber gilt: Ist der Schwamm voll, hat der Boden ob im Wald oder auf der Freifläche seine Bedeutung als Auffangbecken für das gerade stattfindende Niederschlagsereignis verloren! Das Becken läuft über.

Das Porenvolumen des Schwamms kann durch die Landnutzungsform indirekt beeinflusst werden. Nach Nordmann (2011) sind sich die meisten Experten einig, dass die Landnutzungsform Wald den günstigsten Einfluss auf die Abflussverzögerung ausübt und nach Schüler (2008) belegen zahlreiche Untersuchungen die Verminderung der jährlichen maximalen Scheitelabflüsse. Die wichtigsten Einflussfaktoren sind hierbei die Verbesserung der Infiltrationsleistung des Bodens sowie die Verdunstung von Wasser und Interzeptionspeicher (Nordmann 2011). Allerdings kann es auch im Wald zu einem raschen Wasserabfluss kommen. Zum Beispiel durch Entwässerungsgräben entlang von Waldwegen oder durch Rückewege (Grunert und König 2000 zitiert nach Schüler 2008), die allerdings für die ordnungsgemäße Waldbewirtschaftung unerlässlich sind.

Die positive Wirkung des Waldes auf das Hochwassergeschehen müsste mit dem Waldanteil im Einzugsgebiet korreliert sein. Tatsächlich konnten Cosandey et al. 2005, zitiert nach Nordmann 2011, an einem Beispiel zeigen, dass der Gesamtabfluss bei einem 53mm Regenereignis im nicht bewaldeten Einzugsgebiet um 50% höher ist als im vergleichbaren bewaldeten Einzugsgebiet.

Nachtnebel (2008) analysierte die Landnutzungsänderung und deren Auswirkungen auf das Abflussgeschehen in einem Voralpeneinzugsgebiet (725 km<sup>2</sup>) der Traisen (Niederösterreich). Es lagen Informationen



Abbildung 1: Der Schwamm ist voll. Foto: F. Binder

über einen Zeitraum von circa 250 Jahren vor, die Niederschlagsaufzeichnungen reichen bis 1893 zurück. Um 1880 war Hutweide mit einem Flächenanteil im Einzugsbereich von 54,1% die dominierende Nutzungsform, der Waldanteil lag bei rund 15%. 120 Jahre später lag der Waldanteil bei 80% und die Hutweide wurde nicht mehr ausgeübt. Um die Abflussveränderungen als Folge der Landnutzungsänderungen zu beschreiben, wurde ein hydrologisches Modell für das Einzugsgebiet erstellt. Der Einfluss der zunehmenden Waldnutzung wurde durch geänderte Durchwurzelungstiefen und durch eine Abnahme der Grünlandfläche parametrisiert. Infolge der vergrößerten Waldflächen zeigt sich bei den kleineren Hochwasserereignissen eine deutliche Dämpfung der Hochwasserscheitel bis zu etwa 50%. Größere Ereignisse weisen noch eine Scheitelreduktion von circa 10% auf (Nachtnebel 2008).

Binder et al. (2006) gingen in einem Pilotprojekt im Gemeindebereich Geltendorf mit dem Einzugsmodell ArcEGMO-PSCN der Frage nach, ob mit Aufforstungen die Gefahr durch Hochwasser verringert werden kann. Demnach hängt der Einfluss des Waldes auf das Abflussgeschehen in einem kleineren Einzugsgebiet auch von seinem Waldanteil ab. Mit Zunahme des Bewal-

dungsprozentes nimmt das Mittel aller Jahresabflussmaxima ab (Abbildung 2).

Mendel 2000, zitiert nach Kennel 2004, schließt aus verschiedenen und prähistorischen Indizien, dass vermehrte Sedimentation auf häufigere und stärkere Hochwasser in Folge von Waldrodungen zurückzuführen sei. Er vermutet dies auch für die Jahrtausendflut von 1342, die in einer Zeit sehr geringen Waldanteils von allenfalls 17% stattfand.

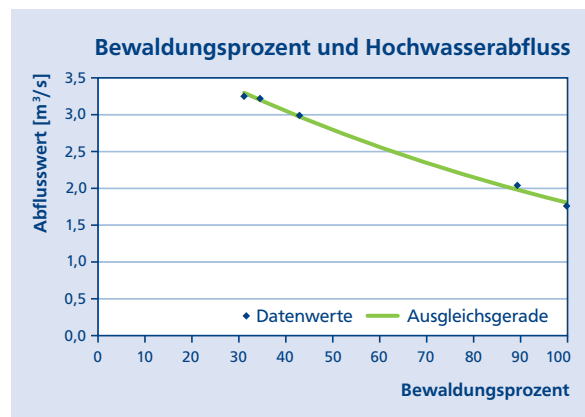


Abbildung 2: Einfluss des Bewaldungsprozentes auf den Hochwasserabfluss (Mittel aller Jahresmaxima)

## Fazit

Die Bedeutung des Waldbodens für den Hochwasserschutz ist am größten, wenn der Bodenwasserspeicher möglichst leer ist. Ein hohes Bewaldungsprozent im Einzugsgebiet von Flüssen und Bachläufen schützt nachhaltig besser vor Hochwasser als Freilandflächen. Wald trägt damit nachhaltig zum Hochwasserschutz bei.

## Die Baumartenmischung und die waldbauliche Behandlung macht's

Je intensiver und tiefgründiger ein Boden durchwurzelt ist, desto höher ist seine Wasserspeicherkapazität. Diese intensive und unterschiedlich tiefe Durchwurzelung ist in Mischbeständen im Vergleich zu Reinbeständen höher. Auch durch die Bodenrauhigkeit wird Wasser zurückgehalten. Gleichzeitig verdunstet die Waldvegetation mehr Wasser als andere Vegetationsgesellschaften. Die Baumwurzeln entziehen dem Boden das Wasser bis in größere Tiefen, wodurch die Böden aufnahmefähiger für Niederschlagswasser sind. Der Boden und besonders der Wurzelraum sind daher die Schlüsselgrößen, über die der Wald einen Einfluss auf den Wasserhaushalt haben kann. Je nach Bodentyp wirken der Wald und die Wahl der Baumart auf die Speicherkapazität des Bodens mehr oder weniger stark.

Den größten Einfluss auf die Speicherwirkung haben Wälder und damit indirekt forstliche Maßnahmen auf Standorten, die periodisch vernässt sind, also auf tiefgründigen, gehemmt durchlässigen Böden (Hegg 2006). Hier kann durch eine standortsgerechte Baumartenwahl und einen geeigneten Bestandaufbau mit tiefwurzelnden Baumarten die Bodenspeicherleistung am meisten beeinflusst werden. Die größte Speicherwirkung haben Waldbestände auf tiefgründigen, normal durchlässigen Standorten, während stark vernässte, sehr flachgründige oder stark durchlässige Standorte eine geringe Speicherwirkung aufweisen.

Hochwasserschutzwald sollte eine große Durchwurzelungstiefe aufweisen, wobei besonders die Fähigkeit von Baumarten, zeitweilig vernässte Horizonte zu erschließen, entscheidend ist. Tanne, Eiche oder Erle sind dazu besonders befähigt, während die Buche hier nicht mithalten kann, aber immer noch der Fichte überlegen ist. Neben der Durchwurzelungstiefe ist

auch die Durchwurzelungsintensität von Bedeutung, die unter Buche und Tanne größer ist als unter Fichte.

Für die anzustrebende möglichst intensive Durchwurzelung des Bodens ist ein hoher Deckungsgrad der Waldbestockung anzustreben. Auf Standorten mit einem großen potenziellen Beitrag des Waldes bzw. waldbaulicher Maßnahmen zum Hochwasserschutz sollte der Deckungsgrad dauerhaft mindestens über 60% liegen. Im Idealfall liegt der Deckungsgrad dauerhaft über 70% (Frehner et al. 2005).

Wichtig ist aber auch eine gute Verteilung der Durchwurzelung über den ganzen potenziellen Wurzelraum, sowohl in horizontaler als auch vertikaler Richtung. Folglich sind Bestandeslücken so klein wie möglich zu halten. Eine stufige Bestockung gewährleistet in vertikaler Richtung auch eine gute Durchwurzelung. Die optimale Struktur besitzt daher ein kleinflächig gestuftes, femelartig verjüngter Wald mit hohem Deckungsgrad. Da auf Kahlschlägen und Windwurfflächen der Oberflächenabfluss ansteigt, sind Kahlschläge zu vermeiden und der Windwurfgefahr sollte durch intensive Bestandespflege begegnet werden.

## Pflegliche Holzernte – der Wald dankt es nachhaltig durch Wasserrückhalt

Bei der Holzernte darf es nicht zu einer Bodenverdichtung kommen, denn diese führt zu einer langfristigen Verschlechterung der Infiltrationsbedingungen sowie einer verringerten Durchlässigkeit und Speicherkapazität des Bodens. Damit lässt die Hochwasserschutzwirkung nach, bzw. es steigt der Oberflächenabfluss an. Ein flächiges Befahren des Waldbodens ist daher ein Tabu. Rückegassen sind für die Bewirtschaftung notwendig, dürfen aber nicht zu Erosionsrinnen werden, da sie sonst zur Abflussverschärfung beitragen. Beim Bau von Wegen sollte eine Abflusskonzentration ebenfalls vermieden werden. Dies kann durch Quertwässerungen erfolgen, die das Wasser zurück in den Bestand leiten.

Ebenso wirken naturnahe Moore abflussverzögernd, so dass eine Renaturierung die Hochwassergefahr verringern kann.

## Schlussfolgerung

Aus Gründen des Hochwasserschutzes ist die Waldvermehrung insbesondere in waldarmen Gebieten grundsätzlich zu begrüßen. In den letzten 30 Jahren stieg die Waldfläche im Freistaat Bayern entgegen dem weltweiten Abwärtstrend an und wuchs um mehr als 16.000 ha (StMELF 2012). Die Zahlen belegen die erfolgreiche Umsetzung einer wesentlichen gesetzlichen Vorgabe der bayerischen Forstpolitik, die den Erhalt und die Vermehrung der Waldfläche beinhaltet und damit einen guten Beitrag zum Hochwasserschutz leistet.

**Keywords:** flood generation, forest cover percentage, tree species composition

---

**Summary:** Floods are no exceptions and return regularly. A high proportion of forest in the catchment area of the rivers helps to dampen flood peaks. Through choice of tree species, silvicultural treatment and careful skidding forests can contribute to a certain degree to control floods. The positive forest cover increase of his last decades supplemented this positive outcome.

---

## Literatur

Bayerisches Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2012): Bayerns Waldfläche nimmt weiter zu. Pressemitteilung

Binder, F.; Macher, C.; Klöcking, B. (2006): Integrale Planung von Erstaufforstungen am Beispiel der Paar in der Gemeinde Geltendorf. LWF Wissen 55, S. 73–82

Frehner, M.; Wasser, B.; Schwitter, R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 564 S.

Hegg, C. (2006): Waldwirkung auf Hochwasser. LWF Wissen 55, S. 29–33

Glaser, R. (2008): Klimageschichte Mitteleuropas. 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 2. Auflage, 264 S.

Kennel, M. (2004): Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wald und Forstwirtschaft in Bayern. LWF Wissen 44, 76 S.

Nachtnebel, H. P. (2008): Wirkung von land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen auf die Abflussbildung. Mitteilungen Institut für Wasserwesen, Heft 100, S. 51–61

Nordmann, B. (2011): Einfluss der Forstwirtschaft auf den vorbeugenden Hochwasserschutz – integrale Klassifizierung abflussintensiver Waldflächen. Dissertation TU München. S. 242

Schüler, G. (2008): Dezentraler Wasserrückhalt im Wald in Abhängigkeit des Standortpotentials. Mitteilungen Institut für Wasserwesen, Heft 100, S. 63–72

---

# Schutzwald sichert Lebensräume nachhaltig

Franz Binder

**Schlüsselwörter:** Schutzwald, Naturgefahren, Waldstrukturen

---

**Zusammenfassung:** Naturgefahren treten in ganz Bayern auf. Der Wald leistet einen wichtigen Beitrag zum Schutz vor diesen Gefahren. Den besten Schutz gewährleisten kleinflächig strukturierte, ungleichaltrige Dauerbestockungen ohne Lücken. Dort wo der Wald diese Funktionen nicht erfüllt, muss ihm geholfen werden. Ein gutes Beispiel ist die Schutzwaldsanierung.

---

In Bayern treten je nach Region Naturgefahren wie Lawinen, Hochwasser, Murgänge, Steinschläge, Felsstürze und Rutschungen mit unterschiedlicher Intensität und Frequenz auf. Mit Hochwasser ist in allen Landesteilen zu rechnen, Lawinen dagegen sind im Wesentlichen auf den Alpenraum beschränkt. Von Felssturz und Steinschlag sind vor allem die Landschaftsräume Schwäbisch-Fränkischer Jura und der Alpenraum betroffen (StMUG 2010). Naturgefahren werden zur Katastrophe, sobald sie zu schweren Verlusten an Menschenleben und Sachwerten führen. Grundsätzlich kann den Naturgefahren durch drei Handlungsstrategien begegnet werden:

- Anpassung der menschlichen Raumnutzung an die drohenden Gefahren (Vorsorge bzw. Vermeidungsstrategie)
- Schutz durch technische Verbauungsmaßnahmen
- Schutz durch den Erhalt eines intakten Schutzwaldes

Die Sicherung und Verbesserung der Schutzfunktionen der Bergwälder hat in den Bergregionen Bayerns in den letzten Jahrzehnten deutlich an Bedeutung gewonnen. Trotz aller Anstrengungen in Form von technischen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen sowie nachhaltiger Schutzwaldbewirtschaftung ist eine Sicherheit vor Naturgefahren allerdings immer nur begrenzt möglich.

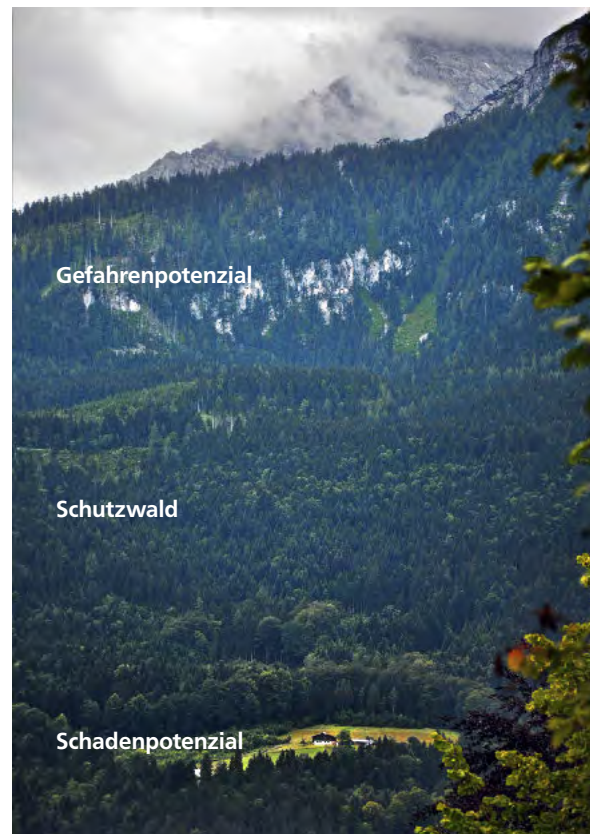


Abbildung 1: Objektschutzwald Foto: F. Binder

Damit Wald zum Schutzwald wird, ist das Vorhandensein eines Gefahrenpotenzials (z. B. Felshang) sowie eines Schadenpotenzials (z. B. ein Gehöft) nötig und es muss Wald vorhanden sein, der gegenüber der Naturgefahr eine Schutzwirkung entfalten kann (Abbildung 1). Diese Schutzwirkung erbringt der Bergwald vor allem gegen gravitative Naturgefahren, die durch Schnee, Erdbewegungen und Wasser verursacht werden. Ihre Bewegungsrichtung wird von der Schwerkraft bestimmt (GFS 2011). Vor biotischen (z. B. Insekten) und abiotischen Naturgefahren (z. B. Feuer, Trockenheit, Sturm) schützt der Wald dagegen kaum.



Abbildung 2: Flachgründige Rutschungen beginnen häufig erst außerhalb des Waldes. Foto: F. Binder

### Schützt Wald vor Lawinen, Steinschlag und Rutschungen?

Schutzwälder können die verschiedenen Naturgefahren selten ganz verhindern, aber mehr oder weniger stark in ihrer Wirkung vermindern. Im Unterschied zu technischen Verbauungen schützt Wald auf großer Fläche gleichzeitig gegen verschiedene Naturgefahren kontinuierlich und nachhaltig. Dieser große Vorteil wird durch Schutzwaldpflege erzielt, die die Schutzwirksamkeit des Waldes dauerhaft gewährleisten soll. Sie ist wesentlich kostengünstiger als technische Maßnahmen, die zudem aufgrund ihrer endlichen Lebensdauer regelmäßig erneuert werden müssen.

Die Zielstruktur des Schutzwaldes kann sich unterscheiden und hängt von der vor Ort drohenden Hauptgefahr bzw. dem Gefahrenmix ab. Heißt das Gefahrenpotenzial Lawine, sind immergrüne Nadelwälder gefragt. Durch die geringere Abstrahlung von kurz- und langwelliger Strahlung im wintergrünen Wald im Vergleich zum winterkahlen Wald bildet sich weniger Schwimmschnee und höhere Schneetemperaturen bewirken eine festere Schneedecke (Frehner et al. 2005).

Der Anteil von Laubholz oder Lärche sollte in Lawinenschutzwäldern daher 30% nicht überschreiten. Immergrünes Nadelholz ist daher grundsätzlich zu fördern. Dies trifft lediglich am Rand von Lawinengassen nicht zu, da Fichte, Tanne und Kiefer im Gegensatz zu den winterkahlen Baumarten Lärche, Buche und Bergahorn den Luftdruck abgehender Lawinen oft nicht überstehen. Im Auslaufbereich von Lawinen sind wiederum laubholzreiche Jungbestände von Vorteil. Sie werden lediglich gebrochen und treiben erneut aus, so dass eine buschartige Vegetation entsteht, die gleichzeitig vor Erosion und Steinschlag schützt.

Seine Schutzwirkung entfaltet der Wald jedoch nicht durch das Aufhalten oder Abbremsen von Lawinen, sondern vor allem indem er das Anreißen von Lawinen verhindert. Dies bewirkt der Wald durch verschiedene Faktoren, die auf einer waldfreien Fläche fehlen. Durch die Schneeeinterzeption ist die Schneemenge im Wald deutlich geringer als im Freiland und die Schichtung der Schneedecke wird durch den herabfallenden Schnee gestört. Damit entstehen im Unterschied zu Freiflächen keine großflächig homogenen Schichten, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit eines Schnee-

brettabgangs verringert. Durch den ausgeglicheneren Temperaturgang im Wald enthält die Schneedecke gleichzeitig weniger Schwachschichten und ist fester.

Die Schutzwaldpflege im Lawinenschutzwald sollte eine plenter- oder gruppenplenterartig aufgebaute Dauerbestockung mit einem dichten Unterstand und gut ausgebildeten Kronen fördern, denn diese Waldstrukturen bieten den besten Schutz vor Schneebewegungen. Dies zu erreichen und zu erhalten ist allerdings auf großer Fläche nur bei einem angepassten Wildbestand möglich bzw. tragen nicht angepasste Wildbestände dazu bei, die Lawinenschutzfunktion des Waldes zu untergraben.

Die Anforderungen an einen Steinschlagschutzwald richten sich auch nach dem zu schützenden Objekt. So sind bei Straßen vor allem kleine aber häufige Steinschläge das Problem, während es für Häuser eher die großen aber seltenen Steinschlagereignisse sind. Die anzustrebende Waldstruktur ist von der Gesteinsgröße und -energie abhängig. Eine gezielte Waldpflege kann technische Verbauungen gegen Steinschlag unter Umständen entbehrlich machen bzw. wird es durch die Pflege möglich, Verbauungen für Steine mit weniger Energie und niedrigeren Sprunghöhen zu dimensionieren. Wo sich die Steine lösen, im Entstehungsgebiet, ist der potenzielle Beitrag des Waldes zum Schutz vor Steinschlag als »mittel« einzuschätzen. Instabile, schwere Bäume können durch ihr Schwanken im Wind die Steinschlaggefahr erhöhen, insbesondere wenn sie vom Sturm geworfen werden und ihre Wurzeln die Steine aus dem Boden reißen. Sie sollten daher den Wald im Entstehungsgebiet nicht prägen. Auf dem Weg ins Tal und im Ablagerungsgebiet, wo der Steinschlag zur Ruhe kommt, ist die Schutzwirkung des Waldes groß, da die Steine im Kontakt mit den Bäumen an Energie und damit an Zerstörungskraft verlieren. Durch Baumzahlverringeringen bei der Schutzwaldpflege kann die Schutzfunktion vorübergehend herabgesetzt werden. Doch je strukturierter die Bestände sind, desto kürzer sind die negativen Nachwirkungen von Eingriffen, denn die durch Nutzung entnommenen »Energieaufnehmer« werden durch die nachwachsende Verjüngung rasch wieder ersetzt. Den besten dauerhaften Steinschlagschutz gewährleisten kleinflächig strukturierte, ungleichaltrige Dauerbestockungen ohne Lücken.

In Gebirgen sind Rutschungen und Erosion normale Vorgänge. Für das Auftreten von Rutschungen ist der Wassergehalt des Bodens entscheidend. Er erhöht das

Eigengewicht des Bodens, während gleichzeitig die innere Reibung und Haftung abnimmt. Daher sind viele Rutschungen auf eine starke Durchnässung des Bodens zurückzuführen. Flache Rutschungen werden normalerweise nur durch kurze Starkregenereignisse ausgelöst, tiefer greifende Rutschungen dagegen durch längere Nässeperioden. Neben Regenniederschlag kann aber auch starke Schneeschmelze eine entsprechende Durchnässung des Bodens verursachen. Für die Entstehung von Rutschungen sind ebenfalls die Hangneigung und die Art des Lockermaterials wichtige Faktoren (Tabelle 1). Rutschungen treten besonders bei homogenen tonigen bzw. siltigen Lockergesteinen und mächtigen Lockersedimenten, in Gebieten mit Flysch und kalkigen Mergelschiefern sowie beim Vorkommen metamorpher Schiefer auf. Bei Felsrutschungen sind die Gleitbahnen meist schon vorgezeichnet, während sie sich bei Lockergesteinsrutschungen auch spontan bilden können.

| Lockergesteinsart   | Kritische Hangneigung |
|---|-----------------------|
| Mergel- und tonreiche Böden   | ≥ 25° (47%)           |
| Mittlere Bodeneigenschaften ohne starke Vernässungsmerkmale               | ≥ 30° (58%)           |
| Gut durchlässige, sandige, kiesige Böden mit wenig Feinanteil (z. B. Ton) | ≥ 35° (70%)           |

Tabelle 1: Richtwerte für die kritische Hangneigung bei verschiedenen Lockergesteinsmaterialien (Frehner et al. 2005)

Hanganbrüche treten überwiegend in nicht bewaldeten Gebieten auf. Ihr Vorkommen wird von der Rutschanfälligkeit der oberen Bodenschichten beeinflusst. Wenig wasserdurchlässige Böden (z. B. aus toniger Moräne) und Quellaustritte fördern sie. So entstehen Hanganbrüche häufig in frischen bis feuchten, oftmals auch wechselfeuchten Bereichen. Flachgründige Rutschungen bis in 2 m Tiefe liegen im Wurzelraum des Waldes. Damit wird der Boden bis in diese Tiefe durch das Wurzelwerk mechanisch armiert und stabilisiert (Abbildung 2) und wirkt Rutschungen entgegen. Wald leistet hier einen wesentlichen Beitrag, um oberflächliche Rutschungen und Erosion zu verhindern. Bei tiefer reichenden Hanganbrüchen oder Rutschungen ist die Schutzwirkung des Waldes dagegen gering.



Entscheidend für einen guten Schutz gegenüber Rutschungen ist die tiefgründige und intensive Durchwurzelung des Bodens, auch bei dichten und vernässten Böden. Unter den Laubbäumen gewährleisten das am besten Esche, Ulme, Aspe und Schwarzerle, unter den Nadelbäumen Tanne und Kiefer. Die Wahl der richtigen Baumarten ist bei dieser Naturgefahr noch von deutlich größerer Bedeutung als im Lawinen- und Steinschlagschutzwald.

### Schutzwald und Klimawandel

In Bayern trägt Wald auf großer Fläche zum Schutz gegen die verschiedenen Naturgefahren bei. Der Wald leistet dies allein schon aufgrund seines Vorhandenseins. Damit ist die nachhaltige Erhaltung und Sicherung der Waldfläche auch unter dem Zeichen des Klimawandels die von der Gesellschaft zu erfüllende Mindestanforderung. Im Gegenzug wird die Gesellschaft durch eine stetige und optimale Bereitstellung sämtlicher materieller und immaterieller Leistungen des Waldes – insbesondere des Schutzwaldes – belohnt.

Der Klimawandel ist inzwischen allgemein anerkannt. Veränderungen des globalen Klimas können mit Klimamodellen prognostiziert werden. Der IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) geht für das 21. Jahrhundert von einer Zunahme der Starkniederschlagsereignisse und der Wärmeperioden, beides mit »sehr wahrscheinlich« bewertet, aus (IPCC 2007). Mögliche Folgen des Klimawandels für Naturgefahren in den Alpen könnten sein (ClimChAlp 2008):

- Zunahme des Winterhochwassers und Abnahme der Sommerniedrigwasserabflüsse
- Erhöhung des Risikos von Muren, Rutschungen und Steinschlag
- Vermehrte und häufigere Entstehung kritischer Lawinenlagen durch starke Niederschläge

Aufgrund der prognostizierten Folgen des Klimawandels wird die Bedeutung des Waldes für den Schutz vor Naturgefahren zunehmen. Die Wälder müssen, wo sie bereits heute ihre Schutzfunktionen nicht mehr erfüllen können, durch entsprechende waldbauliche Maßnahmen fit gemacht werden. Seit 26 Jahren ist das Schutzwaldsanierungsprogramm des Freistaates Bayern im Alpenraum ein beispielhaftes Projekt zur nachhaltigen Stabilisierung von Bergwäldern, die in ihren Schutzfunktionen beeinträchtigt sind. Im Rahmen dieses Programms wurden seit 1987 über zwölf Millionen junge Bäume zur Sicherung funktionsgestörter Schutzwälder gepflanzt – ein vorbildliches Programm auch für die Umsetzung der Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft.

### Literatur

ClimChAlp (2008): Klimawandel, Auswirkungen und Anpassungsstrategien im Alpenraum. Strategisches Interreg-II-B-Alpenraum-Projekt, Common strategic paper

Frehner, M.; Wasser, B.; Schwitter, R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 564 S.

GFS – Akademie St. Gallen (2011): Naturgefahren im Kanton St. Gallen. Lehrmittel für Bauverwalterinnen und Bauverwalter (Skript). Internetzugriff: [www.sg.ch/home/bauen\\_raum\\_umwelt/](http://www.sg.ch/home/bauen_raum_umwelt/)

IPCC (2007): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Bern/Wien/Berlin 2007

StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2010): Hinweise Geogefahren für den Verwaltungsvollzug. Internetzugriff: [www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/](http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/)

**Keywords:** Protection forest, natural hazards, forest structure

---

**Summary:** Natural hazards occur everywhere in Bavaria. The mountain forest makes an important contribution to protect against these hazards. The best protection ensures structured, uneven permanent growing stocks without gaps. Where the forest does not perform these functions, it must be helped. A good example is the restoration of protection forest.

---

---

# Wald, Erholung und Gesundheit – Anforderungen der Gesellschaft an den Wald

Roland Schreiber und Valerie Kantelberg

**Schlüsselwörter:** Waldfunktionen, Erholung im Wald, Gesundheitsvorsorge, Gesellschaft, Besucherlenkung

---

**Zusammenfassung:** Der Wald dient der heutigen Gesellschaft in Ballungsgebieten oder auch in Tourismusregionen eher als Erholungsraum als dass er bewusst als Produktionsort für Holz oder als Rückzugsraum für Wildtiere wahrgenommen wird. Durch den zunehmenden Erholungsverkehr im Wald ergeben sich sowohl Konflikte unter und zwischen den verschiedenen Erholungssuchenden als auch mit den Waldbesitzern und dem Naturschutz. Wenn sich alle Beteiligten der verschiedenen Ansprüche und Bedürfnisse bewusst sind und ihre Handlungsmöglichkeiten kennen, können die auftretenden Probleme mit Hilfe geeigneter Planungs- und Kommunikationskonzepte gelöst werden.

---

Der Wald und seine nachhaltig erbrachten ökonomischen, ökologischen und sozialen Funktionen haben seit jeher eine besondere Bedeutung für den Menschen. Wald versorgt Wirtschaft und Gesellschaft mit dem nachwachsenden und klimaneutralen Rohstoff Holz für die stoffliche und energetische Verwertung. Der Sektor Forst und Holz spielt eine wichtige Rolle bei der Stärkung der regionalen Wertschöpfung und Wirtschaftskraft, er kann über die Schaffung bzw. den Erhalt von Arbeitsplätzen in ländlichen Räumen dem demografischen Wandel entgegen wirken. Durch seine im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen langen Produktionszeiträume und die damit verbundene extensive Bewirtschaftung gehört der Wald zu den naturnahesten Ökosystemen und bietet entsprechende Rückzugsräume für Flora und Fauna.

Der Wald ist aber auch Erholungsraum für die Menschen, in dem sie den unterschiedlichsten Freizeitaktivitäten nachgehen. Die jeweiligen Interessensgruppen stellen dabei sehr unterschiedliche, sich im Laufe der Zeit auch wandelnde Ansprüche an den Wald und an seine Bewirtschafter. Dadurch ergeben sich häufig Zielkonflikte, da die Bereitstellung verschiedener Leistungen auf derselben Fläche ohne Kompromisse schwer zu erreichen ist und zwangsläufig Prioritäten gesetzt werden müssen.

## Wald im Wandel der Zeit

Mit der Entwicklung in Bayern von einer Agrar- zu einer Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft veränderte sich auch der Blick der Gesellschaft auf den Wald. Ein Großteil der Bevölkerung hat den unmittelbaren Bezug zur Urproduktion und damit auch zur Forstwirtschaft verloren. Wirtschaftliche Aspekte treten in der öffentlichen Wahrnehmung zunehmend in den Hintergrund und die Bedeutung der Forstwirtschaft als wichtiger Wirtschaftsfaktor gerade für den ländlichen Raum wird häufig nicht mehr ausreichend erkannt. Im Bewusstsein der Bevölkerung treten zunehmend die Schutz- und Erholungsfunktionen in den Vordergrund. Vor allem vom Freistaat Bayern und von den öffentlichen Kommunen – den Städten und Gemeinden – wird erwartet, dass sie ihre Staats- und Körperschaftswälder vorbildlich bewirtschaften, indem sie nicht nur die Holzproduktion steigern, sondern auch die Schutz- und Erholungsfunktion sowie die Biodiversität im Wald sichern. Darüber hinaus hat der Staatswald nach den Artikeln 18 und 19 des Bayerischen Waldgesetzes (BayWaldG) besondere Gemeinwohlleistungen zu erbringen.

## Regelungen zur Erholung im Wald

Von den insgesamt 2,5 Millionen ha Wald in Bayern besitzen nach der Waldfunktionsplanung rund 520.000 ha eine besondere Bedeutung für die Erholung. Bezogen auf die Bevölkerung finden landesweit betrachtet rein rechnerisch auf einem Hektar Wald rund fünf Men-

schen Ruhe und Entspannung. Dies ermöglicht das bestehende allgemeine Betretungsrecht des Waldes, das in der Bayerischen Verfassung (BV) von 1998 verankert und nicht überall in Europa eine Selbstverständlichkeit ist. Die Erholung in der freien Natur und der Genuss von Naturschönheiten sind jedermann gestattet. Daher besteht für den Staat und die Gemeinden eine besondere Verpflichtung, dies auch unter Einschränkung des Eigentumsrechts zu ermöglichen und entsprechende Zugänge zu schaffen sowie Wanderwege anzulegen (Art. 141 Abs. 3 BV). Diesen Gedanken greift das Bayerische Waldgesetz im Art. 1 Abs. 2 auf, wonach der Bevölkerung die Erholung im Wald nicht nur zu ermöglichen ist, sondern darüber hinaus die Erholungsmöglichkeiten zu verbessern sind.

Aber wie immer sind mit bestehenden Rechten natürlich auch Pflichten verbunden. Nicht jeder Erholungssuchende hat verinnerlicht, dass er bei der Ausübung des Betretungsrechts verpflichtet ist, pfleglich mit Natur und Landschaft umzugehen und auf die Belange der jeweiligen Grundstückseigentümer Rücksicht zu nehmen (Art. 26 Abs. 2 BayNatschG – Bayerisches Naturschutzgesetz von 2011). So ist nach dem Bayerischen Waldgesetz Art. 13 Abs. 3 zum Beispiel das Radfahren und Reiten im Wald nur auf den hierfür geeigneten Wegen gestattet und nicht in den Beständen selbst. Darüber hinaus erfolgt das Betreten des Waldes nach dem Bayerischen Waldgesetz grundsätzlich auf eigene Gefahr, d. h. soweit es sich hierbei um walddtypische Gefahren handelt, ergeben sich für den Waldbesitzer zunächst keine besonderen Sorgfalts- und Verkehrssicherungspflichten (Ausnahme: bewusst herbeigeführter Erholungsverkehr wie z. B. Grillplätze oder Themenwege).

### Leistungen und Belastungen der Waldbesitzer

Die von den Waldbesuchern genutzten Straßen und Wege sind in der Regel ein Teil der Grunderschließung im Wald und bringen, wenn zusätzliche Anforderungen an die Beschaffenheit (z. B. feine Deckschicht) gestellt werden, einen eher geringen Mehraufwand für die Forstbetriebe mit sich. Größerer Aufwand entsteht, wenn darüber hinaus zusätzliche Einrichtungen erstellt werden. In und an vielen Stadt- und Gemeindewäldern finden sich Trimm-dich- oder Naturlehrpfade sowie Sitzbänke, Wege und Parkplätze etc., die einen erhöhten Aufwand für die Verkehrssicherung nach sich

ziehen. Dazu kommen die Mindererträge aus eventuellem Nutzungsverzicht.

Das Thünen-Institut hat auf der Grundlage der Ergebnisse des »BMELV Testbetriebsnetz Forstwirtschaft« für die Jahre 2003 bis 2006 versucht diese Belastungen aus der Schutz- und Erholungsfunktion darzustellen (Küpers und Dieter 2008). Hochgerechnet auf die Gesamtwaldfläche Deutschlands ergibt sich für 2006 eine Belastung aus der Schutz- und Erholungsfunktion, einschließlich der Mindererträge aus Nutzungsverzicht, von durchschnittlich 18 €/ha Holzbodenfläche für alle Waldbesitzarten in Deutschland. Besonders stark belastet sind hierbei die Staatswälder.

Im bayerischen Staatswald werden die Erholungsfunktionen von den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) auf Basis gründlicher Planung nachhaltig gesichert und weiterentwickelt. Für jeden der 41 Forstbetriebe besteht ein regionales Erholungskonzept, dessen Ziel es ist, die verschiedenen Ansprüche aller Nutzergruppen aufeinander abzustimmen. Die vorhandenen Erholungseinrichtungen werden erfasst und hinsichtlich ihrer Eignung, den aktuellen Ansprüchen gerecht zu werden, bewertet. Die Erholungskonzepte sind darüber hinaus die Grundlage für eine Förderung nach den besonderen Gemeinwohlleistungen (bGWL) im Staatswald. So hat die Bayerische Forstverwaltung im Jahr 2011 den Unterhaltsmehraufwand für 8.100 km Wanderwege, 3.100 km Radwege und 220 km Reitwege sowie rund 600 Wanderparkplätze im Staatswald mit zwei Millionen Euro bezuschusst (BayStMELF 2011). Daneben wurden viele einzelne Erholungsprojekte wie die Instandsetzung von Rad-, Wander- und Reitwegen, Wanderparkplätzen, Wildgehegen, Rast-, Zelt- und Spielplätzen sowie Informationseinrichtungen im Rahmen der regionalen Erholungskonzepte mit über einer Million Euro gefördert.

### Erholung im Wald

Erholung im Wald ist uns also etwas wert und das zu Recht. Viele der von (Sport-)Ärzten empfohlenen Aktivitäten können am besten im Wald ausgeübt werden. Dabei ist es unerheblich, um welche Art der Bewegung es sich handelt. Der Wald an sich hat bereits einen positiven Einfluss auf unser Wohlbefinden. Wie aktuelle Untersuchungen aus Baden-Württemberg zeigen ist vielen Waldbesuchern der Gesundheitsaspekt sehr wichtig. Sie schätzen u. a. die Ruhe im Wald und die

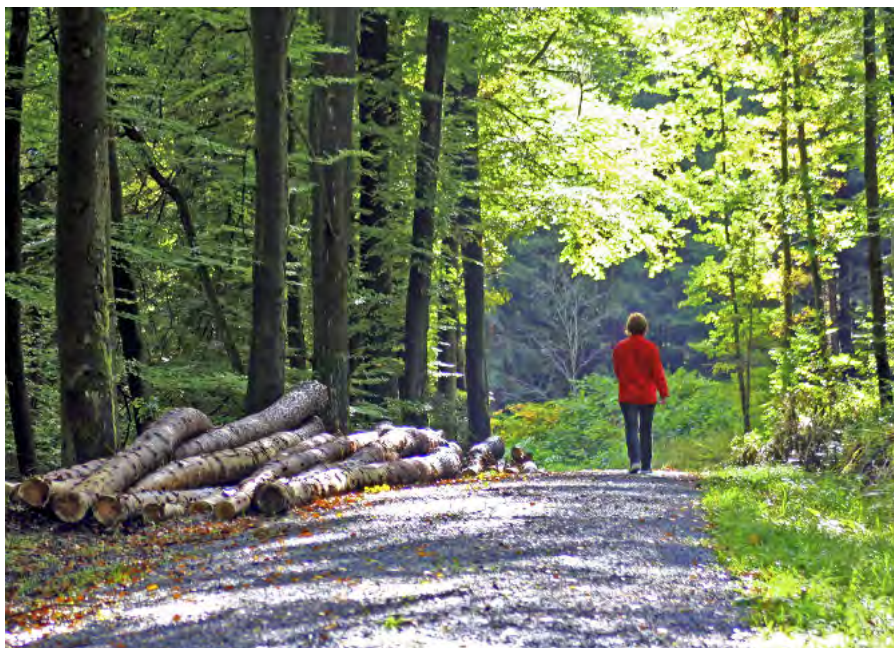


Abbildung 1:  
Der Wald bietet  
Erholungssuchenden  
zu jeder Jahreszeit  
die verschiedensten  
Möglichkeiten.

Foto: M. Kirchner, pixelio

Möglichkeit Abstand zu den Belastungen des Alltags zu gewinnen (Ensinger et al. 2013).

Die Intensität der Inanspruchnahme der Wälder selbst stellt sich landesweit sehr unterschiedlich dar, je nachdem ob sich der Wald in einem Ballungsraum, Tourismusgebiet oder im ländlichen Raum befindet. Wer in einer größeren Stadt wie München wohnt und am Abend oder an den Wochenenden der Hektik der Stadt durch einen Besuch des stadtnahen Waldes entfliehen will, wird wenig überraschend feststellen, dass er nicht alleine unterwegs ist. Der städtischen Bevölkerung stehen meist nur wenige Flächen für ihre Freizeitaktivitäten zur Verfügung, und für den der lange Anfahrtswege vermeiden möchte sind das Parkanlagen und stadtnahe Wälder! Neben der hohen Besucherdichte sind es auch die vielen und zunehmend differenzierten Freizeitaktivitäten der Waldbesucher, die ein zumindest hohes Maß an Toleranz erfordern. Der Begriff Erholung wird von den einzelnen Gruppen doch sehr unterschiedlich verstanden, Zielkonflikte sind häufig unausweichlich. Eine ähnliche Situation stellt sich mancherorts auch in den Tourismusregionen dar, wohingegen ländliche Gebiete weniger betroffen sind.

Wie unterschiedlich die Aktivitäten der Waldbesucher sein können, zeigt die zweite Bevölkerungsumfrage zur Einstellung der Schweizer Bevölkerung zum Wald im Jahr 2010 (Hunziker et al. 2012). Im Rahmen dieser Untersuchung wurden rund 3.000 Personen nach ihren Einstellungen zum Wald, ihrem Wissen über den Wald

und nach ihren Verhaltensweisen im Wald gefragt. Auf die offene Frage nach den im Wald ausgeübten Aktivitäten wurden insgesamt 5.958 verschiedene Aktivitäten genannt, die in 26 Kategorien zusammengefasst wurden. Zu den am häufigsten genannten Aktivitäten gehören »Spazieren« (64%), »sportliche Aktivitäten« (39%), »einfach Sein« (32%), »Natur beobachten« (26%) und »Sammeln« (16%). Zu den am seltensten genannten Aktivitäten zählen »Jagen« (0,8%), »spezielle Infrastruktur aufsuchen« (0,7%) oder »Feste feiern« (0,5%).

Durch die Erholungsnutzung des Waldes entstehen aber auch Konflikte mit den Nutz- und Schutzfunktionen des Waldes. Waldbesitzer wünschen sich eine möglichst geringe Beeinträchtigung ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit, der Naturschutz eine entsprechende Rücksichtnahme seitens der Erholungssuchenden auf die Natur und die Jägerschaft eine geringe Beeinträchtigung des Jagdbetriebs und der Wildtiere, innerhalb und außerhalb der Wildschutzgebiete. Eine multifunktionale Waldwirtschaft versucht diesen bestehenden unterschiedlichen Ansprüchen der gesellschaftlichen Gruppen an den Wald Rechnung zu tragen und soweit möglich einen Ausgleich zu erreichen. Dies kann nicht immer auf allen Flächen vollständig gelingen und erklärt teilweise die derzeit geführte öffentliche Diskussion über die integrative, multifunktionale Forstwirtschaft einerseits und die segregative Forstwirtschaft (Trennung von stillgelegten und bewirtschafteten Flächen) andererseits.

Abbildung 2:  
Die Freizeitbedürfnisse  
der Waldbesucher  
sind äußerst vielfältig.

Foto: M. Webhofer, fotolia



### Zielkonflikte im Dialog lösen

Der Schlüssel zur Problemlösung liegt in einem »Wald-erholungsmanagement«, das alle Nutzungsinteressen einbezieht, versucht mögliche Konflikte durch präventive Maßnahmen zu verringern und bereits bestehende Probleme durch geeignete Maßnahmen löst.

Dazu gehört in erster Linie die Lenkung der Besucherströme, um die angesprochenen Konflikte zwischen den Nutzergruppen selbst sowie die Störung von sensiblen Waldgebieten, wie Wild- oder Naturschutzgebiete oder Aufforstungen im Schutzwald, präventiv zu verhindern. Dies kann zum Beispiel über die Ausweisung und Beschilderung von geeigneten Rad- und Wanderwegen sowie die spezielle Anlage von »Biker-Trails« oder Reitwegen erfolgen. Wenn der Sinn solcher Lenkungsmaßnahmen auf den ersten Blick nicht sofort erkennbar ist, kann eine begleitende Information der Waldbesucher unterstützend wirken. Inwieweit diese Maßnahmen das Verhalten der Waldbesucher beeinflussen hängt auch von der inneren Einstellung der angesprochenen Personen ab. In zwei Schweizer Studien aus dem Jahr 2007 wurde die Wirksamkeit von Lenkungsmaßnahmen näher untersucht. Bei Personen, die bereits eine entsprechende innere Einstellung besitzen, ihr Verhalten aber noch nicht verändert haben, genügte eine Wissensvermittlung, um die erwünschte Verhaltensänderung herbeizuführen (im Fallbeispiel: Schneeschuhwanderer). Bei der Nutzergruppe in der zweiten Studie (Skifahrer und Snowboarder) war die

erforderliche innere Einstellung noch nicht in dem Maße vorhanden wie im ersten Beispiel. Die reine Wissensvermittlung reichte hier nicht aus, erfolgreicher war ein Appell, bestimmte Routen einzuhalten (Hunziker et al. 2011; Zeidenitz et al. 2007).

Parallel zu den Maßnahmen der Besucherlenkung sind für ein fundiertes Erholungskonzept weitere Erhebungen in den Erholungsgebieten erforderlich, die in erster Linie die Waldbesucher selbst betreffen. Hier sind unter anderem Befragungen zu Motiven, Erwartungen und Zufriedenheit, Besucheraktivitäten im Wald, Aufenthaltsdauer und Häufigkeit des Waldbesuchs sowie die zeitliche und räumliche Verteilung der Besucher im Wald zu nennen.

Zu der Bewirtschaftung von Wäldern die besonders intensiv für die Erholung genutzt werden gehören auch viele andere Maßnahmen die der Forstbetrieb treffen kann, um die Akzeptanz von Betriebsarbeiten (z. B. in einem stadtnahen Erholungswald) bei den Waldbesuchern zu erhöhen. Dazu gehört beispielsweise die rechtzeitige Information über geplante Waldpflegearbeiten durch Ankündigung in der örtlichen Presse und die Benennung eines Ansprechpartners für Rückfragen. Der Staatswald und der Kommunalwald sind hier in besonderem Maße gefordert.

## Ausblick

Der Wald ist für die Erholung der Menschen sehr wichtig. Gerade in unserer Zeit, in der es zunehmend schwieriger wird abzuschalten stellt der Wald einen wichtigen Rückzugs- und Ruheraum für die Menschen dar. Es ist zu erwarten, dass vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung diese Funktion vor allem in den Ballungsräumen noch weiter an Bedeutung gewinnen wird und die Erholungsfunktion des Waldes daher zu Recht als ein wichtiger Bestandteil der Nachhaltigkeitssäule »Soziales« angesehen wird. Daher sind nach dem Bayerischen Waldgesetz die Erholung der Bevölkerung im Wald zu ermöglichen und die Erholungsmöglichkeiten zu verbessern (BayWaldG Art. 1 Abs. 2).

Der Wald hat aber mehr als eine Funktion zu erfüllen, das darf nicht vergessen werden. Im Laufe der letzten Jahre hat sich mit der zunehmenden Urbanisierung der Blick der Menschen auf die Natur und den Wald verändert. Die städtische Bevölkerung hat nur noch wenige Berührungspunkte zu Land- und Forstwirtschaft und hätte den Wald aus zum Teil verständlichen Gründen gern als möglichst unberührten Rückzugsraum. Dadurch wird die Forstwirtschaft häufig als störend empfunden und in Frage gestellt. Der Wald wird dann nur noch als Kulisse für die zahlreichen Freizeitaktivitäten gesehen, die auf den im Rahmen der Waldbewirtschaftung angelegten und gepflegten Wegen ausgeübt werden. Daraus ergibt sich für den Waldbesitzer meist ein erhöhter Aufwand für die Verkehrssicherung der öffentlichen Waldwege. Einige Freizeitaktivitäten beschränken sich häufig nicht nur auf die vorhandene Infrastruktur im Wald, sondern beziehen auch die gesamte Waldfläche mit ein. Daraus ergibt sich ein Spannungsfeld zwischen den verschiedenen Interessen und Waldfunktionen, das es vor Ort aufzulösen gilt. Zwar hat der Gesetzgeber versucht, dies zu berücksichtigen, indem nach dem Bayerischen Waldgesetz bei auftretenden Konflikten ein Ausgleich zwischen den Belangen der Allgemeinheit und der Waldbesitzer herbeizuführen ist (BayWaldG Art. 1 Abs. 2). Letztendlich stellt dies aber eine Herausforderung für alle Beteiligten vor Ort dar, die auftretenden Probleme mit Hilfe geeigneter Planungs- und Kommunikationskonzepte anzugehen und zu meistern.

## Literatur

BayNatSchG – Bayerisches Naturschutzgesetz: Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur vom 23. Februar 2011

BayStMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2011): Jahresbericht 2011

BayWaldG – Bayerisches Waldgesetz: Waldgesetz für Bayern in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Juli 2005

BV – Bayerische Verfassung (1998): Verfassung des Freistaates Bayern in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Dezember 1998

Enzinger, K.; Wurster, M.; Selter, A.; Bethmann, S.; Botsch, K.; Jenne, M. (2013): Die Bedeutung von Baden-Württembergs Wäldern für die Erholung. FVA-einblick 1

Hunziker, M.; Freuler, B.; v. Lindern, E. (2011): Erholung im Wald: Erwartungen und Zufriedenheit, Verhalten und Konflikte. Tagungsband Forum für Wissen 2011, S. 43–51, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, Schweiz

Hunziker, M.; v. Lindern, E.; Bauer, N.; Frick, J. (2012): Die Schweizer Bevölkerung und ihr Wald. Bericht zur zweiten Bevölkerungsumfrage Waldmonitoring soziokulturell (WaMos 2), Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern und der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf

Küpers, J.; Dieter, M. (2008): Belastungen der Forstbetriebe aus der Schutz und Erholungsfunktion des Waldes (2003–2006). Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie der Forst und Holzwirtschaft, Thünen-Institut

Zeidenitz, C.; Mosler, H. J.; Hunziker, M. (2007): Outdoor recreation: from analysing motivations to further ecologically responsible behaviour. For. Snow Landsc. Res. 81, 1/2, S. 175–190

**Keywords:** forest functions, forest recreation, health care, society, visitor management

---

**Summary:** The forest serves today's society in urban areas or even in tourist areas more as a recreational area instead of a consciously perceived place for the production of timber or refuge for wildlife. Due to the increasing recreation in the forests both conflicts arise among and between the various recreation seekers, as well as with forest owners and nature conservation. If all parties are aware of the different demands and needs and aware of their options for action, the encountered problems can be solved by appropriate planning and communication concepts.

---

---

# Im Wald Nachhaltigkeit lernen

Günter Dobler

**Schlüsselwörter:** Waldpädagogik, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Nachhaltigkeit

---

**Zusammenfassung:** Waldpädagogik ist ein zunehmend wichtiges Aufgabengebiet im forstlichen Berufsfeld geworden. Waldpädagogik leistet einen Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung. Sie thematisiert den Wald und seine nachhaltige Bewirtschaftung, fördert die Gestaltungskompetenz der Bildungsteilnehmer, stellt Bezüge zur Lebenswelt her und beleuchtet auch globale und intergenerationale Aspekte. Als Bildungsarbeit orientiert sie sich am Gemeinwohl und dem Wohl der Bildungsteilnehmer.

---

Zwischen den Begriffen »Bildung« und »Nachhaltigkeit« gibt es einige Parallelen. Bei beiden handelt es sich um viel benutzte (auch missbrauchte) und weit verbreitete Hülsen- und Wohlfühlwörter. Die Begriffe können bedenkenlos eingesetzt werden, beim Zuhörer lösen sie Wohlwollen und Zustimmung aus. Der, der sie postuliert oder einfordert, gehört zu den Guten.

Schnell ist man sich einig, dass mehr Nachhaltigkeit und Bildung notwendig sind. Der Streit beginnt, wenn es um die Bestimmung konkreter Inhalte geht. Dann setzen der Widerstreit unterschiedlicher Ansichten und die Flügelkämpfe scheinbar Verbündeter ein, die plötzlich zu Kontrahenten geworden sind.

## Die Professionalisierung der forstlichen Waldpädagogik

Der Förster ist eine authentische Figur aus der außerschulischen Wirklichkeit. Neben der für viele Schüler außergewöhnlichen Umgebung, die der Wald darstellt, und dem Brechen mit dem normalen Tagesablauf an der Schule, macht die Tatsache, dass er nicht zur üblichen pädagogischen Umwelt gehört, sicherlich einen besonderen Reiz für die Schüler aus. Ein reiner Waldpädagoge wäre im Vergleich dazu eher ein Pädagoge wie der Lehrer auch. Um pädagogische Arbeit zu leisten, muss man sich aber auch in Pädagogik etwas auskennen. »Nur« Förster sein reicht nicht aus.

### Professionalisierung

In den letzten Jahrzehnten hat sich der Arbeitsbereich Waldpädagogik innerhalb des Berufsbildes des Försters zunehmend ausdifferenziert und professionalisiert (Mayer 2010). Das zeigt sich an der steigenden Zahl an waldpädagogischen Schwerpunkteinrichtungen (Walderlebniszentren, Jugendwaldheime) und damit verbundenen Vollzeitstellen, der Menge an schriftlichem Material zum Themengebiet wie Fachbücher, Praxishilfen oder wissenschaftliche Arbeiten (vgl. Dobler 2011, S. 36 ff.) und dem Einzug von Qualitätsstandards in Fortbildungen, wie zum Beispiel in den Zertifikatskursen Waldpädagogik (Deutsche Forstchefkonferenz 2007).

Mayer (2010, S. 108) stellt fest, dass die Forstbehörden in zehn Bundesländern mittlerweile gesetzlich verpflichtet sind, die Bevölkerung über Waldbezüge zu informieren. Dabei wird von »Waldpädagogik«, »Umweltbildung«, »Bildungsarbeit«, »Bildungs- und Erziehungsarbeit« sowie von »Aufklären« beziehungsweise vom »Unterrichten über die Waldfunktionen« gesprochen.

Auch in Bayern ist Waldpädagogik seit 1998 als Bildungsauftrag an die Forstbehörden im Waldgesetz verankert. 2011 und 2012 besuchten circa 160.000 Teilnehmer jährlich die waldpädagogischen Veranstaltungen der Bayerischen Forstverwaltung, darunter 100.000 Schülerinnen und Schüler (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2012, S. 96; 2013 [in Druck]). Das Angebot besteht flächendeckend durch



Abbildung 1:  
Bayerische Waldpädagogik ist weltweit gefragt. In der chinesischen Provinz Gansu entstand ein Wald-erlebniszentrum und der Bayerische Waldpädagogik-Leitfaden wurde – als neunte fremdsprachige Ausgabe – ins Chinesische übersetzt.  
Im Bild: Schulkinder aus Tianshui erproben bei einer Waldführung die Aktivität »Baumbegegnung«.

Foto: W. Graf

die Forstbeamten an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und wird insbesondere in der Nähe von Ballungsräumen durch waldpädagogische Schwerpunkteinrichtungen unterstützt. Dabei handelt es sich um neun Walderlebniszentren und ein Jugendwaldheim (Windisch 2012, S.8f.; vgl. Schmechel und Dobler 2011, S.25).

Die zunehmende Professionalisierung wird auch dadurch sichtbar, dass das Fach an forstlichen Hochschulen und Universitäten gelehrt wird und sich der Abstand zwischen der Praxis auf der einen und Lehre und Steuerung auf der anderen Seite erhöht hat. (Der Professor für Waldpädagogik betreibt selbst keine Waldpädagogik mehr, ebenso wenig wie die zuständige Sachbearbeiterin am Ministerium.) Der Umfang waldpädagogischer Studieninhalte nimmt zu: Zwischen 2006 und 2011 stieg der zugehörige durchschnittliche Stundenumfang an forstlichen Universitäten um 17% auf 61 Stunden und an Forsthochschulen um 68% auf 152 Stunden an und damit ist das Ende des Aufwärtstrends wohl noch nicht erreicht (Vogl 2011, S.34f.; vgl. Vogl 2006).

Auch das Selbstverständnis der forstlichen Waldpädagogen wandelt sich: Es wandert Stück für Stück weiter in Richtung Pädagoge (Dobler 2011, S.1). Eine Verschiebung, die sich besonders bei Inhabern von waldpädagogischen Vollzeitstellen zeigt. Die waldpädagogische Arbeit ist mit neuen Qualitätskriterien verbunden, die bisher im Forst keine Rolle spielten. Es entwickelt sich eine eigene Binnensprache. »Bildung für nachhaltige Entwicklung«, »Gestaltungskompetenz«,

»Flow-Lernen«, »Konstruktivismus« oder Aktivitätsformen wie »Gruppenpuzzle« markieren (umwelt-)pädagogische Fachbegriffe, die integriert wurden. Es entstehen interne Kommunikationsprobleme, wenn den in der Waldpädagogik Tätigen diese Begrifflichkeiten aufgrund von Aus- und Fortbildung klar sind und sie sich daran orientieren, diese dem Leitungsdienst aber nicht geläufig gemacht wurden.

## Waldpädagogik

### Definition Waldpädagogik

Katz und Mayer (2007) identifizierten folgende wesentliche Gemeinsamkeiten in den von ihnen recherchierten Leitlinien und Konzepten für die forstliche Waldpädagogik:

- »Waldpädagogik soll Wissen über den Wald, seine Zusammenhänge und Funktionen vermitteln.
- Waldpädagogik soll sinnliche Naturerfahrungen und ästhetische Zugänge/Erlebnisse ermöglichen.
- Darüber soll ein Beitrag zur Verhaltensänderung, Wertschätzung sowie zum verantwortungsbewussten Handeln gegenüber (Wald-)Natur geleistet werden.
- Als Hauptzielgruppe gelten Kinder (insbesondere Schüler/innen) und Jugendliche« (Katz und Mayer 2007, S. 11, Klammern im Original).

Im Rahmenkonzept für das Zertifikat Waldpädagogik definiert die Forstchefkonferenz 2007 unter anderem: »Waldpädagogik ist Bildungsarbeit zur Förderung von



Abbildung 2:  
Im November 2012 wurde das auch durch die Bayerische Forstverwaltung unterstützte Projekt in der Provinz Gansu in Frankfurt als »Offizielles Projekt der UN-Weltdekade 2013/2014 Bildung für nachhaltige Entwicklung« ausgezeichnet. V. l. n. r.: Dr. Beate Kohler, Wolfgang Graf, Berthold Reichle, Mathias Hahl (KfW-Bank) zusammen mit Dr. Verena Metzke-Mangold (Vizepräsidentin Deutsche UNESCO-Kommission).

Foto: F. Lutz/DUK



Verständnis und Akzeptanz für die nachhaltige Waldbewirtschaftung. Sie leistet Beiträge zur Bildung für nachhaltige Entwicklung«. Die angesprochene »Bildung für nachhaltige Entwicklung« (BNE) beeinflusst insbesondere seit Beginn der UN-Dekade BNE im Jahr 2005 die Umweltbildungslandschaft in Deutschland stark.

Typische waldpädagogische Veranstaltungsformen sind circa dreistündige Waldführungen, bei denen Kinder viel Eigenaktivität entwickeln müssen, da zum Beispiel mit Naturmaterialien gestaltet wird und wahrnehmungs- und erlebnisorientierte sowie naturforschende Aktivitäten oder auch Rollenspiele aneinandergereiht werden. Hinzu kommen Veranstaltungen wie Waldjugend- und -erlebnisspiele, in denen im Klassenverband Aufgaben bewältigt werden müssen oder mehrtägige Aufenthalte im Jugendwaldheim, in denen auch leichte Waldarbeiten erprobt werden.

### **Verhältnis der Waldpädagogik zur Öffentlichkeitsarbeit**

Nur wenn eine Erziehungsabsicht vorhanden ist, kann man laut Luhmann (2002, S. 54f.) von Erziehung oder Bildungsarbeit sprechen. Wird etwas ohne eine solche Absicht vermittelt, dann spricht er von Sozialisation. Jede Bildungsarbeit verfolgt bestimmte Ziele. Diese können unterschiedlich detailliert ausfallen und sich unterschiedlich stark an den (vermuteten) Interessen des Bildungsteilnehmers oder anderen Interessen orientieren. Jedenfalls nimmt der Bildner in der Bildungsarbeit Einfluss. Sicherlich kann er sich dabei an einem

humanistischen Bildungsideal orientieren und seine Handlungen als autonomiefördernd rechtfertigen, da alles zum Wohle und im Dienste der harmonischen und ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung geschieht. Aber auch Ideale haben ideologische Aspekte und die Tücke liegt im Detail, wenn beispielsweise entschieden werden muss, was zu so einer ganzheitlichen Persönlichkeit gehört und was nicht.

Waldpädagogik wird unter oberflächlicher Betrachtung (insbesondere auch von Vertretern der Forstseite selbst, vgl. Bolay und Reichle 2007, S. 26f.) mit Öffentlichkeitsarbeit assoziiert. Sicherlich ist gute Waldpädagogik für den Anbieter auch positiv öffentlichkeitswirksam. Schließlich besitzt letztendlich jede Handlung mit Außenwirkung eine öffentlichkeitswirksame Komponente. Ginge es aber vor allem um die Vermittlung bestimmter Botschaften, um eine Verbreitung von Ansichten, die letztlich den Weg für die Verfolgung von partikulären Interessen freimachen sollen, dann hätte man die Grenze zum Marketing überschritten. Waldpädagogik darf sich davon nicht vereinnahmen lassen, damit sie als Bildungsarbeit erkennbar bleibt und ihren guten Ruf wahrt, der letztlich die Grundlage dafür bildet, dass Eltern und Lehrer Waldpädagogikangebote wahrnehmen. Die Orientierung am Gemeinwohl und die Förderung eines kritischen und selbstbestimmten Verständnisses des Bildungsgegenstandes sind probate Mittel, die dem Bildner helfen, sich zu versichern, im Sinne des Bildungsteilnehmers zu handeln und nicht in dessen Manipulation abzurutschen. Hinzu kommt, je partizipativer und ergebnisoffener Bildungs-

aktivitäten gestaltet werden, umso geringer ist meist diese Gefahr. Unter solchen Kriterien stellt sich ein Nebeneffekt ein, der den Bildner in die Pflicht nimmt: Wer das kritische Verständnis der Bildungsteilnehmer schult, muss sich diesem kritischen Verständnis auch aussetzen können. Das Bildungsziel »Nachhaltigkeit« wird zum Anspruch an die Realität, dem man selbst genügen muss. Die Bildungsteilnehmer werden gewissermaßen zur prüfenden, ethischen Instanz.

### **Orientierung an vorhandenen Kompetenzen**

Wie umfangreich und anspruchsvoll die Bildungsziele formuliert werden, die erreicht werden können, hängt von der Ausgangslage ab. Die Maßnahme muss an den bisherigen Bildungsstand anschlussfähig sein. Wenn Kinder noch nie im Wald waren, ist schon viel gewonnen, wenn ihre Auffassungen über Realität (Ansichten darüber, was es alles in der Welt gibt und wie es sich damit verhält) durch den Aufenthalt im Wald eine Erweiterung erfahren. Es wäre kontraproduktiv, die Veranstaltung mit dem Versuch zu überfrachten, Bildungsziele zu erreichen, die weit über positive Erlebnisse im bisher unbekanntem Naturraum hinausgehen. Sind die Vorkenntnisse jedoch hoch und die Erfahrungen umfangreich, sollten entsprechend komplexere und herausforderndere Tätigkeiten angeboten werden. Bei heterogener Ausgangslage in der Teilnehmergruppe wird es schwierig, das optimale Niveau zu finden. Aktivitäten, die den Teilnehmern einen Spielraum bieten, wie sie sich mit dem Thema in der ihnen gemäßen Weise beschäftigen, können hier einen Ausweg eröffnen.

Letztendlich bleibt dem Bildner nur übrig, die Lernsituation zu gestalten und darauf zu hoffen, dass durch diese Gestaltung die Effekte im Lernenden entstehen, auf die er abzielt. Die Chancen auf Erfolg dieses Unternehmens sind umso höher, je korrekter die Vorstellungen des Lehrenden über den Lernenden sind und je passender er das Umweltangebot für wahrscheinlich stattfindende Aufnahmeprozesse formuliert.

### **Nachhaltigkeit bei der Forstwirtschaft lernen**

Der Begriff »Nachhaltigkeit« wurde von der Forstpartie geprägt (vgl. weitere Beiträge in diesem Band). Das vor 300 Jahren konstatierte Kernprinzip erscheint im Grunde einfach. Man könnte nun dieses Prinzip präsentieren, von der früheren Holznot erzählen und wie die forstliche Nachhaltigkeit als nutzerische Selbstbeschränkung kombiniert mit vorausschauender Begründung von Wäldern half, die Probleme in den Griff zu bekommen. Hat man damit Nachhaltigkeit vermittelt? Die Erkenntnisse über »träges Wissen« (Renkl 1996; Gudjons 2006, S. 20 ff.) machen kaum Hoffnung, dass die Bildungsteilnehmer diesen Wissensbaustein in andere Kontexte übertragen können oder sie dazu befähigt werden, nachhaltiger zu handeln. Man kann die Lernsituation dadurch günstiger gestalten, dass man das Problem in die heutige Zeit hebt. Denn es ist mitnichten so, dass das Problem von damals einfach gelöst wurde und heute nur noch die Lösung vorzuzeigen wäre. Es gilt, verschiedenste Ansprüche an den Wald zu berücksichtigen und dabei auch mögliche Ansprüche zukünftiger Generationen mit einzuschließen. »Nachhaltigkeit« lässt sich eher lernen, wenn die Teilnehmer in Aktivitäten involviert werden, in denen es um das Finden von Lösungen für aktuelle Problemlagen geht.

### **Bildung für nachhaltige Entwicklung im Wald**

Nachhaltigkeit lernen ist ein Kernanliegen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Darin geht es um die Förderung der Gestaltungskompetenz von Individuen, um dadurch eine nachhaltige gesellschaftliche Entwicklung voranzutreiben.

Für die Zwecke des Waldpädagogischen Leitfadens »Forstliche Bildungsarbeit« wurde zur Bezeichnung der Gestaltungskompetenz folgende Formel gewählt. Gestaltungskompetenz ist »Alles, was nötig ist, um gemeinsam mit anderen eine lebenswerte Gesellschaft für alle zu gestalten« (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2009). »Alles, was nötig ist« soll aussagen, dass es sich bei der Gestaltungskompetenz um eine weit gefasste funktionale Kompetenz handelt, die nicht nur Wissen und Fertigkeiten, sondern auch Motivation, Werte, Empathie, Selbstwirksamkeit etc. und auch oftmals im Kontext der BNE-Diskussion Vernachlässigtes wie Humor und Optimismus enthält.

»Gemeinsam mit anderen« zeigt an, dass zur Bewältigung der Zukunftsaufgaben Zusammenarbeit notwendig ist und entsprechende soziale Kompetenzen dazu gehören. »Eine lebenswerte Zukunft« ist eine bewusst inhaltsoffene Formulierung. Was als lebenswert zu gelten hat, ist eine individuell und kulturell zu beantwortende Frage. Entsprechend müssen Räume erhalten bleiben oder geschaffen werden, die eine selbstbestimmte Lebensführung möglich machen. Die Welt muss dazu Vielfalt aufweisen, Entwicklungsmöglichkeiten und auch ausreichenden Wohlstand bieten. »Für alle« schließt alle Menschen, heute und morgen, nah und fern, mit ein. Damit ist der globale Aspekt der BNE, aber auch die Generationengerechtigkeit angesprochen. Und »zu gestalten« zeigt auf die Handlungsorientierung der BNE: nicht nur reden, tun ist angesagt.

Die Umweltverhaltensforschung hat immer wieder aufgezeigt, dass der Zusammenhang zwischen Umweltwissen und -verhalten, ja sogar zwischen Umwelteinstellungen und -verhalten gering ist. Damit ist eine Kritik an der bisherigen Umweltbildung verknüpft, denn sie setzt ja gerade am Aufbau von Umweltwissen und der Beeinflussung von Einstellungen an. Die Ausrichtung auf Gestaltungskompetenz in der BNE und die Einbindung des Lebensweltbezuges sollen dieses Handlungs- und Wirkungsdefizit lindern.

### **Strukturelle Rahmenbedingungen und Verhalten**

Damit das nicht ein frommer Wunsch bleibt, darf die starke Beeinflussung des Verhaltens durch strukturelle Rahmungen nicht außer Acht gelassen werden. Das Glas- und Papierrecycling funktioniert nur dann wirklich gut, wenn entsprechende Sammelcontainer in der Nähe aufgestellt sind. Menschen beginnen Energie ganz ohne Umweltbildung zu sparen, wenn diese teurer wird. Die bisher sozialisierten Kosten von Produkten in den Preis des Produktes zu integrieren ist ein wirkungsvolles umweltökonomisches Instrument. Andererseits können bestimmte Strukturen umweltschädliches Verhalten geradezu fördern und auslösen.

Auch wenn Strukturänderungen sehr wirksame Hebel abgeben, ist Umweltbildung dennoch nicht überflüssig. Solche Strukturmaßnahmen wie zum Beispiel die Erhöhung der Energiekosten lassen sich nur dann politisch durchsetzen, wenn dafür ausreichend Akzeptanz in der Bevölkerung vorhanden ist. Und dass Strukturen geändert werden müssen, soll das Umweltverhalten auf breiter Front weniger schädlich werden, diese Erkenntnis sollten möglichst viele teilen.

### **Verbindung Waldpädagogik und BNE**

Mit BNE findet zum einen eine Fokusverschiebung, zum anderen eine Fokuserweiterung statt. Überspitzt und stark vereinfachend gesagt: War in der bisherigen Waldpädagogik der Wald und seine Bewirtschaftung im Zentrum der Aufmerksamkeit, also der Bildungsgegenstand, der zielgruppengemäß dem Bildungsteilnehmer präsentiert wurde, so steht heute der Bildungsteilnehmer selbst und seine Kompetenzentwicklung besonders im Fokus. Der Wald ist dabei im Idealfall ein Lernort unter vielen anderen auch, an dem der Aufbau von Gestaltungskompetenz gefördert werden kann. Genauso sollte das in einer Bäckerei, beim Architekten oder in der Landwirtschaft möglich sein.

Bei der Fokuserweiterung geht es darum, Brücken zur Lebenswelt der Bildungsteilnehmer zu schlagen, gesellschaftliche Rahmenbedingungen mit hinein zu nehmen, Bezüge in die Zukunft zu knüpfen und auch globale Aspekte zu beleuchten. Bei dieser Fokuserweiterung mag einem Waldpädagogen schnell mulmig werden, vor allem, wenn er nur eine dreistündige Veranstaltung dafür zur Verfügung hat. Die Gestaltungskompetenz muss selbstverständlich nicht komplett in dieser kurzen Zeit aufgebaut werden. Soll das Prinzip BNE wirklich Wirkung entfalten, müssen viele Bildungsanbieter daran mitwirken. Die walddagogische Veranstaltung trägt aber ihr Scherflein dazu bei. Bei allem Enthusiasmus für BNE dürfen die Tugenden der bisherigen Waldpädagogik nicht aus den Augen verloren werden. Positive Erlebnisse ermöglichen, spielerische Aktivitäten einsetzen, Zeit und Räume für das Entdecken der Natur bereitstellen – dafür muss auch weiterhin Zeit sein. Wenn man schon im Wald ist, dann muss man auch den Wald berühren und wahrnehmen dürfen und darf nicht nur über all das reden, was zwar auch beeinflusst, aber im Moment unsichtbar ist. Es gibt einen gewissen Primat des Wahrnehmbaren und Erfahrbaren am Lernort Wald, denn solch eine günstige Gelegenheit in direkten Kontakt mit dem Wald zu kommen, gibt es im Unterricht nicht.

### **Was Waldpädagogik von BNE lernen kann**

2014 endet die UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung. Selbst wenn danach weniger von BNE die Rede sein sollte, gibt es Aspekte, die in einer hochwertigen Waldpädagogik erhalten bleiben müssen. So darf die Verbindung mit der Lebenswelt der Teilnehmer und der Fokus auf die Förderung ihrer Kompetenzen nicht aufgegeben werden. Das eine ist wichtig, damit die Veranstaltung im Wald auch Relevanz für den Alltag und das weitere Leben besitzt und nicht nur eine positive, aber vom Rest des Lebens abgekoppelte,

Erlebnisinsel darstellt. Das andere nimmt die Teilnehmer als solche ernst und erklärt sie zum eigentlichen Ziel der Bemühungen. Hier steckt auch ein Korrektiv für gut gemeinte, aber zu starke Einflussnahme.

Und: Wer das Thema Nachhaltigkeit ernst nehmen will, muss über den Tellerrand des Waldes und der lokalen Verhältnisse hinausblicken. Nur im Rahmen einer nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung kann Nachhaltigkeit im Wald gesichert werden. Gerät die Gesellschaft in die Krise oder folgt sie bedenken- oder gedankenlos naturausbeuterischen und -schädigenden Konzepten, bleibt auch der Wald nicht verschont. Will der Förster den Wald nachhaltig bewirtschaften, muss er seinen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft leisten. Waldpädagogik ist ein Mittel dazu.

## Literatur

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2009): Einführung in die Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Landwirtschaft und Forsten Bayerisches Staatsministerium für Ernährung (Hrsg.): Forstliche Bildungsarbeit. München, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2012): Jahresbericht der Bayerischen Forstverwaltung 2011. München, online verfügbar unter [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/forstverwaltung/dateien/jahresbericht\\_2011.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/forstverwaltung/dateien/jahresbericht_2011.pdf), zuletzt geprüft am 30.04.2013

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2013 [in Druck]): Jahresbericht der Bayerischen Forstverwaltung 2012

Bolay, E.; Reichle, B. (2007): Waldpädagogik. Handbuch der waldbezogenen Umweltbildung. Teil 1: Theorie. Baltmannsweiler, Schneider Verlag Hohengehren

Deutsche Forstchefkonferenz (2007): Waldpädagogik-Zertifikat: Gemeinsame Rahmenregelungen und Mindest-Standards des bundesländerübergreifend von den Forstverwaltungen getragenen Waldpädagogik-Zertifikats. Anlage 2 zum FCK-Beschluss vom 26./27.04.2007

Dobler, G. (2011): Das Selbst- und Bildungsverständnis von Waldpädagogen. Eine Erhebung subjektiver Theorien in Anlehnung an das Modell »Inneres Team« nach Schulz von Thun. Dissertation. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Wald- und Umweltpolitik, Fakultät Wirtschaftswissenschaften. Online verfügbar unter <http://mediatum.ub.tum.de/doc/1093546/1093546.pdf>, zuletzt geprüft am 30.04.2013

Gudjons, H. (2006): Neue Unterrichtskultur – veränderte Lehrerrolle. Bad Heilbrunn, Klinkhardt

Katz, C.; Mayer, M. (2007): Zum Stand der Waldpädagogik in forstlichen Einrichtungen Deutschlands. Online verfügbar unter [http://www.leuphana.de/fileadmin/user\\_upload/Forschungseinrichtungen/ifus/files/DokumentationWaGen.pdf](http://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/Forschungseinrichtungen/ifus/files/DokumentationWaGen.pdf), zuletzt geprüft am 30.04.2013

Luhmann, N. (2002): Das Erziehungssystem der Gesellschaft. 2. Aufl. Frankfurt am Main, Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1593)

Mayer, M. (2010): Forstliche Bildungsarbeit zwischen Nische und Professionalisierung. In: Maria Hehn, Christine Katz, Marion Mayer und Till Westermayer (Hrsg.): Abschied vom grünen Rock. München, oekom, S.101–119

Renkl, A. (1996): Träges Wissen. Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. In: Psychologische Rundschau 47, S.62–78

Schmechel, D.; Dobler, G. (2011): Globale Zusammenhänge in der Waldpädagogik. 6. Internationaler Waldpädagogik-Kongress in Freising. AFZ-Der Wald (17), S.25–27

Vogl, R. (2006): Waldpädagogik-Ausbildung an forstlichen Hochschulen. AFZ-Der Wald (14), S.774–775

Vogl, R. (2011): Waldpädagogik nach Bologna. AFZ-Der Wald (14), S.34–36

Windisch, G. (2012): Rede anlässlich der Eröffnung des 6. Internationalen Waldpädagogik-Kongresses am 25. Juli 2011 in Freising. Online verfügbar unter <http://www.forestpedagogics.eu/images/stories/content/freising-2011/07-25-waldpaedagogik-kongress-f.pdf>, zuletzt geprüft am 30.04.2013

**Keywords:** forest pedagogy, education for sustainable development, sustainability

**Summary:** Forest pedagogy has become an increasingly important area in the forestry profession. It contributes to education for sustainable development. It focuses on forests and their sustainable management, the development of skills and competences of programme participants, refers to their lifeworlds and to global and intergenerational aspects. Forest pedagogy is therefore interested in both: the common good and the personal wellbeing of the participants.

# 5

## Daten für die Nachhaltigkeit

---

# Ohne Information keine Nachhaltigkeit – Daten aus Inventuren und Dauerbeobachtung

Christian Kölling, Hans-Peter Dietrich, Hans-Joachim Klemmt, Thomas Kudernatsch,  
Stefan Müller-Kroehling, Alfred Schubert und Alexandra Wauer

**Schlüsselwörter:** Information, Dauerbeobachtung, Forstliche Umweltbeobachtung, Forstliches Gutachten, Intensivmonitoring, Inventur, Nachhaltigkeit, Bundeswaldinventur, Waldklimastationen, Bodenzustandserhebung

---

**Zusammenfassung:** Wenn man einfache oder komplexere Nachhaltigkeitsregeln befolgen will, kommt man um Investitionen in Inventuren und Dauerbeobachtungssysteme nicht herum. Datenerhebung und -auswertung sind kein Selbstzweck, sondern eine Voraussetzung für moderne Forstwirtschaft in Zeiten rascher Umweltveränderungen und wachsender privater und öffentlicher Ansprüche an den Wald. Mit zahlreichen Programmen erfüllt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft die Kernaufgabe der Informationsbereitstellung für eine informationshungrige, moderne Forstwirtschaft, die sich auch für die Zukunft dem Prinzip der Nachhaltigkeit verschrieben hat.

---

Man stelle sich einmal ein Leben ohne Kontoauszüge vor: Die Höhe und den Turnus der regelmäßigen Einkünfte hätte man als Angestellter mit regelmäßigem Einkommen vielleicht im Gefühl, aber auf der Ausgabenseite würde es schwer fallen, den Überblick zu behalten, es sei denn, man würde jahraus, jahrein jeden Tag den gleichen Betrag ausgeben. Um im privaten Bereich Bilanzausgeglichenheit zu erreichen und sein Vermögen nachhaltig zu bewirtschaften, ist man auf die Informationen des Kontoauszugs angewiesen. Im Wald mit seinen langen Zeiträumen ist es um ein Vielfaches schwieriger, Überblick über alle Bilanzgrößen und die Höhe des Vermögens zu bewahren. In der Vergangenheit löste man das Problem dadurch, dass man konstant immer das Gleiche tat. Über einen langen Zeitraum betrachtet ist unter gleichbleibenden Rahmenbedingungen der Zuwachs konstant. Wenn man demgegenüber in gleicher Höhe nutzt, kann man aus der Erfahrung heraus retrospektiv feststellen, ob sich der Vorrat vermehrt, vermindert oder ob er konstant bleibt. Mit der Methode »Versuch und Irrtum« kann man dann die Nutzungshöhe anpassen, sich damit einem erwünschten Gleichgewichtszustand nähern und von da an seine Ruhe haben. Die Geburtsstunde

der nachhaltigen Forstwirtschaft war der Zeitpunkt, an dem man sich nicht mehr nur auf Erfahrung und den Grundsatz »Versuch und Irrtum« verließ, sondern Bilanzen aufstellte und Vorratswerte verglich. Nur mit Hilfe des »ausgefuchsten« Informationssystems der Forsteinrichtung war es möglich, auch komplexere und intensivere Formen der Nutzung stets im Rahmen der Nachhaltigkeitsprämisse zu gestalten.

Mittlerweile ist der Nachhaltigkeitsbegriff in die Jahre gekommen. Gleichbleibende Holzvorräte oder konstante Nutzungsmengen sind längst nicht mehr die einzigen Nachhaltigkeitskriterien im Wald. Am Wald interessiert uns viel mehr als nur Holzvorrat und Zuwachs. Ist die Waldstruktur in einem erwünschten Zustand? Wie ist es um Baumartenzusammensetzung und Mischung bestellt? Ist eine natürliche Verjüngung der standortgemäßen Baumarten im Wesentlichen ohne Schutzmaßnahmen möglich? Gefährden Umweltveränderungen den Wald oder gehen vom Wald selbst unerwünschte Wirkungen auf die Umwelt aus? Dies sind nur einige Fragen, die sich weder mit Intuition, noch mit Handwerksregeln, noch mit dem Abgleich der Fällungen gegenüber dem Hiebssatz beantworten lassen. Das Informationsbedürfnis in der Forstwirtschaft ist in dem Maße gestiegen, wie die Konstanz im Wald geschwunden ist und wie neue Güter und Dienstleistungen aus dem Wald an Bedeutung gewonnen haben. Sogar die Produktionsbedingungen selbst sind einem Wandel unterworfen, wie uns der Klimawandel schmerzlich bewusst macht. War es früher relativ einfach, mit ein paar Faustregeln und einem dünnen Gerüst an Informationen die Nachhaltigkeitsforderung zu erfüllen, so werden heute wesentlich tiefere und breitere Informationen verlangt, weil sich unsere Umwelt und die Umwelt unserer Wälder immer mehr wandelt und auch unsere Ansprüche an den Wald steigen. Nachhaltigkeit braucht Informationen, und die moderne Forstwirtschaft ist eine informationshungrige Branche geworden. Die Beschaffung dieser Informationen und ihre Bereitstellung ist eine der wichtigsten Kernaufgaben einer forstlichen Ressortforschungsanstalt wie der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).

## Information hat ihren Preis

Bisweilen stehen forstliche Inventuren und Dauerbeobachtungssysteme auf dem Prüfstand. Gern wird der Vorwurf erhoben, die Datenerhebung wäre zu teuer. In Wirtschaftsunternehmen ist es aber nicht üblich, nur die Kostenseite zu betrachten, stets hat man vor allem auch die Leistungsseite im Blick. Moderne Forstwirtschaft ist, wie jeder andere Wirtschaftszweig auch, auf funktionierende Informationssysteme angewiesen. Die Besonderheit der Forstwirtschaft besteht nur darin, dass die betrachteten Zeiträume äußerst lang sind, viele Prozesse im Wald vermeintlich schleichend verlaufen, während andere mit unvorhersehbarer Dynamik auftreten. Wälder erstrecken sich über sehr unterschiedliche Naturräume mit spezifischen klimatischen und standörtlichen Bedingungen; Forstwirtschaft ist flächenintensiv. Aufgrund der besonderen zeitlichen und räumlichen Dimensionen der Forstwirtschaft müssen forstliche Inventuren und Dauerbeobachtungen über lange Zeiträume hinweg mit einer nach der Stichprobentheorie ausreichenden Anzahl räumlicher Wiederholungen ausgestattet sein. Das macht Inventur- und Dauerbeobachtungsprogramme entsprechend teuer. Dem Aufwand und den Kosten steht ein adäquater Informationsgewinn gegenüber. Damit die erhobenen Daten abhängig von Aktualität und Aussagekraft ihre Wirkung entfalten können, müssen sie ständig gesichtet, um Fehler bereinigt und auf ihre Qualität überprüft werden. Es ist durchaus nicht das Ziel »Datenfriedhöfe« anzulegen. Im Gegenteil, die gewonnenen Informationen dienen dazu, schädliche oder erfreuliche Veränderungen in den Wäldern so früh aufzuspüren, dass noch rechtzeitig gehandelt werden kann. Sind die Ergebnisse von Inventuren und Dauerbeobachtung wenig spektakulär, dann deshalb, weil die Managementstrategien greifen und vermeintliche Risiken ausgeblieben sind. Alles bewegt sich dann um einen mehr oder weniger konstanten Mittelwert herum. Auch die Daten aus solchen ereignisarmen Perioden haben ihren Wert, zeigen sie uns doch, dass alle Daten im grünen Bereich sind und kein Grund zur Besorgnis besteht. Ein Referenz- und Alarmsystem hat seinen Wert auch in den Zeiten, in denen keine Sirene ertönt.

## Einzelbeispiele

### **BWI: Eine terrestrische Großrauminventur mit vielen Themen**

Die aktuelle Bundeswaldinventur (BWI) (siehe auch Klemmt auf S.100–103 in diesem Heft) ist eine zentrale Grundlage für forst-, handels- und umweltpolitische Entscheidungen zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz des Waldes. Gleichzeitig ist die BWI die Basis eines Instrumentariums zur Kontrolle und Optimierung der Waldbewirtschaftung auf nationaler und regionaler Ebene. Ziel der Bundeswaldinventur ist es, zutreffende, aktuelle und statistisch abgesicherte Informationen über die großräumigen Waldverhältnisse, die Holzvorräte und Struktur der Waldbestände sowie das vorhandene forstliche Produktionskapital des Waldes zu liefern.

Bayern verfügt mit rund 25.000 Quadratkilometer Waldfläche über fast ein Viertel des Waldes in Deutschland. Diese Wälder erfüllen unverzichtbare Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen. Diese zu erhalten und zu verbessern, ist ein wesentliches Ziel nach dem Waldgesetz für Bayern. Die Bundeswaldinventur II (BWI2) liefert verlässliche Daten über den Waldzustand und die Waldentwicklung in Bayern in den letzten 15 Jahren. Sie bildet somit eine wesentliche Informationsgrundlage für alle, die für unseren Wald Verantwortung tragen. Besonders wertvoll sind die Erkenntnisse über den Privatwald, dessen Anteil am Gesamtwald 54% beträgt und der sich auf rund 700.000 Besitzer verteilt. Allein die Fläche des Kleinprivatwaldes (unter 20 ha Besitzgröße) erreicht in Bayern fast eine Million Hektar, das sind 37% der Waldfläche unseres Landes.

### **Intensives Monitoring und Dauerbeobachtung: Ist der Wald durch Umweltveränderungen gefährdet?**

Saurer Regen und Luftverschmutzungen früherer Jahrzehnte und die noch weitgehend unbekanntenen Risiken des künftigen Klimawandels machen es deutlich: Ohne genaue Kenntnis der jeweils herrschenden Umwelt- und Witterungseinflüsse lassen sich ungewünschte Veränderungen in den Wäldern nur unzureichend verstehen und konkrete Gegenmaßnahmen einleiten. Bereits in den achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts hat die Bayerische Staatsregierung ein zweistufiges Konzept zur kontinuierlichen und langfristigen Beobachtung von Umwelteinflüssen und Wirkungen in Wäldern beschlossen, das repräsentative jährliche Erhebungen zur Baumvitalität (Kronenzustandserhebung) und die intensive und kontinuierliche Erfassung von Umwelteinflüssen und ihrer Wirkungen an ausgewählten Refe-



Abbildung 1:  
An Waldklimastationen werden kontinuierlich und intensiv Umwelteinflüsse und ihre Wirkungen erfasst. Ein Mitarbeiter der LWF bei der Wartung eines Messgeräts zur Bestimmung der an der Rinde einer Buche ablaufenden Wassermenge. Foto: LWF

renzstandorten (Waldklimastationen und Dauerbeobachtungsflächen) vorsieht. Das Konzept mit seinen beiden Intensitätsstufen (Level I und Level II) ist heute in ein einheitliches international abgestimmtes Untersuchungsprogramm in Wäldern (ICP Forests) integriert und dient als Grundlage für politische Entscheidungen und Maßnahmen (z. B. Luftreinhaltung).

Oft wird im Sprachgebrauch die forstliche Umweltbeobachtung mit dem Monitoring gleichgesetzt. Wir verstehen unter dem Begriff Monitoring oder Dauerbeobachtung im engeren Sinne jedoch die intensive und kontinuierliche Datenerhebung an einigen wenigen Referenzwaldorten in ausgewählten Waldregionen Bayerns. Nur dort werden die aktuellen Umwelteinflüsse und ihre Wirkungen auf Boden und Pflanze direkt am gleichen Ort gemessen und erfasst (Abbildung 1). Die dabei verfolgten Fragestellungen setzen gut mit Instrumenten ausgestattete Versuchsflächen und deren regelmäßige Betreuung voraus. In Bayern ist ein Messnetz mit derzeit 18 Waldklimastationen eingerichtet. Hauptzweck des Intensivmonitoring ist es, Umwelteinflüsse und ihre Wirkungen immer zeitnah und aktuell erfassen und bewerten zu können. Sowohl schleichende als auch dramatische Veränderungen sollen langfristig dokumentiert werden. Ungewünschte Veränderungen können so rechtzeitig erkannt, Prozesse verstanden und erforderliche Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Ein Augenmerk im Bezug auf die Umsetzung der Luftreinhaltziele ist weiterhin auf den Rückgang der Schadstoffwirkungen in Wäldern gerichtet. Noch unbeantwortet sind Fragen nach den Fol-

gen erhöhter Stickstoffeinträge für Vitalität der Bäume, Stabilität der Ökosysteme und Produktionskraft der Waldböden. Von besonderem Interesse ist derzeit die Leistungsfähigkeit unserer Wirtschaftsbaumarten bei häufigerer Trockenheit und zunehmendem Wassermangel (Abbildung 2). Bereits frühzeitig wurde in Bayern die Notwendigkeit erkannt, weitere Programme der Dauerbeobachtung (zum Beispiel die Vitalitäts- oder Bodendauerbeobachtung) an den Waldklimastationen zu konzentrieren. Die Waldklimastationen mit ihrer umfassenden Informationsbasis sind zwischenzeitlich Kristallisationspunkte für Forschungsaktivitäten. Sie dienen als exklusive Quelle und Referenz für die Entwicklung oder Überprüfung von Prognosemodellen.

#### **Wald-(Kronen)zustandserfassung: Ist der Wald vital und gesund?**

Das Schreckgespenst »Waldsterben« hat Anfang der 1980er Jahre die Öffentlichkeit aufgeschreckt. Die Sorge, dass Luftschadstoffe und der Saure Regen den Wald großflächig absterben lassen, war groß. Die Forstverwaltung reagierte rasch und führte 1983 die jährliche Waldzustandserhebung ein. Auch in Baden-Württemberg begann die Waldzustandserhebung 1983. Die anderen Bundesländer zogen 1984 nach. 1991 führten die neuen Bundesländer das Inventurverfahren ein. Inzwischen wird in 35 Ländern der EU der Waldzustand nach einheitlichen Grundsätzen entsprechend dem ICP Forests Manual erhoben und veröffentlicht. Die Waldzustandserhebung liefert seit 30 Jahren kontinuierlich Daten zum Zustand des Waldes. Die zeitnahe



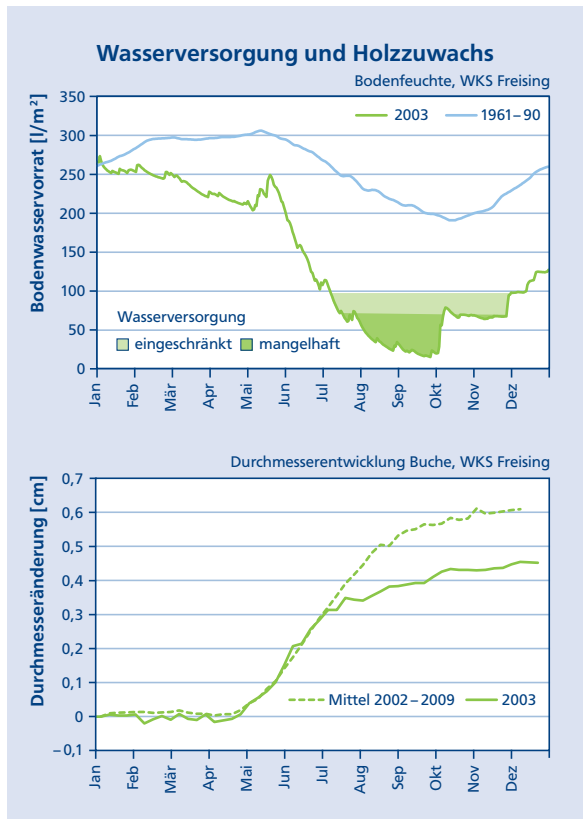


Abbildung 2: Ergebnisse aus dem Monitoring zu Wasserhaushalt und Holzzuwachs an der Waldklimastation Freising; sehr schnell reagierte im Trockenjahr 2003 der Durchmesserzuwachs der Buchen auf die mangelhafte Wasserversorgung (aus: Dietrich u. Raspe 2011).

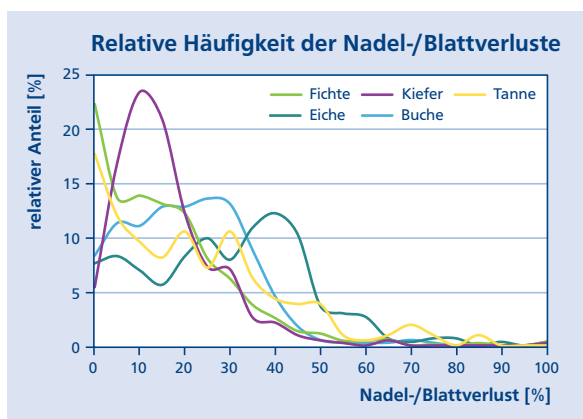


Abbildung 3: Relative Häufigkeit der Nadel-/Blattverluste in Prozent für die Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Tanne, Buche und Eiche im Jahr 2012; die Eiche weist – wie in den Jahren zuvor – den stärksten Blattverlust aller Hauptbaumarten auf. Wissenschaftler widmen dieser Entwicklung große Aufmerksamkeit (aus: Wauer et al. 2013).

Dokumentation und Erforschung der Veränderungen der Wälder und ihrer Gefährdungen aufgrund von Immissionen und klimatischen Einflüssen sind eine wesentliche Voraussetzung für forstliches und umweltpolitisches Handeln. Sie ermöglichen die zeitnahe Risikobewertung für eine multifunktionale und nachhaltige Forstwirtschaft. Reaktionen der Wälder auf bereits eingetretene Klimaveränderungen müssen daher frühzeitig erfasst werden. Mit dem jährlichen Waldzustandsbericht werden Informationen zu Veränderungen der Waldvitalität und ökologischen Risiken im Zeitablauf bereitgestellt. Damit lässt sich abschätzen, wie sich Umweltbelastungen, Klimawandel und andere Faktoren auf den Wald auswirken und welche Schutzkonzepte er braucht.

Die Inventur basiert auf einem einheitlichen Verfahren auf mathematisch-statistischer Grundlage, das eine ausreichend genaue und reproduzierbare Abschätzung der Kronentransparenz und ihrer zeitlichen Variation ermöglicht. Die Kronen der Waldbäume werden visuell beurteilt. Der Zustand der Baumkronen spiegelt die Auswirkungen vielfältiger Stressfaktoren wider. Der Kronenzustand lässt sich vergleichsweise leicht und einheitlich auf großer Fläche erheben. Hauptmerkmale sind die Kronenverlichtung sowie die an Nadeln und Blättern auftretende Vergilbung. Zusätzlich werden Insekten-, Mistel- und Pilzbefall, sonstige Schäden und Krankheiten sowie die Fruktifikation eingeschätzt. Merkmale wie Kronenverlichtung, Vergilbung und Schäden werden in 5%-Stufen für jeden Probebaum erfasst und klassifiziert (Abbildung 3). Um eine gleichbleibend hohe Qualität der Aufnahmen zu sichern, werden die Aufnahmetrupps jedes Jahr vor Beginn der Erhebung im Hochsommer intensiv geschult. Das Raster wird in regelmäßigen Abständen (BWI) auf neu hinzugekommene Waldtrakte überprüft.

Während die Belastung mit Luftschadstoffen dank Filtertechnologie zurückgegangen ist, kommt jetzt die Klimaerwärmung als neue Bedrohung hinzu. An der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ist nun geplant, das Aufnahmeverfahren zu modifizieren und zu erweitern, um fallweise gesicherte Aussagen zu bestimmten Schadsymptomen bzw. Krankheiten liefern und den Ursachen für alle Arten von Waldschäden auf den Grund gehen zu können. Insbesondere die zunehmende Ausbreitung der Kiefern- und Tannemistel, des Eschentriebsterbens und des Eichensterbens haben wir ins Visier genommen. Die Waldzustandserhebung als bewährtes Diagnoseverfahren für die Vitalität der Bäume auf einem systematischen Stichprobenraster eignet sich dafür besonders gut. 2006 wurden die Raster der Wald- und der Bodenzustands-

erhebung mit dem Raster der Bundeswaldinventur zusammengelegt. Dies erwies sich als großer Vorteil, lassen sich hier doch Synergieeffekte nutzen sowie die an identischen Stichprobenpunkten erhobenen Daten zu Wachstum, Boden, Kronenzustand und Schäden in vielfacher Hinsicht kombinieren und auswerten.

#### **Bodenzustandserfassung: In welchem Zustand ist der Produktionsfaktor Boden?**

Waldböden als kostbares Gut sollen nach dem Vorsorgeprinzip vor schädlichen Veränderungen bewahrt werden. Dies ist weitaus wirksamer und kostengünstiger als die nachträgliche Sanierung von Bodenschäden. Dem Zweck der Vorsorge dient auch die zweite Bodenzustandserhebung im Wald (Abbildung 4). Sie soll den derzeitigen Zustand der Waldböden in der Bundesrepublik mit einer Inventur stichprobenartig erfassen. Aus den Daten der Erhebung lässt sich ablesen, wie es gegenwärtig um den Zustand der Waldböden bestellt ist, welche Böden und welche Regionen besonders gefährdet sind und welche Veränderungstendenzen bestehen. Bei bereits eingetretenen Bodenschäden oder aufgrund starker Umweltbelastungen werden Sanierungsmaßnahmen erforderlich. So hat man mit Waldkalkungen die Folgen des Sauren Regens gemildert und die Böden vor weiterer Versauerung geschützt. Für die Planung von Waldkalkungen und anderen Sanierungs- und Vorsorgemaßnahmen liefert die Boden-zustandserhebung im Wald wertvolle Grundlagen.

Schon in der kursächsischen Forstordnung von 1560 wurde der Grundsatz der Nachhaltigkeit formuliert. In erster Linie dient der Bodenschutz im Wald dazu, die Funktion des Bodens als Standort der forstlichen Produktion zu bewahren. Neben dieser nutzungsmotivierten Variante des Bodenschutzes, die das Produktionskapital Boden für spätere Nutzungen erhält, ist die Forstwirtschaft aber auch der Allgemeinheit gegenüber zum Bodenschutz verpflichtet, wie er im Bodenschutzrecht formuliert ist. Schließlich erfüllen gerade auch die Waldböden eine wichtige Funktion im Stoffhaushalt der Landschaft. Als Filter und Reaktor tragen Waldböden wesentlich dazu bei, dass keine schädlichen Stoffe in die benachbarten Umweltmedien Wasser und Luft geraten. Umgekehrt ist aber auch dafür zu sorgen, dass die Belastung der Waldböden mit Schadstoffen die Bodenfruchtbarkeit nicht vermindert. Die Bodenzustandserhebung mit ihren Themen und Fragen hat in diesem Kontext die Aufgabe, problematische Entwicklungen zu erkennen und Lösungswege aufzuzeigen.



Abbildung 4: Böden sind ein langfristiges Betriebskapital, doch auch sie unterliegen Veränderungen. Die Boden-zustandserhebungen liefern wertvolle Daten über Zustand und Entwicklung unserer Waldböden. Foto: A. Schubert

#### **Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung: Sind Wald und Wild in Einklang?**

Damit die Wälder Bayerns heute und in Zukunft ihre vielfältigen Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen optimal erfüllen können, müssen sie mit einer standortgemäßen und möglichst naturnahen Baumartenzusammensetzung verjüngt werden. Dafür ist eine nachhaltige Anpassung der Schalenwildbestände an die natürlichen Lebensgrundlagen eine wesentliche Voraussetzung. Bester Indikator dafür, ob die Schalenwildbestände an den Lebensraum Wald angepasst sind, ist der Zustand der Waldverjüngung. Nur wenn die standortgemäßen Baumarten im Wesentlichen ohne Schutzmaßnahmen in ausreichender Anzahl, Qualität und Verteilung dem Einflussbereich des Schalenwildes ent-wachsen können, sind eine nachhaltige Funktionen-erfüllung und ein umfassender Schutz der Eigentümer-interessen und des Allgemeinwohls möglich.

Um die Bejagung auf die Situation der Waldverjüngung ausrichten zu können, braucht es also repräsentative und in regelmäßigen Abständen erhobene Infor-mationen über die Verjüngung der Waldbäume. Aus diesem Grund erstellt die Bayerische Forstverwaltung seit 1986 alle drei Jahre im Vorfeld der Rehwild-Ab-schussplanung Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung. In den Gutachten werden für jede Hegegemeinschaft die Situation der Waldverjüngung sowie ihre Beeinflussung durch Schalenwild beschrie-ben, bewertet und darauf aufbauend Abschussemp-fehlungen abgegeben. Eine wesentliche Grundlage der Gutachten sind die Ergebnisse einer systematisch durchgeführten Verjüngungsinventur. Mit diesem Stich-probenverfahren werden die Waldverjüngung sowie der Schalenwildverbiss und die Fegeschäden auf Hege-

gemeinschaftsebene objektiv erfasst. Seit 2012 werden die Forstlichen Gutachten ferner durch gutachterliche »Revierweise Aussagen zur Verjüngungssituation« ergänzt.

Sinn und Zweck der Forstlichen Gutachten ist es, die Beteiligten vor Ort (Jagdvorstand, Eigenjagdbesitzer und Revierinhaber) in die Lage zu versetzen, einvernehmlich gesetzeskonforme Abschusspläne aufzustellen und somit ihren Beitrag dazu zu leisten, Wald und Wild in Einklang zu bringen. Für die Unteren Jagdbehörden stellen die Gutachten eine wesentliche Entscheidungsgrundlage bei der behördlichen Abschussplanung dar. Dass die Forstlichen Gutachten tatsächlich eine wichtige und wirksame Grundlage für eine nachhaltige Bejagung und Waldbewirtschaftung darstellen, zeigen anschaulich die Zeitreihen der Anteile der Pflanzen mit frischem Leittriebverbiss in Bayern (Abbildung 5). So gelang es durch die regelmäßige Bereitstellung von Informationen, die Ende der 1980er Jahre in weiten Bereichen Bayerns noch nicht zufriedenstellende Situation der Waldverjüngung aufzuzeigen und im Lauf der Zeit sukzessive zu verbessern. Die negative Trendumkehr, die zwischen 2003 und 2006 zu beobachten war, wurde durch das Informationssystem der Forstlichen Gutachten rechtzeitig erkannt, gestoppt und ins Gegenteil verkehrt. So konnten bei der Verjüngungsinventur 2012 erfreulicherweise die niedrigsten Verbisswerte seit Beginn der Inventuren im Jahr 1991 festgestellt werden. Die Forstlichen Gutachten haben somit einen entscheidenden Beitrag dazu geleistet, dass sich die Waldverjüngung in Bayern insgesamt auf einen guten Weg hin zu stabilen Mischwäldern befindet.

**FFH-Monitoring: Wie steht's um Europas Naturerbe?**

Alle sechs Jahre berichten die EU-Mitgliedsstaaten an die EU-Kommission, wie es den FFH-Schutzgütern in den jeweiligen Ländern und biogeografischen Regionen geht, und welche Maßnahmen durchgeführt wurden, um den Erhaltungszustand gegebenenfalls zu verbessern. Eine Besonderheit ist, dass der Bericht auf Ebene von biogeographischen Regionen erfolgt, die über Bundesländer-Grenzen hinausgehen. Bayern hat Anteil an der kontinentalen biogeographischen Region und repräsentiert in Deutschland allein die alpine Region. Um den sehr hohen Aufwand turnusmäßiger Erhebungen für die große Zahl von Schutzgütern (es geht um die Lebensraumtypen des Anhanges I und die Arten der Anhänge II, IV und V der FFH-RL) zu minimieren, wurden Stichprobenverfahren entwickelt, so dass nur extrem seltene Schutzobjekte einem »Totalzensus« unterliegen. Für die häufigeren Wald-Lebensraumtypen kommt zudem die Bundeswaldinventur als bereits etabliertes Monitoring-Instrument zum Einsatz. In 2013 leistet die dritte Bundeswaldinventur erstmals diese neue Aufgabe, für die wenige Merkmale an den Traktecken mit FFH-Lebensraumtyp-Eigenschaft ergänzt wurden. Die meisten Merkmale liefert die Bundeswaldinventur bereits aus den ohnehin erhobenen Merkmalen. Ob sich der Aufwand für so umfangreiche Erhebungen zu allen Schutzobjekten in sechsjährigem Turnus, bei manchen Arten sogar noch häufiger (da mehr als ein Erhebungsdurchgang gefordert ist) lohnt, wird die Umsetzung in der Praxis zeigen. Wichtigste Aufgabe muss es wohl sein, Dringlichkeiten und Handlungsschwerpunkte unter den Schutzobjekten und

Abbildung 5:  
Der Anteil der Pflanzen mit frischem Leittriebverbiss ist ein guter Indikator, um die aktuelle Verbiss-situation zu beurteilen und die künftige Entwicklung der Verjüngung zu prognostizieren. Zwischen 1991 und 2012 ist der Anteil der jungen Waldbäume mit frischem Leittriebverbiss bei allen Baumarten gesunken.

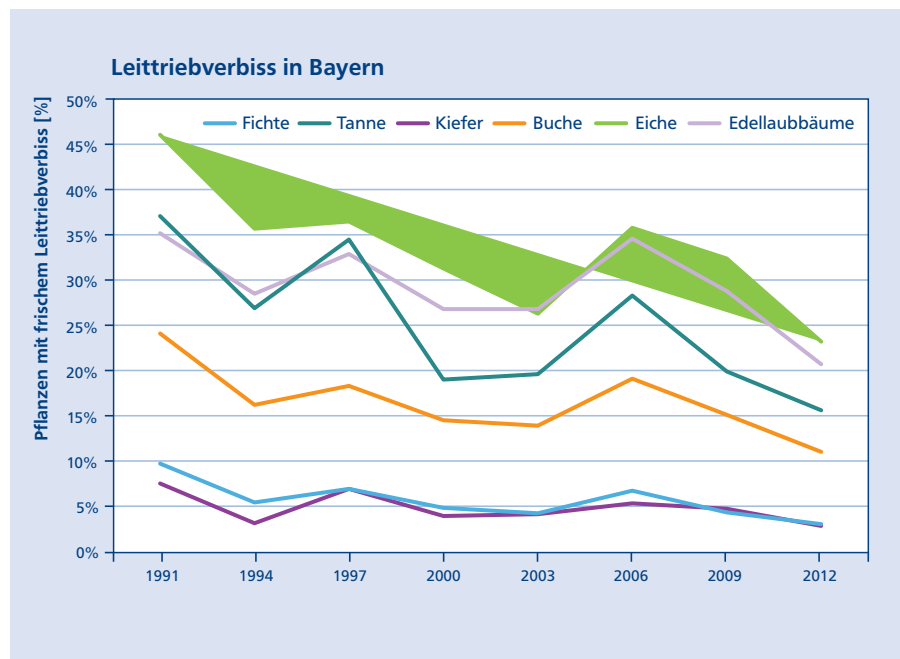




Abbildung 6: Torfmoospolster in einem Moorwald (FFH-LRT \*91D0) als Indikator für den Zustand des Moores.

Foto: S. Müller-Kroehling

dabei jene Merkmale zu erkennen, bei denen Defizite bestehen. Dass abgesicherte Erhebungen die bisherige Methode der »Experteneinschätzung« ergänzen (aber nie ganz ersetzen können), ist jedenfalls eine der Transparenz und der Akzeptanz seitens der Umsetzer dienende Komponente. Aussagen zu einzelnen Gebieten oder auch einzelnen Bundesländern werden übrigens bei keiner der angewandten Methoden angestrebt und sind auch nicht die Aufgabe des alle sechs Jahre zu leistenden Berichtes. Für die Beobachtung der Entwicklung innerhalb des Gebietes müssen andere Instrumente greifen.

Aus den Berichten der Länder wird seitens der EU-Kommission ein »Gemeinschaftsbericht« erstellt, der den Zustand der Schutzobjekte nach Ländern und biogeographischen Regionen zusammenfasst und darstellt. Der Berichtserstellung 2013 für Deutschland werden »biogeographische Konferenzen« auf Bundesländer-Ebene vorausgehen. Die Ergebnisse des Berichtes 2007 sind auf den Internet-Seiten der Kommission bzw. für Deutschland auf denen des Bundesamtes für Naturschutz einzusehen (vgl. Müller-Kroehling 2009). Das FFH-Monitoring ist kein umfassendes Biodiversitäts-Monitoring, sondern streng auf die Arten und Lebensräume der Anhänge dieser Richtlinie beschränkt. Man kann aber annehmen, dass es den meisten Lebensräumen und Arten »gut geht«, wenn dies auch für die FFH-Schutzobjekte der Fall ist.

## Fazit

Informationen über Zustand und Entwicklung von Gütern und Dienstleistungen aus dem Wald sind teuer, aber unverzichtbar für einen nachhaltigen Umgang mit dem Wald. Wenn man Informationsgewinnung unter ökonomischem Aspekt betrachtet, muss man ihre Kosten dem erwarteten oder eingetretenen Nutzen gegenüberstellen. Das Geld, das in die Inventur- und Dauerbeobachtungsprogramme fließt, kann als Investition in die Nachhaltigkeit in einem umfassenden Sinn betrachtet werden. Wie wir hier investieren und wie wir mit den gewonnenen Daten umgehen, zeigt den Grad unserer Wertschätzung dem Nachhaltigkeitsprinzip gegenüber. Mit den entsprechenden teuer erkauften Informationen fällt es uns leichter, den Wald vor Schäden zu bewahren und nachhaltig so zu bewirtschaften, dass er seine Leistungen für das Wohl der Allgemeinheit dauerhaft erbringen kann.

## Literatur

Dietrich, H.-P.; Raspe, S. (2011): Waldmonitoring: Harte Daten für die Politik. LWF aktuell 82, S. 4–8

Wauer, A.; Hardtke, A.; Raspe, S. (2013): Mit Bayerns Wäldern geht es aufwärts. Folgen des Trockensommers 2003 endlich überwunden. LWF aktuell 93, S. 40–43

Müller-Kroehling, S. (2009): Der FFH-Bericht 2007 und Bayerns Wald. LWF aktuell 69, S. 26–29

Neubert, M.; Klemmt, H.-J.; Müller-Kroehling, S. (2012): Bundeswaldinventur 3: Erstmals Erfassung der Natura 2000-Wald-Lebensraumtypen. LWF aktuell 89, S. 36–40

**Keywords:** Information, Monitoring, Level I, Level II, Inventory, Sustainability

---

**Summary:** Following rather simple or more complex sustainability rules one cannot avoid to invest in inventories and permanent monitoring systems. Data collection and analysis is not an end in itself, but a prerequisite for modern forestry in times of growing environmental changes and increasing private as well as public demands on the forests. With various different programmes the Bavarian State Institute of Forestry meets the core task of providing information to an information-hungry modern forestry, which is going to be committed to the principle of sustainability in the future as well as it was in the past.

---

---

# Die Bundeswaldinventur – verlässliche Daten zur nachhaltigen Bewirtschaftung bayerischer Wälder

Hans-Joachim Klemmt

**Schlüsselwörter:** Wald, Forst, Inventur, Bayern, Nachhaltigkeit

---

**Zusammenfassung:** Die Bundeswaldinventur (BWI) ist eine Großrauminventur, die aktuell zum dritten Mal in ganz Deutschland durchgeführt wird. Die BWI stellt die derzeit wichtigste Datengrundlage für die nachhaltigkeitsorientierte Bewirtschaftung unserer Wälder dar. Sie liefert für großräumige Auswertungseinheiten besitzartenübergreifend zuverlässige Zahlen zum Zustand und zur Entwicklung der Wälder. Durch eine kontinuierliche Wiederholung nimmt die Aussagekraft der BWI stetig zu.

---

Zur Beurteilung einer nachhaltigen Waldentwicklung sind verlässliche Beschreibungen des Zustands sowie der Veränderungen notwendig. In den Anfangsjahren der Forstwirtschaft in Deutschland zu Beginn des 18. Jahrhunderts erfolgten die Zustandsbeschreibungen meist auf qualitativer Basis. Im Laufe der Zeit entwickelte die Forstwissenschaft die Fachdisziplinen Dedrometrie bzw. Waldmesslehre, Waldinventur und Forsteinrichtung. Aufbauend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden ermöglichte sie operationalisierbare, reproduzierbare quantitative Zustandsbeschreibungen auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen (Zöhler 1980). Forsteinrichtung und Forstinventuren bilden damit die Grundlage für nachhaltige Waldbewirtschaftung und werden allgemein als Nachweise einer nachhaltigen Entwicklung bei Betrachtung der naturalen Entwicklungen (Wilke 2013) anerkannt.

Um den Zustand und die Naturalentwicklung zuverlässig auf großräumiger Ebene einschätzen zu können, wurde in Deutschland (Gebietsstand vor dem 3.10.1990) die BWI geschaffen. Sie ist konzipiert als stichprobenbasierte Großrauminventur, die stichprobentheoretisch als einstufige, systematische Klumpenstichprobe mit regional unterschiedlicher Stichprobendichte einzuwerten ist (Schmitz et al. 2008). Ziel der BWI ist die Untersuchung der großräumigen Waldverhältnisse und der forstlichen Produktionsmöglichkeiten in Deutschland. Die Stichprobenpunkte der BWI sind dabei in einem systematischen Gitternetz über das

gesamte Bundesgebiet verteilt. Das Basisnetz hat eine Rasterweite von 4×4 km bzw. ist zum Teil auf regionaler Ebene verdichtet, so zum Beispiel in Bayern in den Regierungsbezirken Mittelfranken und Schwaben (2,83×2,83 km) (Abbildung 1). Die Verteilung der Punkte erfolgt dabei unabhängig von den zugrunde liegenden Eigentumsarten der Stichprobenpunkte, was großräumige Rückschlüsse und Vergleiche der Waldverhältnisse jeglicher Waldbesitzarten einer Region innerhalb des Inventurgebietes ermöglicht. Zwischen 1986 und 1990 wurde die erste Großrauminventur im Gebiet der alten Bundesrepublik Deutschland durchgeführt (BWI 1). Daneben liegen bundesweit Bundeswaldinventurdaten für 2002 (BWI 2) sowie für eine Unterstichprobe für das Jahr 2008 (Inventurstudie 2008, »Treibhausgasinventur«) vor (Polley 2011). Letztere ist nur auf Bundesebene angelegt und liefert keine Aussagen für die Bundesländer. Die BWI stellt aktuell die

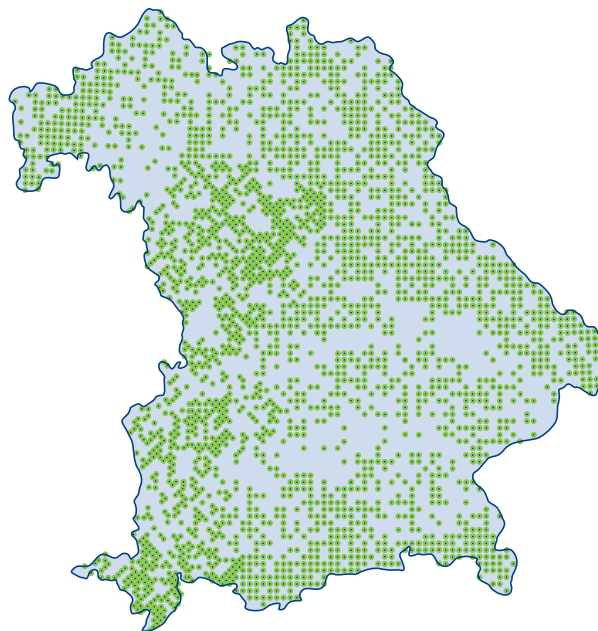


Abbildung 1: Verteilung der Stichprobenpunkte (Waldtrakte) der BWI 3 über Bayern. An jedem dargestellten Punkt befinden sich ein bis vier Inventurpunkte (Waldtraktecken). (Quelle: Klemmt und Neubert 2011b)

wichtigste, besitzartenübergreifende Datenquelle für den Wald in ganz Bayern und Deutschland dar, die zuverlässige Daten zur nachhaltigkeitsorientierten Bewirtschaftung unserer Wälder liefert.

### **Lange Tradition in Bayern**

Für Bayern wurde rund 20 Jahre vor der BWI 1 bereits eine landesweite Bayerische Waldinventur (GRI 1971, Großrauminventur) unter konzeptioneller Ausgestaltung und Leitung von Prof. Dr. Eckhard Kennel durchgeführt, der anschließend auch die Landesaufnahmen für die BWI 1 in Bayern leitete.

Auftrag der damaligen Bayerischen Waldinventur war, einen Schätzwert für das Holzaufkommen der nächsten 10 bis 30 Jahre zu ermitteln (Kennel 1973). Der Vergleich der Ergebnisse ermöglichte für einige Bereiche der Waldstruktur, die Entwicklung im Verlauf der letzten Jahrzehnte zu beschreiben. Beide Inventuren unterscheiden sich jedoch methodisch in mehreren Punkten (GRI 1971: temporäre Anlage variabler Probekreise, Aufnahmen nur auf Stichprobenpunkten entsprechender Ertragsleistung etc.), was es bei der vergleichenden Beurteilung der Ergebnisse GRI 1971 mit den Ergebnissen der BWI 1 zu berücksichtigen gilt (LWF 1994).

### **Der Tradition verpflichtet**

Die BWI ist spätestens seit der zweiten Auflage zu einer vielbeachteten, zuverlässigen Datenquelle über den Wald in Deutschland geworden. Aufgrund der Tatsache, dass die BWI 2 noch keine Zuwachs- und Veränderungsgrößen für das vereinte Deutschland liefern konnte, da sie in den neuen Bundesländern erstmalig durchgeführt wurde, haben sich Bund und Länder auf die Durchführung einer dritten BWI geeinigt. Die Außenaufnahmen hierzu fanden in den Jahren 2011 und 2012 in allen Bundesländern statt.

Das Aufnahmeverfahren ist vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV 2011) vorgegeben, die Durchführung oblag den Ländern. Ziel der Steuerung der Außenaufnahmen bei der BWI 3 in Bayern war eine qualitativ hochwertige Datenaufnahme im Feld, die möglichst viele Auswertungsmöglichkeiten eröffnet und eine größtmögliche Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Vorgängerinventuren ermöglicht. Gleichzeitig sollten die Kosten für

die Inventurdurchführung minimal gehalten werden. In Bayern kamen daher folgende maßgeblichen Änderungen und Verbesserungen gegenüber dem BWI 2-Vorgehen bei der BWI 3 zum Tragen:

#### **Traktvorklärung**

Im Rahmen der Traktvorklärung werden vor den eigentlichen Feldaufnahmen permanente Trakt- bzw. Trakteckenmerkmale geprüft und ergänzt bzw. geändert. Beispiele hierfür sind Merkmale wie Eigentumsarten, Eigentumsgrößenklassen, Vorkommen von Schalenwildarten etc. Die Abfrage bei den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) erfolgte dabei erstmalig auf elektronischem Austauschweg. Merkmale, die an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft einfacher oder genauer ermittelt werden konnten, wurden nur an dieser Stelle erhoben. So wurden zum Beispiel für die BWI 3 in Bayern die Eigentumsverhältnisse GIS-basiert, automatisiert aus den Daten der Liegenschaftsverwaltung abgeleitet und mit den Angaben der ÄELF abgeglichen.

#### **Ausstattung der Trupps mit modernsten technischen Hilfsmitteln**

Im Zuge der Vorbereitungen wurde das Aufsuchen der permanenten Bundeswaldinventurpunkte in Bayern dahingehend optimiert, dass die Grobnavigation (vom Startpunkt bis in den Wald) in die Nähe des Inventurpunktes (Traktecke) durch Waldwege-Navigationssysteme unterstützt wurde. Weiterhin wurden zur Feinnavigation (vom Auto zum Inventurpunkt) mobile Datenerfassungsgeräte mit integrierten, hochgenauen GNSS-Einheiten eingesetzt (Klemmt und Neubert 2011a). Diese haben gleichzeitig eine hochgenaue (max. Abweichungen ca. 3 m) Einmessung der Inventurpunkte ermöglicht, was sich für Folgeinventuren kostensenkend auswirken dürfte. Nach eigenen Zeitstudien ist es durch das System aus Grob- und Feinnavigation gelungen, die Zeit zum Aufsuchen der Inventurpunkte (Traktecken) um 40% gegenüber dem BWI 2-Vorgehen zu verkürzen. Weiterhin wurden – zur Verbesserung der Volumenermittlung – im Zuge der BWI 3 in Bayern obere Durchmesser an den Höhenmessbäumen gemessen. Hierzu kamen im Gegensatz zur BWI 1, bei der Hochkluppen verwendet wurden, laserbasierte, optische Dendrometer zur Anwendung (Abbildung 2).



Abbildung 2: Außenaufnahmen zur BWI 3 in Bayern mit modernsten technischen Gerätschaften Foto: LWF

### **Einsatz von erfahrem Personal für die Außenaufnahmen**

Die zwei Jahre dauernden Außenaufnahmen in Bayern haben 23 Mitarbeiter der Bayerischen Forstverwaltung durchgeführt, die zum Großteil vorab bereits über Inventurerfahrung und/oder Natura 2000-Monitoring-Erfahrung verfügten. Für die BWI 3-Außenaufnahmen nahmen sie zudem an mehrwöchigen speziellen Schulungseinheiten teil.

Diese Maßnahmen stellten eine sehr hohe Qualität der Inventuraufnahmen sicher und gleichzeitig konnten die Inventurkosten der Außenaufnahmen zur BWI 3 in Bayern reduziert werden.

Zum Jahreswechsel 2012/2013 wurden die Außenaufnahmen in Bayern fristgerecht abgeschlossen. Aktuell laufen die Auswertungsarbeiten sowohl auf Länder- als auch auf Bundesebene. Die Daten werden von vielen Interessenten mit Spannung erwartet. Insbesondere die Forst- und Holzwirtschaft, die Forst- und Umweltpolitik und die Forstwissenschaft benötigen sie für eine Situationsanalyse und die zukünftige Gestaltung unserer Wälder (Polley 2011).

### **Möglichkeiten und Grenzen der Auswertung für Bayern**

Von Seiten der Forstpraxis werden verschiedenste Erwartungen an die Auswertung der BWI 3 in Bayern gerichtet. Gewünscht sind Ergebnisse mit möglichst kleinräumigem, regionalem Bezug. Hierbei muss allerdings die generelle Zielsetzung und die Konzeption beachtet werden. Die Bundeswaldinventur ist konzipiert als Großrauminventur, die sichere Aussagen für großräumige Einheiten ermöglicht. Für das Bundesland Bayern sind auf Landesebene sowie auf Regierungsbezirksebene auch bei weitergehender Stratifizierung – zum Beispiel nach Waldbesitzarten – sichere Ergebnisse zu erwarten. Auf Ebene der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten werden nur in Einzelfällen – abhängig von der Inventurpunktausstattung eines Amtes – für einzelne Zielgrößen statistisch belastbare Ergebnisse zu erwarten sein. Details zu den Möglichkeiten und Grenzen der BWI 3 für Bayern finden sich bei Klemmt und Neubert (2011b). Parallel zu den Grundauswertungen der BWI 3 für Bayern wird zur Zeit an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft geprüft, ob eine physiographisch-basierte Stratifizierung auf Basis der Ergebnisse des

Projektes KLIP 4 (Standortinformationssystem) kleinräumigere Aussagen, losgelöst von organisatorischen Abgrenzungseinheiten (z. B. Landkreisen, Amtsbereichen), zulässt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden die Auswertungen parallel auch für die bei der BWI 2 ausgeschiedenen Auswertungseinheiten durchgeführt.

## Ausblick

2010 haben Bundestag und Bundesrat die Änderung des für die Bundeswaldinventur maßgeblichen §41a des Bundeswaldgesetzes beschlossen. Mit dieser Änderung ist der Wiederholungsturnus auf zehn Jahre fixiert. Damit ist sichergestellt, dass auch zukünftig vergleichbar erhobene Daten für Deutschland und Bayern zur Verfügung stehen werden. Weiterhin ist mit dieser Novellierung die Zielstellung der Bundeswaldinventur erweitert, indem ausdrücklich auf die Verwertbarkeit der Daten nach §6 des Bundesnaturschutzgesetzes (Erhaltungszustand der Wald-Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie) hingewiesen wird (Polley 2011).

An der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft werden aktuell auch weiterführende Nutzungskonzepte für die Daten der Bundeswaldinventuren durch Verknüpfungen mit Daten der Fernerkundung geprüft, so dass – aufbauend auf den soliden Grunddaten der Bundeswaldinventur für Bayern – ein maximaler Mehrwert für die praktische Forst- und Holzwirtschaft in Bayern im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Naturalinformationen angestrebt wird.

## Literatur

LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (1994): Der Wald in Bayern – Ergebnisse der Bundeswaldinventur 1986–1990. LWF Wissen 1, 91 S.

BMELV – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011): Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (BWI<sup>3</sup>). Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.). 2. geänderte Auflage, Mai 2011, 107 S.

Kennel, E. (1973): Bayerische Waldinventur 1970/1971 Inventurabschnitt I: Großrauminventur, Aufnahme und Auswertungsverfahren. Forschungsbericht 11 der Forstlichen Forschungsanstalt München, 143 S.

Klemmt, H.-J.; Neubert, M. (2011a): Satelliten-Navigation für die Waldinventur. LWF aktuell 83, S. 50–53

Klemmt, H.-J.; Neubert, M. (2011b): Möglichkeiten und Grenzen der Auswertbarkeit der BWI 3 für Bayern. LWF aktuell 85, S. 44–46

Polley, H. (2011): Die dritte Bundeswaldinventur beginnt 2011. AFZ-Der Wald 17, S. 35–37

Schmitz, F.; Polley, H.; Henning, P.; Dunger, K.; Schwitzgebel, F. (2008): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI 2. Inventur- und Auswertungsmethoden. (unveröffentlichter) Arbeitsbericht aus dem Institut für Waldökologie und Waldinventuren des Johann-Heinrich-von-Thünen-Instituts Eberswalde, 85 S.

Wilke, C. (2013): Wir halten nach! Eine dreihundertjährige Entwicklung, die noch nicht abgeschlossen ist. proWald, Januar 2013, S. 5–7

Zöhner, F. (1980): Forstinventur: Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey, 1980, 207 S.

**Keywords:** National Forest Inventory, Bavaria, sustainability

---

**Summary:** The National Forest Inventory (NFI) in Germany (German term: »Bundeswaldinventur«) is regulated by law. It is designed as a wide area inventory, combining several sampling methods to quantify the spatial distribution, composition and rates of change of about 160 forest parameters within specified levels of precision for different purposes. NFI-Data is collected within the whole forest area in Germany, independent of ownership status or business objectives. Therefore it is the most important data source for sustainable forest management in Germany.

---



---

# Beiträge der forstlichen Fernerkundung für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung

Adelheid Wallner, Christoph Straub und Rudolf Seitz

**Schlüsselwörter:** Nachhaltige Datenquelle, Fernerkundungssysteme, Wald-Offenland-Abgrenzung, Baumartenklassifizierung, Höhenmodellierung, Regionalisierung von Stichprobeninventuren, pixel- und objektbasiert, visuell und semiautomatisch

---

**Zusammenfassung:** Die forstliche Fernerkundung blickt auf eine lange Tradition zurück. Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts liefert sie forstliche Grundlagendaten, die auch im Rahmen der Diskussion um eine nachhaltige Waldbewirtschaftung von hoher Relevanz sind. Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bearbeitet eine Vielzahl an forstlichen Fernerkundungsprojekten, die sich auf die möglichst automatisierte Erfassung forstlicher Parameter wie zum Beispiel Waldflächenabgrenzung, Baumartenerfassung, Bestandshöhen etc. fokussieren. Die resultierenden Produkte dienen dabei zum Beispiel als Status quo-Aussage der aktuellen Baumartenverteilung im Zusammenhang mit Klimarisikokarten sowie als Hilfsmittel für die forstliche Beratung. Kronenhöhenmodelle ermöglichen die Regionalisierung von Waldinventuren und verbessern so deren Aussagekraft. Erste Untersuchungen zur Detektion von Vitalitätseinschränkungen von Waldbäumen aus Fernerkundungsdaten lassen hoffen, dass die Fernerkundung in Zukunft einen Beitrag zur Waldzustandserhebung liefern könnte. In einem Ausblick werden mögliche Entwicklungsperspektiven der Fernerkundung an der LWF unter Berücksichtigung neuer Sensoren und Verfahren aufgezeigt und deren Anwendungsbereiche beleuchtet.

---

Die forstliche Fernerkundung beschäftigt sich im Wesentlichen mit der Bereitstellung von Datengrundlagen, die gerade auch im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsbetrachtung eine Planungs- und Entscheidungsbasis bieten. Dies betrifft im Rahmen der Beratung der Waldbesitzer zur Verbesserung der nachhaltigen Waldbewirtschaftung sowohl ökologische als auch ökonomische Aspekte.

Der Einsatz von Fernerkundungstechnik in der Forstwirtschaft besitzt eine lange Tradition. Im Jahre 1887 wurde im Berliner Tageblatt die Nutzung von Luft-

bildern von einem Forstmann erstmals erwähnt (Huss 1984). In den 1950er Jahren startete die Satellitenbild-Fernerkundung mit relativ grober Auflösung für großflächige Aussagen, die in Kombination mit hochauflösenden Luftbildern für vertiefende Detailinterpretationen die Möglichkeit bietet, langjährige Zeitreihen zu erstellen und zu analysieren. Durch diese Form der »Veränderungsdetektion« liefert die Fernerkundung einen wichtigen Beitrag im Bereich des Monitorings für die nachhaltige Bewirtschaftung unserer Wälder. Bereits seit Beginn der Waldschadensdiskussion in den 1980er Jahren verwendet die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Fernerkundungsdaten wie Luftbilder und Satellitendaten, um die unterschiedlichsten Fragestellungen zu bearbeiten. Die Möglichkeit, zeitnah den Status quo großer Flächen wahlweise mit geringer oder höchster Auflösung dokumentieren zu können und dabei die Informationen unterschiedlicher spektraler Kanäle nutzen zu können, ließ die Fernerkundung zu einem wichtigen Werkzeug werden. Bedingt durch die starke art- bzw. vitalitätsspezifische Reflexion der Vegetation im Bereich des nahen Infrarots, begannen die forstlichen Akteure, sich vermehrt auf Luftbilder dieser Darstellungsart sowie entsprechende Satellitendaten zu spezialisieren.

## Aktuelle Fernerkundungsprojekte an der LWF

Derzeit laufen an der LWF eine große Anzahl unterschiedlicher Fernerkundungsprojekte, die wichtige Datengrundlagen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung liefern. Die forstliche Fernerkundung an der LWF basiert auf Sensorsystemen, die an Bord von Satelliten die Erde umkreisen (spaceborne) sowie auf Kamerasystemen in Form von optischen Kameras und Laserscannern, die an Bord von (Klein-) Flugzeugen digitale Daten liefern (airborne). Terrestrische Fernerkundungssysteme wie beispielsweise terrestrische Laserscanner spielen aufgrund ihrer derzeit noch mangelnden Praxistauglichkeit für die Verwendung innerhalb der Forstverwaltung aktuell keine Rolle.

In den letzten Jahren konzentrierte sich der technische Fortschritt im Bereich der Luftbilder auf die Etablierung digitaler Luftbildkameras unterschiedlicher Bildformate, die im Rahmen landesweiter Bildflugkampagnen eingesetzt werden. Die Aufnahme der vier Kanäle »Blau«, »Grün«, »Rot« und »nahes Infrarot« hat sich dabei als Standard durchgesetzt, eine Farbtiefe von 12 Bit und eine Auflösung von 20 cm stellen die Regel dar.

Die aktuellen Satellitensysteme zeichnen sich durch eine hohe Wiederholungsfrequenz (1–10 Tage) ihrer Aufnahme sowie verschiedene (bis zu ca. 260 Kanäle) spektrale Abbildungseigenschaften aus. Die modernen Sensoren werden an der LWF zur Beantwortung verschiedener Anforderungen aus der forstlichen Praxis zunächst im Rahmen von Projekten herangezogen.

So konnten durch das Kooperationsprojekt *EUS-FH (Entscheidungs-Unterstützungs-System für die Forst-Holz-Kette)* mit der Technischen Universität München (TUM) sowie dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wichtige Erkenntnisse über die Parametererfassung von Waldflächen erlangt werden. Im Vordergrund dieses Projektes stand die Analyse des Nutzungspotenzials von Satellitensystemen wie dem optischen Rapid-Eye-System und dem Radarsatelliten TerraSAR-X. Hierbei lag der Fokus auf der Ableitung forstlicher Parameter für die forstliche Betriebsplanung (Schneider et al. 2013). Zunächst wurde das Potenzial für die Abgrenzung von Waldflächen untersucht (Rappl et al. 2011). Die Ableitung forstlicher Parameter wurde anhand von Schätzverfahren erforscht, um diese für den Wachstumssimulator SILVA (Pretzsch 2000) bereitstellen zu können. Ein nächster Schritt testete die Verwendbarkeit dieser Satellitendaten für biotische und abiotische Kalamitäten. Die Detektion biotischer Kalamitäten, in diesem Falle der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) im Steigerwald, zeigte auch Grenzen für beide Systeme auf. Als abiotische Kalamität wurde hierbei die zeitliche Verfügbarkeit und Erfassbarkeit von Sturmschadensflächen im Bayerischen Wald untersucht. Ergebnisse der Studie finden sich sowohl in Elatawneh et al. (2012) als auch in Rappl et al. (2012).

Hauptziel des aktuellen Projektes »Semi-automatische Parameterextraktion aus digitalen Luftbildern (SAPEX-DLB)« ist die Entwicklung innovativer und effizienter Methoden zur automatisierten, flächendeckenden Informationsgewinnung für die forstliche Beratung auf Grundlage aktuell verfügbarer amtlicher Luftbilder. In diesem Zusammenhang werden unter anderem Metho-

den zur Wald-Nichtwald-Trennung, Baumartenklassifizierung sowie zur Regionalisierung von Waldinventuren mit hochaufgelösten Fernerkundungsdaten entwickelt. Die bisherigen Ergebnisse belegen, dass die amtlichen Luftbilder der regelmäßigen Bayernbefliegung eine geeignete Datengrundlage zur Erfassung von zahlreichen waldkundlichen und waldschutzrelevanten Kenngrößen sind. Die Bilder eignen sich sowohl für visuelle Interpretationen (in 2D und 3D) als auch für automatisierte Auswertungen (Straub und Stepper 2013).

Als einjährige Studie beschäftigt sich das Projekt *SAPEX-SAT*<sup>1</sup> mit der Problematik der Erstellung von Oberflächenmodellen (analog zu SAPEX-DLB), jedoch auf Satellitenebene.

Die im Rahmen der Diskussion über die Auswirkungen des Klimawandels auf die bayerischen Wälder durchgeführten Untersuchungen des Forschungsprojektes KLIP 4<sup>2</sup> resultieren in der Bereitstellung von Klimarisikokarten. Diese Potenzialdarstellungen benötigen eine Aussage über das tatsächliche Vorkommen der betroffenen Baumart auf der Fläche. Im Rahmen des Projektes *TreeIdent\_Fi/Kie*<sup>3</sup> wird 2013 angestrebt, die Verbreitung der besonders gefährdeten Baumarten Fichte und Kiefer in einem 100×100m Raster bayernweit darzustellen.

Der Vitalitätszustand der Wälder wird von 2013 bis 2015 im Rahmen des Projektes *VitTree*<sup>4</sup> untersucht. In diesem dreijährigen Projekt liegt das Augenmerk auf der Fragestellung, ob Vitalitätsveränderungen von Waldbäumen in Satellitendaten zu identifizieren sind, bevor diese terrestrisch erfasst werden können. Hierzu finden die Daten des Sensorsystems »WorldView 2« Verwendung.

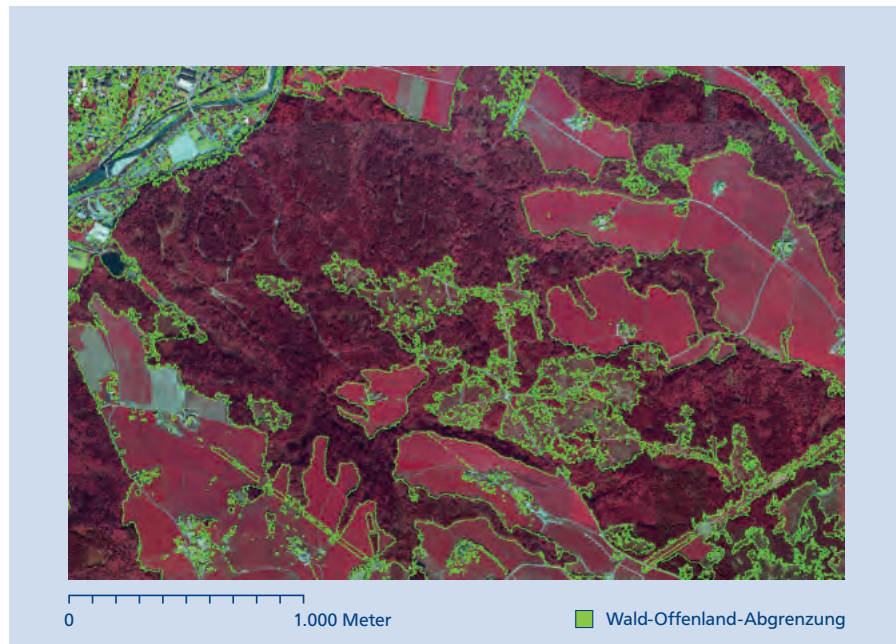
1 SAPEX\_SAT: Regionalisierung von großflächigen Inventurdaten (BWI)

2 KLIP 4: Flächendeckende Prognose hinsichtlich der Baumarteneignung unserer Standorte im Jahr 2100

3 Treedent\_Fi/Kie: Identifikation anpassungsnotwendiger Fichten- und Kiefernbestände auf Basis von digitalen Standortinformationen und Satellitendaten

4 VitTree: Erfassung der Vitalität von Waldbäumen aus WorldView 2-Daten

Abbildung 1:  
Ergebnis einer Wald-  
Offenland-Abgrenzung für  
das Untersuchungsgebiet  
»Stadtwald Traunstein«



### Derzeitige Produkte der forstlichen Fernerkundung als Grundlage für die nachhaltige Waldbewirtschaftung

Die an der LWF erforschten Methoden zur Erstellung der für die nachhaltige Waldbewirtschaftung relevanten Produkte orientieren sich dabei an den aus der forstlichen Praxis artikulierten Informationsdefiziten. In diesem Zusammenhang führten Felbermeier et al. (2010) eine umfangreiche Bedarfsanalyse zum Einsatz der Fernerkundung in der Bayerischen Forstverwaltung durch. Die Studie erfolgte auf der Grundlage von Literaturstudien, Befragungen von Experten sowie einer Umfrage unter den Mitarbeitern der Bayerischen Forstverwaltung an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF). Es konnten dabei zahlreiche potenzielle Einsatzbereiche für die Fernerkundung in der Bayerischen Forstverwaltung identifiziert werden. Großer Bedarf wurde bei der Verbesserung der Datengrundlage für die Beratung und Förderung der Waldbesitzer gesehen<sup>5</sup>.

### Umsetzung einer fernerkundungsbasierten »Wald-Offenland-Abgrenzung«

Zur Erfassung von Waldflächen mit Fernerkundungsdaten ist eine geeignete Definition, basierend auf fernerkundlich erfassbaren Kenngrößen von Nöten. Das Waldgesetz von Bayern liefert im Rahmen seiner Walddefinition keine fernerkundungstaugliche Beschreibung von Wäldern. Waldbauliche Kriterien, die zur Abgrenzung der Waldfläche von der Offenlandfläche notwendig sind, stellen der Beschirmungsgrad, das Waldinnenklima und die Bodenvegetation (Burschel und Huss 1997) dar. Weitere Abgrenzungsmerkmale sind die Flächengröße, die Höhe der Bäume und das Verhältnis Länge zu Breite der betrachteten Fläche (Bacher 2011). Aufgrund der mangelnden Walddefinitionen ist die Abgrenzungsdefinition von Lebensraumtypen nach der Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie in Bayern ein brauchbarer Richtwert; Aspekte der luftbildgestützten Fernerkundung kommen hier bereits zum Einsatz. Im Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinien in Bayern (LFU und LWF 2010) wurden für die Kartierung von Wäldern, die »als von Bäumen geprägte Gesellschaften« verstanden werden, Kartierungsanweisungen herausgeben, die Erfassungsschwellen und Mindestflächen beinhalten, die durch Fernerkundungssysteme erfasst werden können.

<sup>5</sup> ST 237: Bedarfsanalyse zum Einsatz der Fernerkundung in der Bayerischen Forstverwaltung

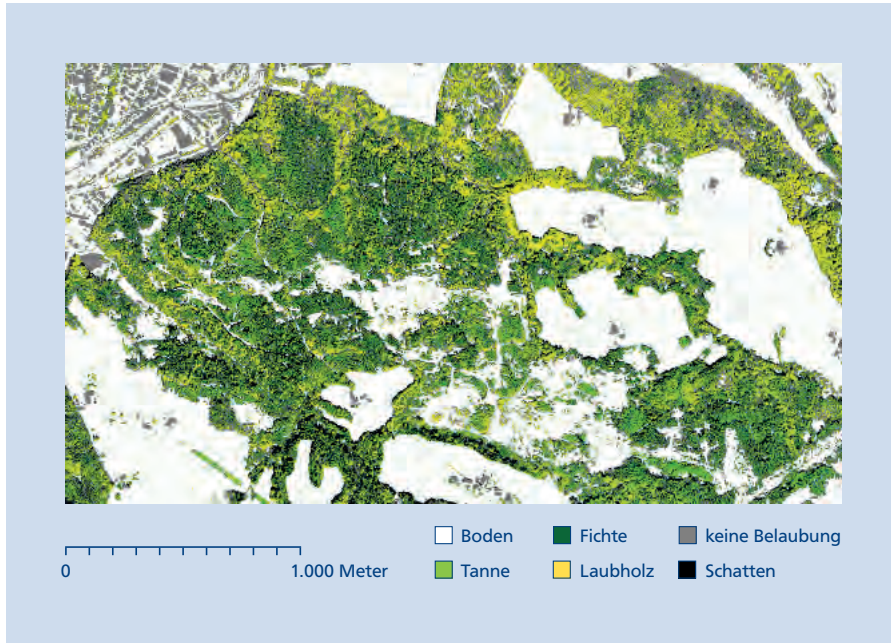


Abbildung 2:  
Ergebnis einer pixelweisen Maximum-Likelihood-Klassifikation: eine erste Baumartenklassifikation für das Untersuchungsgebiet »Stadtwald Traunstein«

Eine fernerkundungsbasierte Abgrenzung des Waldes zum Offenland (Abbildung 1) hin erfolgt im Rahmen der aktuellen Erfassung von FFH-Lebensraumtypen im Hochgebirge durch den kombinierten Einsatz von Kronenhöhenmodellen (KHM) und automatisierter Baumartenklassifikation. In Zweifelsfällen ist jedoch stets die abschließende Begutachtung eines forstlichen Experten im Rahmen einer 3D-Luftbildinterpretation notwendig.

### Automatisierte Erfassung der Baumartenverteilung in Bayern

Das Wissen über das tatsächliche Vorkommen der Baumarten im nicht-staatlichen Waldbesitz Bayerns beschränkt sich meist auf lokales Expertenwissen. Derzeit existiert keine Übersichtsinformation zu diesem Thema. Das traditionelle Vorgehen der Baumartenunterscheidung anhand von Fernerkundungsdaten fußt auf der visuellen Interpretation digitaler Luftbilder an 3D-Arbeitsplätzen. Dies erfordert sowohl eine spezielle Hard- und Softwareausstattung als auch speziell geschulte, erfahrene Luftbildinterpreten. Für großflächige, wirtschaftlich vertretbare Auswertungen sind daher automatisierte Klassifikationsverfahren nötig. Die Baumartenklassifikation unter Verwendung optischer Fernerkundungsdaten (z.B. digitaler Luftbilder oder Satellitendaten) kann automatisiert mit Hilfe von zwei verschiedenen Ansätzen, nämlich pixelbasiert oder objektbasiert, durchgeführt werden. Die pixelbasierte Methode verwendet für die weitere Analyse jeweils die

durch die Reflexion der Sonneneinstrahlung erzeugten, einzelnen Farbwerte des beobachteten Landschaftsausschnitts auf der Ebene der Kamerapixel, wie sie in Abbildung 2 umgesetzt wurde und eine Klassifikation in sechs Klassen zeigt. Beim objektbasierten Ansatz hingegen werden aufgrund ihrer Farbwerte ähnliche Pixel zu Objekten zusammengefasst (Baatz und Schäpe 2000). Beiden Ansätzen ist gemein, dass Trainingsgebiete, d.h. möglichst homogene Bestände, deren Lage und Baumartenzusammensetzung bekannt ist, zum Training von Klassifikations-Algorithmen verwendet werden. Für den Klassifikations-Algorithmus stehen verschiedene bewährte Modelle wie zum Beispiel Maximum Likelihood, Random Forest und Nearest Neighbour (Lillesand et al. 2004) zur Verfügung.

Ziel ist es, Übersichtsinformationen über die aktuelle Verteilung der Baumarten in Bayern für die Waldgebiete zu erhalten, in denen diese Informationen nicht aus Ergebnissen von Forstinventuren oder Forsteinrichtungswerken vorliegen. Der Detaillierungsgrad und die Genauigkeit der Ergebnisse sind stark von der Qualität (d.h. Farbtiefe, Kontrast und Homogenität) des verwendeten Eingangsdatenmaterials abhängig.

Die im Moment aus dem Projekt SAPEX-DLB vorliegenden Erkenntnisse belegen, dass bei guter Qualität der Eingangsdaten (d.h. Orthophotos und Trainingsdaten) die Hauptbaumarten theoretisch mit für die forstliche Praxis ausreichender Qualität automatisiert zu erfassen sind (Abbildung 2). Ergebnisse aus der

Vorstudie »TreelDent«<sup>6</sup> ergeben ein vergleichbares Bild unter Verwendung optischer Daten des Satellitensensors »WorldView 2«. Als erste praxistaugliche Übersicht über die Baumartenverteilung in Bayern wird somit im Rahmen des Projektes »TreeIdent\_Fi/Kie« bis Anfang 2014 eine flächendeckende Karte über das aktuelle Vorkommen der Fichte und Kiefer in Bayern mit einer Auflösung von einem Hektar erstellt. Sie soll als Planungsgrundlage zunächst unter anderem zur Ergänzung der Klimarisikokarten des KLIP4-Projektes dienen.

### **Erstellung und Informationsgewinn aus fernerkundungsbasierten »Höhenmodellen«**

Höheninformationen aus Fernerkundungsdaten sind in der Regel die wichtigsten Variablen zur Schätzung von dendrometrischen Kenngrößen, um beispielsweise den Holzvorrat oder die Biomasse abschätzen zu können. Höhenmessungen können sowohl über »aktive« Fernerkundungsverfahren (d.h. der Sensor strahlt aktiv Energie aus und misst die Reflexion von der Oberfläche, z. B. Laserscannermessung) als auch über »passive« Fernerkundungsverfahren (d.h. der Sensor verwendet die Sonne als Energieemittent, z. B. Luftbildaufnahme) gewonnen werden.

In den vergangenen Jahren wurde in zahlreichen Forschungsprojekten insbesondere die flugzeuggetragene Laserscannermessung (englisch: Airborne Laser Scanning) zur Ableitung von hochaufgelösten Höheninformationen in Waldgebieten und zur Optimierung von Waldinventuren untersucht. Laserscanner haben gegenüber anderen Fernerkundungsverfahren den entscheidenden Vorteil, dass sie bei reich strukturierten Objekten (wie beispielsweise Vegetation) mehrere Echos der rückgestreuten Laserenergie detektieren können. Dadurch ist eine Trennung von ersten Reflexionen, Zwischenreflexionen und letzten Reflexionen möglich. Die ersten Reflexionen erfolgen häufig von der Kronenoberfläche und eignen sich deshalb zur Ableitung eines Modells der Baumkronenoberfläche, während die letzten Reflexionen mit höherer Wahrscheinlichkeit als »Bodentreffer« zu klassifizieren sind. Dies gilt besonders für Befliegungen im laubfreien Zustand. Auf Grundlage der »Bodentreffer« können mit geeigneten Filteralgorithmen hochgenaue Geländemodelle des Waldbodens berechnet werden (z.B. Lindenberger 1993; Kraus und Pfeifer 1998).

Neben Untersuchungen zur flugzeuggetragenen Laserscannermessung konnte zum Beispiel in den Arbeiten von Hobi und Ginzler (2012), Straub und Seitz (2011), Baltavias et al. (2008) oder Korpela und Anttila (2004) das Potenzial von stereoskopischen Luftbildern und auch Satellitendaten zur automatisierten Generierung hochaufgelöster Oberflächenmodelle über Image Matching Verfahren in Waldgebieten aufgezeigt werden. Beim Image Matching wird hierbei die Baumkronenoberfläche vermessen. Nur bei größeren Lücken im Kronendach ist auch die Erfassung des Waldbodens möglich. Steht zusätzlich zu den Luftbildern oder Satellitendaten ein Geländemodell vom Waldboden aus Laserscannermessung zur Verfügung, kann aus der Differenz von Oberflächenmodell und Geländemodell ein KHM abgeleitet werden (Ginzler 2012). Je nach Auflösung der Fernerkundungsdaten können hierbei Modelle mit unterschiedlichem Detailierungsgrad berechnet werden. Abbildung 3 zeigt beispielhaft verschiedene KHM berechnet aus Luftbildern, Satellitendaten oder Laserscannerdaten. Das Projekt SAPEX-DLB der LWF bestätigt seit nunmehr zwei Jahren eindrucksvoll, dass die aus den Luftbildern der amtlichen Bayernbefliegung erzeugten KHM für die Ableitung forstlich relevanter Parameter wie zum Beispiel Bestandeshöhen, Lückigkeit und horizontale Schichtigkeit verwendet werden können. Als Resultat können somit großflächige, modellhafte Übersichtsaussagen über beispielsweise die Höhen, die Lückigkeit, den Beschirmungsgrad sowie die Vorräte von Waldflächen erstellt werden, die im Rahmen von Planungsprozessen im Bereich der nachhaltigen Waldbewirtschaftung von großer Bedeutung sind.

### **Erhöhung der Aussagekraft forstlicher Stichprobeninventuren durch »fernerkundungsbasierte Regionalisierung«**

Die Verwendung verschiedener Fernerkundungsdaten zur Regionalisierung von Stichprobeninventuren ist ein sehr aktuelles Forschungsfeld in der forstlichen Fernerkundung. Unter Regionalisierung wird hierbei die Übertragung von Stichprobenmessungen einer Waldinventur auf die gesamte Waldfläche mittels Hilfsinformationen aus Fernerkundungsdaten verstanden. Sind ausreichend aktuelle und georeferenzierte Inventurpunkte (z. B. permanente Stichprobenpunkte einer Betriebsinventur im Staatswald oder der Bundeswaldinventur [BWI]) verfügbar, so können Zusammenhänge zwischen Fernerkundungsmerkmalen (z. B. abgeleitet aus KHM) und dendrometrischen Kenngrößen an den Stichprobenpunkten untersucht und quantifiziert wer-

---

<sup>6</sup> TreelDent: Semi-automatische Erfassung der Hauptbaumarten aus »WorldView 2-Daten«

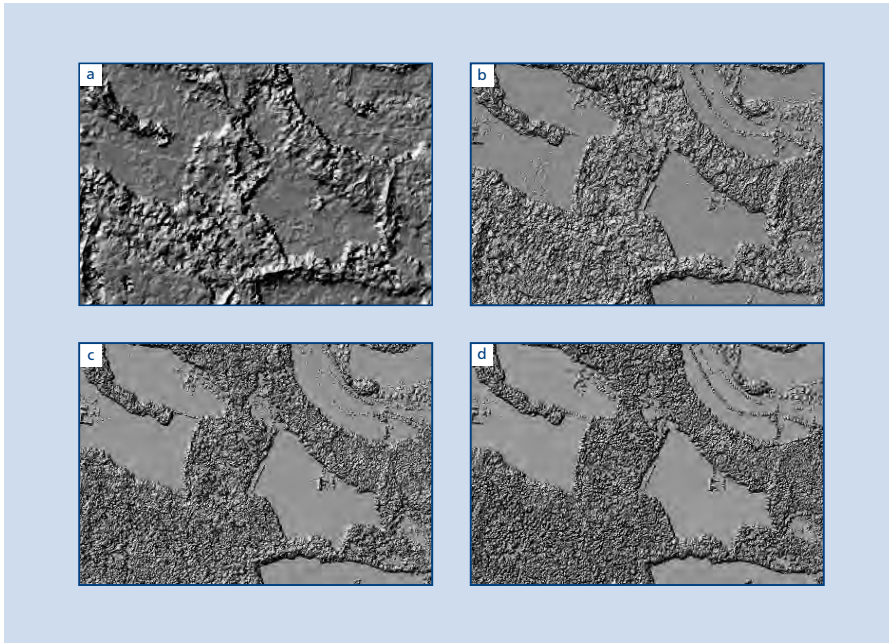


Abbildung 3:  
Gegenüberstellung der KHM aus Fernerkundungsdaten unterschiedlicher Auflösungen und Sensoren;  
a: KHM aus CartoSat Satellitendaten Auflösung 5 m;  
b: KHM aus WorldView 2 Satellitendaten Auflösung 1 m;  
c: KHM aus Stereo-Luftbilddaten Auflösung 1 m;  
d: KHM aus Laserscannerdaten Auflösung 1 m.

den. Diese Zusammenhänge sind, wie in Næsset (2002) beschrieben, zur Schätzung von Kenngrößen sowohl für die gesamte Waldfläche als auch für einzelne Waldbestände nutzbar. In diesem Zusammenhang werden häufig die folgenden Vorgehensweisen unterschieden (Hyypä et al. 2009):

- Schätzung von Einzelbaumkenngrößen (Einzelbaumverfahren)
- Schätzung von Kenngrößen auf Inventurpunktebene (plotweises Verfahren)

Beim Einsatz von Einzelbaumverfahren wird vorausgesetzt, dass einzelne Baumkronen in den Fernerkundungsdaten zuverlässig abgegrenzt werden können. Im Idealfall kann hierfür ein automatisiertes Segmentierungsverfahren verwendet werden. Automatisierte Methoden der Kronensegmentierung sind zum Beispiel in Persson et al. (2002), Koch et al. (2006) oder Kaartinen et al. (2012) beschrieben. Zusätzlich muss eine ausreichende Anzahl von Referenzbäumen terrestrisch hinreichend genau lokalisiert und vermessen werden, um diese den abgegrenzten Kronensegmenten in den Fernerkundungsdaten zuverlässig zuzuordnen. Aufgrund dieser Voraussetzungen für Einzelbaumverfahren werden plotweise Verfahren als robuster angesehen. Zusätzlich gibt es Ansätze, die als Kombination aus Einzelbaum- und plotweisem Verfahren beschrieben werden können (sogenannte semi-individual tree crown-Verfahren), um die genannten Voraussetzungen für Einzelbaumverfahren teilweise zu umgehen. Hierbei können einem abgegrenzten Segment nicht immer

nur ein Baum, sondern auch mehrere terrestrisch gemessene Bäume zugeordnet werden (Breidenbach et al. 2010).

In den letzten Jahren wurden insbesondere flugzeuggetragene Laserscannerdaten zur Regionalisierung forstlicher Kenngrößen untersucht (z. B. Næsset 2002; Hollaus et al. 2007; Breidenbach 2008), welche in Norwegen bereits seit 2002 operational bei Waldinventuren eingesetzt werden (Næsset 2004 und 2007). Aktuelle Untersuchungen im Projekt SAPEX-DLB der LWF belegen zusätzlich die Eignung von KHM aus amtlichen Stereo-Luftbildern der Bayernbefliegung zur flächendeckenden Schätzung von Oberhöhen, des Holzvorrats sowie der Grundfläche pro Hektar (Straub und Seitz 2012; Straub et al. 2013). Außerdem erscheinen derzeitige Forschungsansätze zur Schätzung von Holzvorräten mit Stereo-Satellitendaten im Rahmen des Projektes SAPEX-SAT sehr vielversprechend. Durch eine Verknüpfung von Fernerkundungsdaten mit terrestrischen Stichprobenpunkten könnten dadurch in Zukunft flächendeckende Schätzungen verschiedener forstlicher Kenngrößen für Planungszwecke ermöglicht werden. Flächige Informationen wären in der forstlichen Praxis unter anderem für die einzelbestandsweise Planung im Rahmen der Forsteinrichtung des Staatswaldes als auch für forstliche Beratungsaufgaben im Privatwald von entscheidendem Vorteil. Darüber hinaus könnte eine Übertragung der BWI-Ergebnisse auf größere Planungsregionen qualitativ höherwertige Aussagen über die Verfügbarkeit des Rohstoffes Holz liefern.

## **Bereitstellung von Aussagen über die »Vitalität von Wäldern«**

Der Gesundheitszustand der Wälder ist im Rahmen der Nachhaltigkeitsbetrachtung von entscheidender Bedeutung. Neben der akuten Schädigung durch tierische Schädlinge ist auch ein langfristig zu beobachtender Vitalitätsrückgang von Wäldern ein alarmierendes Zeichen. Dies trifft vor dem Hintergrund des Klimawandels in verstärktem Maße zu und gefährdet den Fortbestand von Wäldern insbesondere auf für sie ungeeigneten Standorten.

Aus Sicht der Fernerkundung stellen sich Vitalitätseinbußen von Waldbäumen durch den Verlust oder die physiologische Veränderung ihrer Assimilationsorgane dar. Bislang wurde dies im Rahmen aufwendiger visueller Analysen von Experten in optischen Daten, vor allem aus Luftbildbefliegungen vorgenommen. Da sich der Rückgang der Baumvitalität anhand der Reflexionsintensität in besonders starkem Maße im Bereich der Wellenlänge des nahen Infrarots sowie der sogenannten »Red Edge« (Übergang vom roten zum infraroten Bereich der spektralen Reflexion) manifestiert, wurden hierzu entsprechende Daten untersucht. Neben der Dokumentation des Vitalitätstrends der Baumarten rückt insbesondere bei der Fichte (*Picea abies*) die Problematik des Befalls durch Borkenkäfer in den Fokus der forstlichen Praxis. Das Projekt »Vit-Tree« der LWF befasst sich aus diesem Grund mit der Problematik der fernerkundungsbasierten Früherkennung von Vitalitätseinschränkungen an Fichte und Eiche. Die Forschungshypothese lautet hierbei, dass die Disposition von Fichten gegenüber Borkenkäferbefall in direktem Zusammenhang mit ihrer Vitalität steht. Untersuchungsgegenstand ist daher, in wieweit und wie zuverlässig der Gesundheitszustand einzelner Fichten oder von Fichtenbeständen aus Satellitendaten oder digitalen Luftbildern erfassbar ist. Fernziel ist es hierbei, durch konkrete Hinweise auf disponierte Bäume bzw. Bestände die Beobachtung der Ausbreitung zum Beispiel des Borkenkäfers im Rahmen der vor-Ort-Kontrolle zu unterstützen. Hinweise auf mögliche Befallsherde sollen dabei gegeben werden, bevor man diese über terrestrische Aufnahmen erfassen kann.

## **Wie kann die forstliche Fernerkundung die forstliche Nachhaltigkeitsbetrachtung zukünftig vermehrt stärker unterstützen?**

### **Erkenntnisgewinn aus neuen Fernerkundungs-Datenquellen**

Der Schwerpunkt der Entwicklung der Fernerkundungssysteme liegt vorwiegend im Bereich der Sensorik. Neben einer Erhöhung der räumlichen Auflösung wird hierbei auch eine Erhöhung der qualitativen spektralen Erfassung durch eine Einbeziehung einer Vielzahl an Spektralkanälen angestrebt. Die Einführung von digitalen vierkanaligen Luftbildkameras sowie von spaceborne Hyperspektral-Sensoren mit mehr als 260 Kanälen bestätigt dies. Darüber hinaus kann eine Kontinuität in der Bereitstellung gebräuchlicher Satellitendatenprodukte verzeichnet werden (vgl. die Fortführung der Landsat-Mission durch die Landsat Continuity Mission Landsat 8). In zunehmendem Maße liefern aktuelle, satellitenbasierte Sensoren wichtige Datengrundlagen für die Erfassung und Analyse von Vegetationsflächen durch die Bereitstellung von Daten aus dem für Vegetationsuntersuchungen wichtigen spektralen Bereich des sichtbaren Lichts sowie des nahen Infrarots. Ein weiterer Trend ist die Entwicklung kleinerer, agilerer Satelliten mit einem Gesamtgewicht von  $\leq 1$  t. Dies deutete sich bereits bei der Planung der fünf RapidEye-Satelliten ab und setzt sich zum Beispiel bei den CNES-Sensoren Pleiades sowie den Sensoren für die Disaster Monitoring Konstellation (DMK ist ein Verbund von Erdbeobachtungssatelliten) fort. Der Vorteil dieser Systeme liegt neben ihrer relativ kostengünstigen Entwicklung und dem Transport auch in einer höheren Flexibilität bezüglich der Programmierung ihrer Flugbahn. Durch die gleichzeitige Installation mehrerer Satelliten im Rahmen eines Programms (z. B. fünf RapidEye, zwei Pleiades, je zwei SENTINEL etc.) wird eine nahezu täglich wiederkehrende Datenaufnahme ermöglicht.

Neben den digitalen Luftbildkameras, die seit vielen Jahren in diesem forstlich relevanten Spektralbereich Daten liefern, entwickeln sich somit satellitenbasierte, kommerzielle Sensoren zunehmend zu einer verlässlichen, nachhaltigen Datenquelle. Dies umso mehr, als moderne Systeme in vermehrtem Umfang Stereodaten liefern können, die zur Berechnung von Oberflächenmodellen benötigt werden.

Für die Erstellung hoch präziser, großflächiger Geländemodelle werden in nächster Zeit zunehmend die Ergebnisse der deutschen Radarsatellitenmission TanDEM-X (TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement) herangezogen werden, die mittels »Syn-

thetic Aperture Radar« (SAR) im X-Band die Erdoberfläche stereographisch vermessen soll. Das System aus zwei nahezu baugleichen Satelliten verfügt über ein abgestuftes Auflösungsvermögen der Bodenbedeckung von 1 m, 3 m und 16 m bei einer Höhenauflösung von besser als 2 m.

In der Diskussion um CO<sub>2</sub>-Senken und der Verfügbarkeit von Biomasse vor dem Hintergrund des Klimawandels wird der weiteren Erforschung der Möglichkeiten des sogenannten »Large Footprint Laserscannings« große Bedeutung auf globaler Ebene zugewiesen. Dabei handelt es sich um satellitenbasierte Laserscanning-Sensoren, die große Gebiete bei relativ geringer Auflösung abdecken, so sind großflächige Aussagen über die Veränderung von zum Beispiel weitläufigen Moorkomplexen möglich.

Das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus<sup>7</sup> (vormals GMES: Global Monitoring for Environment and Security) besteht aus einem komplexen Datenerfassungssystem auf der Basis unter anderem von Airborne- und Spaceborne-Sensoren. Die erfassten Daten werden zentral prozessiert und mittels »Services« den Anwendern zur Verfügung gestellt. Öffentliche Behörden und politische Entscheidungsträger sind hierbei die Hauptadressaten. Bezüglich der verwendeten Satellitensysteme fokussieren sich die Bemühungen auf die Installation der sogenannten SENTINEL-Satelliten. Insbesondere der optische SENTINEL 2, der 2013 ins All befördert werden soll, verspricht Daten mittlerer Auflösung (10–60 m) in 13 spektralen Bändern. Darunter befinden sich mehrere, für die Erfassung von Vegetation besonders interessante Bandkombinationen. Derzeit ist geplant, die Daten den Behörden kostenlos zur Verfügung zu stellen. Aktuell stimmt die LWF ihre Fernerkundungsvorhaben dergestalt ab, dass die entwickelten Methoden ebenfalls mit Daten der SENTINEL-Flotte umsetzbar sind.

#### **Anwendung neuer Methoden der Dateninterpretation**

Die oben erwähnte Verfügbarkeit von hochauflösenden, mehrkanaligen Fernerkundungsinformationen für große Flächen mit hoher Wiederholungsfrequenz stellt hohe Anforderung an das Datenmanagement und die Analysemethoden. Den stetig wachsenden Anforderungen im Bereich des Datenmanagements begegnet die LWF mit der Bereitstellung geeigneter Soft- und Hardwarelösungen. Die Umsetzung wird im Rahmen einer eigens hierfür zuständigen Planstelle »Rasterdatenmanagement« sichergestellt.

<sup>7</sup> <http://copernicus.eu/pages-principales/overview/copernicus-in-brief/>

Die wachsenden Möglichkeiten der aktuellen und zukünftigen Fernerkundungsdaten bedingt auch eine Anpassung der Analysemethoden. Zunehmend wird eine Kombination pixel- und objektbasierter Klassifikationsalgorithmen anzuwenden sein. Methoden des »maschinellen Lernens« wie zum Beispiel neuronale Netze werden dazu beitragen, die notwendigen Prozessschritte weiter zu automatisieren.

Ein weiterer Aspekt der aktuellen forstlichen Fernerkundungsforschung, der zukünftig einen Beitrag zu Erhöhung der Klassifikationsgenauigkeit im Rahmen der Differenzierung von Waldökosystemen liefern kann, ist die nähere Betrachtung der bidirektionalen Reflektanzverteilungsfunktion. Sie beschreibt das unterschiedliche Reflexionsverhalten von (Vegetations-) Oberflächen in Abhängigkeit des Einfallswinkels der Sonne. Durch die Einbeziehung dieser Effekte könnte die Klassifizierungsgenauigkeit von Waldtypen zukünftig gesteigert werden.

#### **Zukünftige Produkte: fernerkundungsbasierte Erfassung von Veränderungen des Ökosystems Wald**

Im Rahmen von Nachhaltigkeitsbetrachtungen gewinnt die Erfassung von Veränderungen der Wälder (change detection) zunehmend an Bedeutung. Dies umfasst sowohl die Gewinnung und Dokumentation von langfristigen Veränderungen wie Vitalität und dendrometrische Kenngrößen wie zum Beispiel die Biomasse. Die Etablierung der oben beschriebenen Verfahren im Rahmen der forstlichen Bewirtschaftung stellt eine der Kernaufgaben der forstlichen Fernerkundung dar.

Zur Bewältigung von Kalamitäten, zum Beispiel Windwurf, mangelt es an einem unmittelbar umsetzbaren, praxisbezogenen System zur Bereitstellung von Basisdaten aus der Fernerkundung, das der forstlichen Praxis eine zeitnahe Unterstützung im Rahmen der Aufarbeitung bietet. Die wichtigsten Kriterien hierfür werden die Geschwindigkeit der Datenverfügbarkeit (lag time) sein sowie Datenkosten und der im Rahmen der Interpretation anfallende Aufwand. Neue Sensoren (u. a. WorldView 2) sowie die geplanten Systeme SENTINEL 1 (Mikrowellen) und 2 (optisch) werden auf ihre Verfügbarkeit und Verwendbarkeit getestet. Dies beinhaltet auch eine Gegenüberstellung mit Ergebnissen älterer Systeme. Abschließend erfolgt die Erstellung einer besitzartenübergreifenden Handlungsanweisung, die vor dem Hintergrund der einzelnen Szenarien der Forstverwaltung und der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) die bedarfsgerechte Nutzung der jeweils optimalen Fernerkundungssysteme ermöglicht. Ziel ist die zeitnahe Bereitstellung GIS-basierter Datenebenen, die quantitative Aussagen über Art und Ausmaß (betroffene



Flächen und angefallene Holz mengen) der Schäden liefern und gegebenenfalls rasch aktualisierbar sind. Dies kann in eine GIS-gestützte Prozesskette münden, die sämtliche Stadien der Aufarbeitung der anfallenden Holz mengen abdeckt und die nötigen digitalen Grundlagendaten für eine Vielzahl weiterführender Überlegungen der Entscheider liefert. So kann beispielsweise die Planung und das Management von Holz lagerplätzen durch die Abschätzung des baumartengruppenweisen Holzanfalls unterstützt werden. Ferner können aus diesen Daten lagegetreue Flächeninformationen über die zu erwartenden Flächen der Wiederaufforstung, den benötigten Pflanzenbedarf sowie der damit verbundenen Arbeitsplanung gewonnen werden.

Die genannten Informationsprodukte werden in aktualisierbarer Form erstellt und über zentrale GIS (z. B. BayWIS) den forstlichen Praktikern zur Unterstützung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung zur Verfügung stehen.

Die genannten Methoden und Produkte weisen eine hohe Komplexität auf. Die Einbeziehung externer Dienstleister zur Bearbeitung von Teilarbeitsschritten ist daher stets im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsanalysen im Verlauf der Projektentwicklung zu überprüfen. Aus diesem Grund ist es zukünftig von wachsender Bedeutung, eine intensive Vernetzung zu anderen Forschungspartnern zu unterhalten und Erkenntnisse auszutauschen.

## Literatur

- Baatz, M.; Schäpe, A. (2000): Multiresolution Segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. AGIT-Symposium Salzburg 2000, Salzburg, XII, S. 12–23
- Bacher, U. (2011): Bildanalyse mit IMAGINE Objektiv zur Erfassung von forstrelevanten Parametern. GEOSYSTEMS Fachtagung: Wald – Bild – Daten. 1. u. 2.2.2011, Fürstenfeldbruck
- Baltsavias, E.; Gruen, A.; Eisenbeiss, H.; Zhang, L.; Waser, L.T. (2008): High quality image matching and automated generation of 3D tree models. *International Journal of Remote Sensing*, 29 (5), S. 1243–1259
- LFU und LWF – Bayerisches Landesamt für Umweltschutz; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2010): Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern. Stand: 03/2010, Augsburg, Freising-Weißenstephan
- Breidenbach, J. (2008): Regionalisierung von Waldinventuren mittels aktiver Fernerkundungstechniken. Dissertation, Freiburg
- Breidenbach, J.; Næsset, E.; Lien, V.; Gobakken, T.; Solberg, S. (2010): Prediction of species specific forest inventory attributes using a nonparametric semi-individual tree crown approach based on fused airborne laser scanning and multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 114 (4), S. 911–924
- Burschel, P.; Huss, J. (1997): Grundriss des Waldbaus. Pareys Studententexte 49, Berlin
- Elatawneh, A.; Rappl, A.; Schneider, T.; Knoke, T. (2012): A semi-automated method of forest cover losses detection using RapidEye images: a case study in the Bavarian forest National Park. 4. RESA Workshop 3/2012, Neustrelitz, Borg, Daedalow, Johnson (Hrsg.), ISBN 978-3-942183-61-1, S. 183–200
- Elatawneh, A.; Rappl, A.; Rehush, N.; Schneider, T.; Knoke, T. (2013): Forest tree species identification using phenological stages and RapidEye data: a case study in the forest of Freising. 5. RESA Workshop 4/2013, Berlin
- Felbermeier, B.; Hahn, A.; Schneider, T. (2010): Study on user requirements for remote sensing applications in forestry. In: Proc. ISPRS Commission VII. Symp., Wien, 1. bis 7.7.2010
- Ginzler, C. (2012): Vom Punkt in die Fläche. *LFI info*, 14, S. 1–4
- Hobi, M. L.; Ginzler, C. (2012): Accuracy assessment of digital surface models based on WorldView 2 and ADS80 stereo remote sensing data. *Sensors*, 12, S. 6347–6368
- Hollaus, M.; Wagner, W.; Maier, B.; Schadauer, K. (2007): Airborne laser scanning of forest stem volume in a mountainous environment. *Sensors* (7), S. 1559–1577
- Huss, J. (1984): Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft. Karlsruhe
- Hyypä, J.; Hyypä, H.; Xiaowei, Y.; Kaartinen, H.; Kukko, A.; Holopainen, M. (2009): Forest inventory using small-footprint airborne LiDAR. In J. Shan, & C. K. Toth, *Topographic Laser Ranging and Scanning, Principles and Processing* (S. 335–370). Boca Raton., CRC Press, Taylor and Francis Group
- Kaartinen, H.; Hyypä J.; Yu, X.; Vastaranta, M.; Hyypä, H.; Kukko, A.; Holopainen, M.; Heipke, C.; Hirschmugl, M.; Morsdorf, F.; Næsset, E.; Pitkänen, J.; Popescu, S.; Solberg, S.; Wolf, B.M.; Wu, J.-C. (2012): An International Comparison of Individual Tree Detection and Extraction Using Airborne Laser Scanning. *Remote Sensing*, (4), S. 950–974
- Koch, B.; Heyder, U.; Weinacker, H. (2006): Detection of individual tree crowns in airborne lidar data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72 (4), S. 357–363
- Korpela, I.; Anttila, P. (2004): Appraisal of the mean height of trees by means of image matching of digitised aerial photographs. *Photogrammetric Journal of Finland*, 19(1), S. 23–36
- Kraus, K.; Pfeifer, N. (1998): Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 53, S. 193–203
- Lillesand, T.; Kiefer, R.; Chipman, J. (2004): *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York

- Lindenberger, J. (1993): Laser-Profilmessungen. Dissertation, Stuttgart
- Maltamo, M.; Malinen, J.; Packalén, P.; Suvanto, A.; Kangas, A. (2006): Nonparametric estimation of stem volume using airborne laser scanning, aerial photography and stand-register data. *Canadian Journal of Forest Research*, 36 (2), S. 426–436
- Næsset, E. (2002): Predicting forest stand characteristics with airborne scanning laser using a practical two-stage procedure and field data. *Remote Sensing of Environment*, 80 (1), S. 88–99
- Næsset, E. (2004): Practical large-scale forest stand inventory using a small-footprint airborne scanning laser. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19, S. 164–179
- Næsset, E. (2007): Airborne laser scanning as a method in operational forest inventory: status of accuracy assessments accomplished in Scandinavia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22, S. 433–442
- Persson, Å.; Holmgren, J.; Södermann, U. (2002): Detecting and measuring individual trees using an airborne laser scanner. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68(9), S. 925–932
- Pretzsch, H. (2000): Modellierung des Waldwachstums. Berlin, Wien
- Rappl, A.; Rahlf, J.; Elatawneh, A.; Schneider, T.; Knoke, T. (2011): Möglichkeiten der Waldmaskierung mit RapidEye Daten – ein Vergleich mit amtlichen Geodaten. DGPF Tagungsband 20/2011, Mainz, S. 251–260
- Rappl, A.; Elatawneh, A.; Thiele, A.; Troycke, A.; Schneider, T.; Knoke, T. (2012): Einsatz der Fernerkundungssysteme TerraSAR-X und RapidEye im Katastrophenmanagement von Windwurfereignissen. GIL Tagungsband 32/2012, Freising, S. 235–238
- Reitberger, J.; Krzystek, P.; Stilla, U. (2008): 3D Segmentation and Classification of Single Trees with Full-Waveform LIDAR Data. In *Proceedings of SilviLaser 2008*, Edinburgh, UK, 17–19 September 2008, S. 216–225
- Schneider, T.; Elatawneh, A.; Rahlf, J.; Kindu, M.; Rappl, A.; Thiele, A.; Boldt, M.; Hinz, S. (2012): Parameter determination by RapidEye and TerraSAR-X data – a step toward a remote sensing based inventory, monitoring and fast reaction system on forest enterprise level. In: Krisp, J.M.; Meng, L.; Pail, R.; Stilla, U. (Eds.), *Earth Observation of Global Changes (EOGC)*, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, ISBN: 978-3-642-32713-1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, doi: 10.1007/978-3-642-32714-8\_6, S. 81–107
- Schneider, T.; Elatawneh, A.; Rappl, A.; Thiele, A. (2013): FöKZ 50EE0919: Methodenentwicklung zur Nutzung von Parametern aus Satellitendaten im Rahmen der forstlichen Betriebsplanung und des forstlichen Katastrophenmanagements. Endbericht 04/2013. Freising
- Straub, C.; Seitz, R. (2011): Möglichkeiten der automatisierten Generierung von Oberflächenmodellen in Waldgebieten aus digitalen Luftbildern. DGPF Tagungsband 20/2011, Mainz, S. 153–162
- Straub, C.; Seitz, R. (2012): Möglichkeiten der Schätzung von Bestandesoberhöhen und des Holzvorrats auf der Grundlage von digitalen Stereo-Luftbildern – ein Vergleich mit flugzeuggetragenen Laserscannerdaten. Beitrag im Tagungsband der 32. GIL Jahrestagung (Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft) vom 29. Februar bis 1. März 2012 in Weihenstephan
- Straub, C.; Stepper, C. (2013): Projekt E49: Semi-automatische Parameterextraktion aus digitalen Luftbildern (SAPEX – DLB) – Teil II. Zwischenbericht 01/2013, LWF Freising
- Straub, C.; Stepper, C.; Seitz, R.; Waser, L. T. (2013): Möglichkeiten einer stratifizierten Schätzung von forstlichen Kenngrößen unter Verwendung von amtlichen Stereo-Luftbildern, Orthophotos und Laserscannerdaten. DGPF Tagungsband 22/2013 – Dreiländertagung DGPF, OVG, SGPF, Freiburg, S. 186–193

**Keywords:** sustainable data source, remote sensing system, forest non forest delineation, tree species classification, height model, regionalization of inventory plots, pixel and object based, visual and semi automatically

**Summary:** Looking back into the past, forest remote sensing has a long tradition. Since the end of the 19th century, remote sensing delivered essential data about forests, which are of high relevance for sustainable forest management. The Bavarian State Institute of Forestry (LWF) is currently working on several forest remote sensing projects, which have a focus on automated extraction of forest parameters, for example forest area delineation, tree species detection or to extract stand heights. As an example, the resulting products can provide status quo information about tree species distribution in relation to climate risk maps, and can support forest consultancy. Crown height models can support the regionalization of forest inventories and thus improve their value. Initial studies on remote sensing data to detect vitality decrease of trees seem promising that remote sensing may contribute to forest condition surveys in the future. In the outlook an overview is given about new remote sensing sensors and techniques as well as their potential applications.

---

# Das Ertragskundliche Versuchswesen in Bayern – Nachhaltigkeit in der Waldwachstumsforschung

Hans Pretzsch, Enno Uhl, Martin Nickel, Leonhard Steinacker und Gerhard Schütze

**Schlüsselwörter:** Ertragskundliches Versuchswesen, Waldwachstum, Versuchsfläche, Ökosystemwissen

---

**Zusammenfassung:** Das Ertragskundliche Versuchswesen in Bayern steht für eine nachhaltige Institution der forstlichen Forschung. Seit seiner Begründung in den 1860er Jahren durch August von Ganghofer erbrachten und erbringen die Versuchsflächen bis heute durch kontinuierliche Beobachtung, Vermessung und Analyse Kenntnisse über Wachstum und Dynamik von Waldbeständen und liefern unverzichtbares Wissen für das Waldökosystemverständnis und die Forstwirtschaft. Der Beitrag spannt einen Bogen von der geschichtlichen Entstehung und Entwicklung des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern über seine Bedeutung für die Forstwissenschaft und Forstpraxis in nationaler und internationaler Hinsicht bis hin zum aktuellen Stand und zu Entwicklungsperspektiven.

---

## Begründung des Ertragskundlichen Versuchswesens: Von geglaubten Regeln zu gesichertem Wissen

Die Lebens-, Arbeits- oder Forschungszeit eines Menschen ist im Vergleich zur Lebensdauer heimischer Baumarten (bis circa 1.000 Jahre) und erst recht zu jener der ältesten Bäume der Welt (circa 6.000 Jahre) sehr kurz. Experimentell gesichertes Wissen über die Entwicklung von Bäumen und Waldbeständen ist deshalb nur sehr schwer zugänglich. Experimente zum Wachstum von Bakterien, Insekten, Getreidearten oder Säugetieren können in Stunden, Tagen, Monaten oder in wenigen Jahren belastbare Ergebnisse liefern. Experimente, die gesichertes Wissen zum Wachstum von Bäumen und Beständen erbringen, erfordern dagegen eigene Versuchsmethoden, die in Zeit- und Raumskala über die Standardmethoden der Physik, Medizin oder Landwirtschaft hinausgehen.

Deshalb begann August von Ganghofer (1827–1900) – seit 1875 Vorstand der Abteilung für Versuchswesen und forstliche Statistik im bayerischen Finanzministerium und von 1881 bis 1897 Leiter der Bayerischen Staatsforstverwaltung – in den 1860er Jahren, zeitgleich

und in methodischer Abstimmung mit den Verantwortungsträgern in anderen Ländern, mit dem systematischen Aufbau ertragskundlicher Versuchsflächen, die bis in die Gegenwart kontinuierlich messtechnisch aufgenommen und ausgebaut wurden (Abbildung 1). Gerade die auf die Gründerjahre des Versuchswesens zurückgehenden Durchforstungs-, Ertrags- und Anbauversuche zählen heute zu den wertvollsten Informationsquellen über die langfristige Entwicklung von Waldbeständen. Friedrich Franz (1927–2002) bezeichnete solche Versuchsflächen als »Juwelen der Forstwissenschaft«. Boris Zeide (1937–2012), führender Forstwissenschaftler in den USA, wo die Ausstattung mit derartigen Messflächen mangelhaft ist, spricht mit Blick auf die langfristigen Versuchsflächen von der »Schatztruhe der zentraleuropäischen Forstwissenschaft«. Sie sind für die Entwicklung forstwirtschaftlicher Beurteilungs- und Entscheidungshilfen, für die Diagnose von Wachstumstrends, die Ableitung von Standort-Leistungs-Beziehungen, die Klimafolgenforschung sowie als Musterflächen für die Lehre und Weiterbildung von unschätzbarem Wert und können auch noch der Beantwortung von Fragen dienen, die erst in der Zukunft gestellt werden (Spellmann et al. 1996).

## Das Münchner Modell des Ertragskundlichen Versuchswesens

Die in den 1860er Jahren beginnenden Versuchsanlagen zum Wachstum der Hauptbaumarten stehen in enger Wechselwirkung mit dem Beginn der universitären Forstwissenschaft in München und der Königlich Bayerischen Forstlichen Versuchsanstalt (heute Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, LWF). Mit der Berufung von Franz von Baur, Ernst Ebermayer, Karl Gayer, Robert Hartig und Gustav Heyer zum 1. Oktober 1878 als ordentliche Professoren an die Staatswirtschaftliche Fakultät der Universität München nahm die Forstwissenschaft in München ihren Anfang. Im Jahre 1881 wird mit der Gründung der Königlich Bayerischen Forstlichen Versuchsanstalt, mit zunächst zwei Abteilungen, eine weitere institutionelle Grundlage für die langfristige Anlage, Erfassung und Auswertung von Versuchsflächen geschaffen. In Mün-

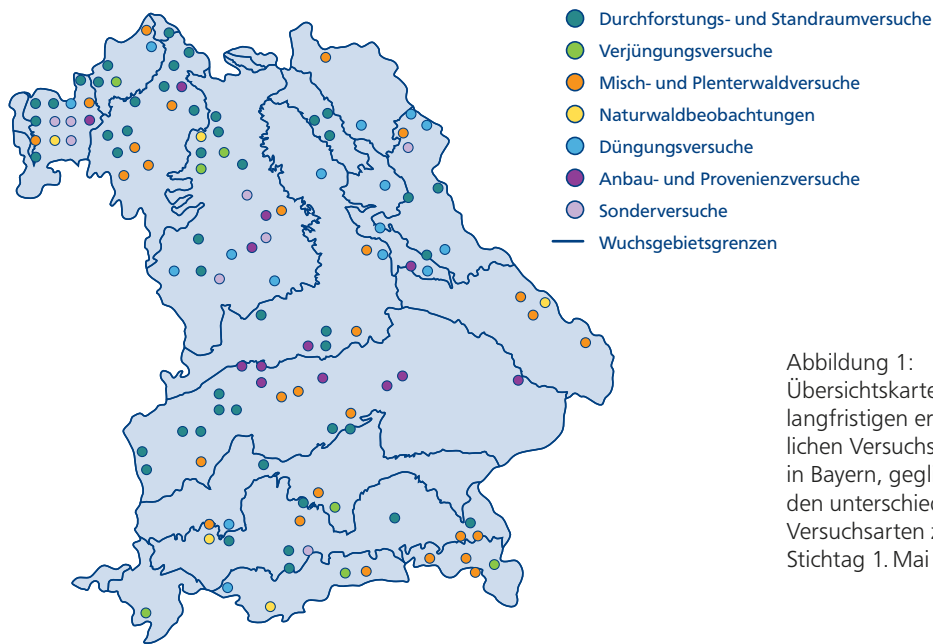


Abbildung 1:  
Übersichtskarte der langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächen in Bayern, gegliedert nach den unterschiedlichen Versuchsarten zum Stichtag 1. Mai 2012

chen waren Anlage, wissenschaftliche Auswertung und praktische Nutzung der Versuchsergebnisse von Beginn an dadurch besonders eng miteinander verbunden, weil die Professoren der Fakultät zugleich Institutsleiter der forstlichen Versuchsanstalt waren.

Dieses Münchner Modell der Kopplung von Versuchsanstalt und Universität wurde mit der Gründung einer selbstständigen Forstwissenschaftlichen Fakultät 1971 und der Entflechtung von Lehrstühlen der Universität und Abteilungen der Forstlichen Forschungsanstalt im Jahre 1979 gelockert bzw. aufgelöst. Eine Ausnahme bildet hier das Ertragskundliche Versuchswesen in Bayern, bei dem sich die kooperative Arbeitsteilung als besonders erfolgreich erwiesen hatte. Es wurde die Arbeitsgruppe »Ertragskundliche Betreuung der langfristigen Versuche (W07)« gegründet, die finanziell und personell zu etwa gleichen Teilen von der Universität und der Bayerischen Forstverwaltung getragen wird. Bis in die Gegenwart ist der Lehrstuhlleiter für Waldwachstumskunde gleichzeitig der Leiter des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern.

### Von den ersten Versuchsanlagen in den 1860er Jahren über die Gründung des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten 1872 zum internationalen Netzwerk der IUFRO

Die ab den 1870er Jahren gegründeten forstlichen Versuchsanstalten organisierten sich 1872 zum Verein Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten, die auf eine Förderung des forstlichen Versuchswesens durch standardisierte Arbeitspläne, Vereinheitlichung von Methoden und gemeinsame Auswertungen zielte. Aus dem Verein Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten ging im Jahre 1892 der internationale Verband Forstlicher Versuchsanstalten hervor. Die genannten Gründerväter des Versuchswesens bereiteten damit die Gründung des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten (IUFRO) im Jahre 1929 vor. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde schließlich durch die Gründung des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten 1951 eine Nachfolgeinstitution des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten geschaffen, die bis heute die forstlichen Forschungsinstitutionen in Deutschland zusammenführt. Die unter dem Dach des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA) neu formierte Sektion »Ertragskunde« entwickelt die Forschungslinie des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten seitdem konsequent weiter.

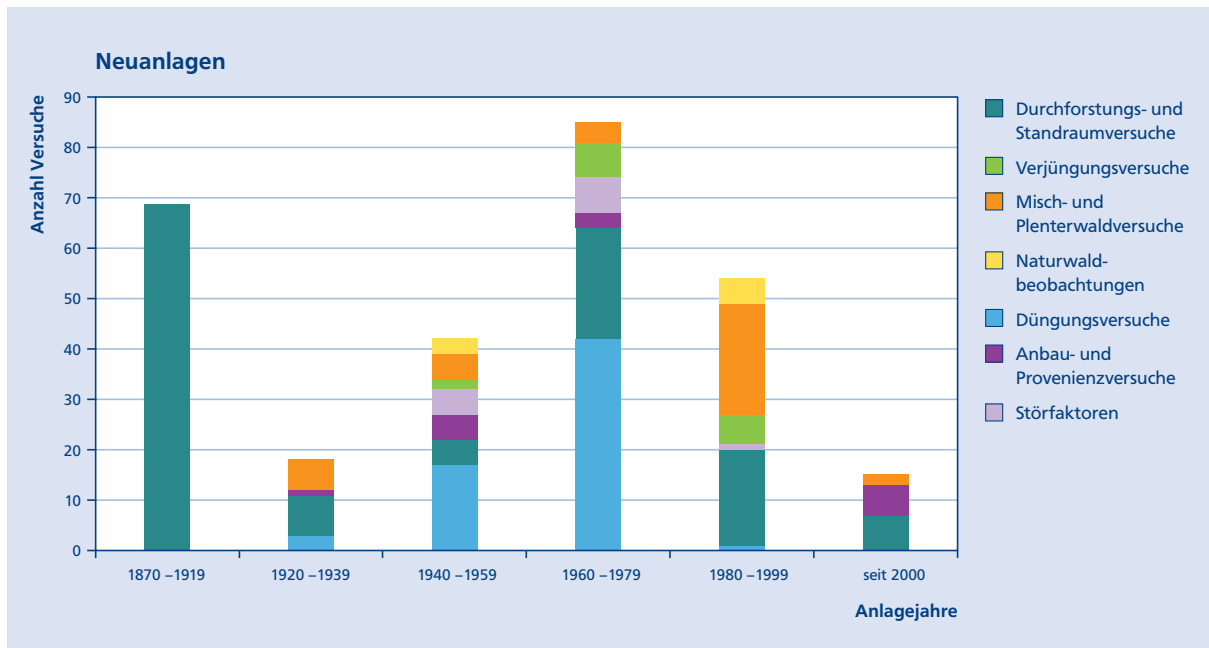


Abbildung 2: Übersicht über die Neuanlage langfristiger Versuchsflächen seit 1870 (Stand 01.05.2012)

Dass in den meisten Ländern der Erde der Baumdurchmesser auf Versuchsflächen in der Höhe 1,3 m gemessen, unter einer mäßigen Hochdurchforstung immer dasselbe verstanden wird und Ertragstafeln und andere Baum- bzw. Bestandesmodelle einen international einheitlichen Aufbau haben, resultiert aus dem Standard, den die nationalen und internationalen ertragskundlichen Forschungsorganisationen geschaffen haben. Aus der geschilderten Geschichte des forstlichen Versuchswesens, die mit der Organisation der langfristigen Versuchsflächenarbeit Mitte des 19. Jahrhunderts ihren Anfang nahm, resultiert, dass an zahlreichen forstlichen Landesanstalten bis in die Gegenwart die Waldwachstumsforschung die Traditionsabteilung bildet und noch häufig mit dem forstlichen Versuchswesen begrifflich gleichgesetzt wird.

### Entwicklung des Versuchsflächennetzes und gegenwärtiger Flächenstand

Seit den 1860er Jahren hat die Waldwachstumsforschung ein in Beobachtungsdauer und räumlicher Ausdehnung einmaliges Netz von Versuchsflächen aufgebaut. Dieses umfasst allein in Bayern etwa 1.000 Einzelflächen, von denen die ältesten seit über 140 Jahren unter Beobachtung stehen. Abbildung 2 zeigt, wie sich die Versuchsneuanlagen seit 1870 mit den jeweils vorherrschenden Interessen und Fragen von Forstwirtschaft

und Forstwissenschaft wandelten (Pretzsch et al. 2002).

In der Anfangszeit des Ertragskundlichen Versuchswesens (1870–1919) standen Durchforstungs- und Standraumversuche in Reinbeständen im Vordergrund (Abbildung 3). Durchforstungsversuche verfolgen die Wachstumsreaktionen auf Durchforstungseingriffe unterschiedlicher Art, Stärke und Intensität. In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts deutete sich eine Konjunktur von Anbau-, Provenienz- und Düngungsversuchen an. Während Anbauversuche forstwirtschaftliche Möglichkeiten und Grenzen einer Baumart im Allgemeinen sondieren, gehen Provenienzversuche einen Schritt weiter. Sie quantifizieren Wachstum, Qualität und Widerstandsfähigkeit verschiedener Herkünfte unter verschiedenen Standortbedingungen und waldbaulichen Behandlungen (Schober 1961). Düngungsversuche streben die Identifizierung von Gesetzmäßigkeiten zwischen Art, Menge und Turnus ausgebrachter Dünger und dem mit ihnen erzielten Ertrag an. Als Referenz dienen dabei unbehandelte Parzellen der Versuchsanlage. Die Mehrzahl der mitteleuropäischen Düngungsversuche geht auf die 1960er und 1970er Jahre zurück.

Mit der seit der Nachkriegszeit prosperierenden Volkswirtschaft stieg die Einflussnahme des Menschen auf den Wald an, unter anderem durch Trassenaufhiebe,

Grundwasserabsenkungen oder Emissionen aus Großfeuerungsanlagen. Deshalb wurden im Rahmen von Beweissicherungsverfahren in den 1950er bis 1980er Jahren zahlreiche Versuchsflächen zur Diagnose von Störfaktoren angelegt (Preuhsler 1990). Solche Versuche zielen auf den Nachweis und die Quantifizierung des Effektes von Störeinflüssen (z. B. Randschaden, Salzscha-den, Grundwasserstandsabsenkungen, Rauchschaden) auf das Waldwachstum.

Seit Mitte des zurückliegenden Jahrhunderts, nach zahlreichen Rückschlägen in der Reinbestandswirtschaft, rückten Mischbestände immer mehr in den Mittelpunkt von Forstwissenschaft und Forstwirtschaft. Deshalb wurden im Ertragskundlichen Versuchswesen in Bayern seit Mitte der 1990er Jahre Mischbestandsversuche systematisch angelegt. Sie zielen auf die Quantifizierung der Wechselwirkung zwischen vergesellschafteten Baumarten. Mit dem Übergang von der künstlichen zur natürlichen Verjüngung von Waldbeständen, insbesondere bei den Baumarten Fichte und Buche, erlangten Verjüngungsversuche im



Abbildung 3: Die Versuchsfläche FAB 015 in Fabrik-schleichach im Steigerwald (Unterfranken) wurde im Jahre 1871 angelegt. Die Fläche wurde bisher 19-mal aufgenommen. Die Buchen sind jetzt (2013) etwa 190 Jahre alt.

Foto: L. Steinacker

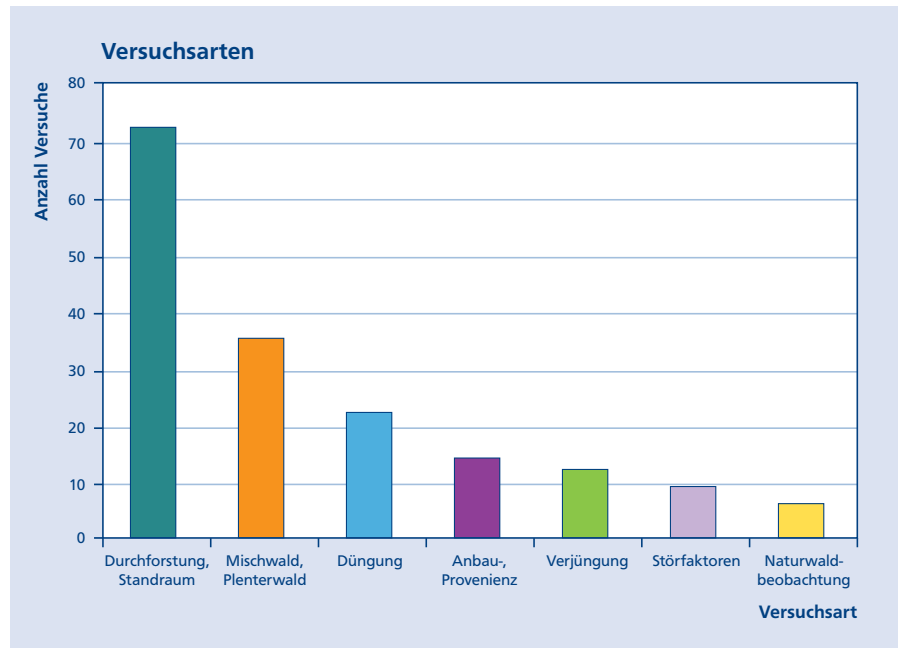
Flachland und im Bergmischwald an Bedeutung. Verjüngungsversuche prüfen die Wirkung definierter Behandlungen auf das Ankommen, die Dynamik der Baumartenzusammensetzung und die Qualität der Verjüngung (Preuhsler 1979).

Das Netz langfristiger ertragskundlicher Versuchsflächen in Bayern umfasst gegenwärtig 151 Versuche mit 934 Parzellen, die eine Fläche von insgesamt rund 181 ha ausmachen (Stand 1. Mai 2012). Davon entfallen 95 Versuche mit 329 Parzellen auf Durchforstungs- und Standraumversuche (Fläche 45,8 ha), 31 Versuche mit 147 Parzellen auf Mischwald- und Plenterwaldversuche (51,5 ha), 20 Versuche mit 179 Parzellen auf Düngungsversuche (23,5 ha), 14 Versuche mit 203 Parzellen auf Anbau- und Provenienzversuche (36,9 ha), zwölf Versuche mit 37 Parzellen auf Verjüngungsversuche (12,4 ha), neun Versuche mit 24 Parzellen auf Versuche zu Störfaktoren (3,6 ha) und sechs Versuche mit 15 Parzellen auf Naturwaldbeobachtungen (7,8 ha). Der überwiegende Teil der Versuchsflächen liegt im Staatswald des Freistaates Bayern, der von den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) bewirtschaftet wird. Durch die langjährige, kooperative Zusammenarbeit zwischen den Institutionen wird der Vorrang von Wissenschaft und Forschung auf diesen Flächen gewährleistet. Aus den Abbildungen 4 und 5 geht die Aufgliederung der Versuchsflächen nach Versuchsarten und Baumarten hervor.

### Entwicklungen bei den Messmethoden auf langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächen

In der Anfangszeit des Ertragskundlichen Versuchswesens wurde die Entwicklung von Waldbeständen durch Messung von Baumdurchmesser, Baumhöhe und Alter messtechnisch erfasst und über Mittel- und Summenwerte dargestellt. Abhängigkeiten der Bestandesentwicklung von den Standortbedingungen und der waldbaulichen Behandlung wurden allenfalls durch Abbildung der Bestandesmittel- und Bestandes-summenwerte in Abhängigkeit von der Höhenbonität und der Bestandesdichte beschrieben. Modellvorstellungen gingen dahin, dass die Bestandesdynamik über Mittelwerte oder Durchmesser- und Höhenverteilung, die sich entlang der Zeitachse in der Lage und Form verschieben, abbildbar sei.

Abbildung 4:  
Anzahl der Versuchsflächen des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern gegliedert nach Versuchsarten



Eine erfolgreiche Analyse der Bestandesdynamik, insbesondere von Mischbeständen mit räumlich strukturierten Verjüngungsverfahren (z. B. Schirmschlag, Fehlschlag, Lochhieb, Plenterhieb) erforderte aber bald eine baumindividuelle und räumlich explizite Erfassung der Bestände. Deshalb erfuhren die Erfassung der Bestandesstruktur, beispielsweise durch Vermessung von Stammfußpunkten, Kronenformen, sowie die Inventur von Verteilungsmustern der Verjüngung unter Altbeständen ab den 1950er Jahren immer mehr Aufmerksamkeit. Messungen von Jahreszuwächsen entlang der Stammachse, von Kronenstruktur, Astwinkeln, Astlängen, Benadelungs- bzw. Belaubungszustand und Spross-Wurzel-Beziehungen liefern Informationen zum zunehmend besseren Verständnis der Baummorphologie, Allometrie und Individualentwicklung in Abhängigkeit von der Nachbarschaft im Bestand.

Charakteristisch für die ertragskundliche Versuchsarbeit ist dabei, dass sie sich nicht in der zunehmend höher auflösenden Vermessung verliert, sondern immer auch die Messvariablen auf Baum- und Bestandesebene mitführt, so dass jederzeit von der Organebene bis zur Bestandesebene skaliert werden kann.

### Durch langfristige Messung und Theoriebasierung zur Praxisrelevanz

Die Erzeugung gefälliger Waldbilder, die Beschreibung von Einzelfällen oder reine Existenzbeweise von Baumartenvorkommen mögen besonders öffentlichkeitswirksam sein, sind aber nicht Bestreben und Gegenstand der Forschung auf ertragskundlichen Versuchsflächen. Vielmehr zielt die Versuchsarbeit auf die Herausarbeitung zumeist schwer zugänglicher, verallgemeinerbarer Aussagen, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten der Baum-, Bestandes- oder Ökosystemdynamik (Assmann 1961). Es wird nicht allein danach gefragt, wie die Fichte auf einem gegebenen Standort auf Durchforstung reagiert, wie die Mischung von Eiche und Buche auf einem gegebenen Standort gegenüber Reinbeständen in der Produktivität abschneidet oder wie das Verhältnis zwischen Spross- und Wurzelwachstum auf Standorten mittlerer Güte ausfällt. Im Interesse steht vielmehr, wie sich diese und andere Beziehungen im Allgemeinen und in Abhängigkeit von den Standortbedingungen darstellen, also generalisierbar sind. Deshalb werden ertragskundliche Versuchsflächen zumeist entlang eines Standortgradienten begründet, so dass sich die Umweltfaktoren und Ressourcenversorgung auf den einzelnen Versuchsstandorten merklich voneinander unterscheiden. Nur dann besteht Aussicht, Reaktionsmuster in Abhängigkeit von Triebkräften zu verstehen und zu beschreiben.

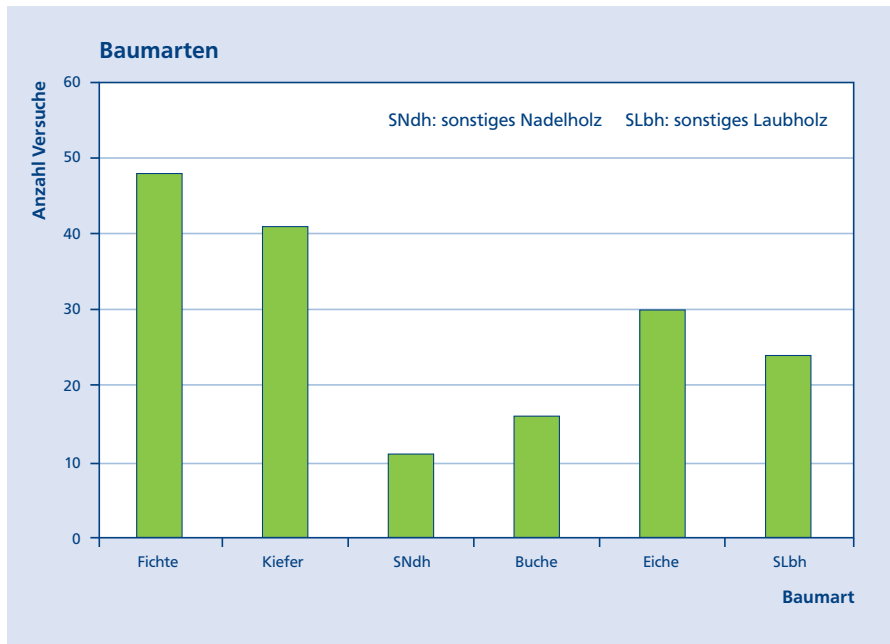


Abbildung 5: Anzahl der Versuchsfelder des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern gegliedert nach Baumarten

Der besondere Wert solcher verallgemeinerbarer Aussagen besteht zum einen darin, dass sie zur Theoriebildung in der Ökologie beitragen. Aufgrund ihrer Verallgemeinerbarkeit liefern sie zum anderen der forstlichen Praxis ein Grundgerüst zum Verständnis der Wald-dynamik und damit für die Planung und waldbauliche Entscheidung. Besonders wesentlich ist die Kenntnis, wie sich Zusammenhänge zwischen Triebkräften und Zuwachsreaktionen in Quantität und Qualität über Standorte hinweg verändern. Eine Übertragung von punktuell gewonnenen Erkenntnissen auf andere Standorte ist deshalb ohne Einbeziehung dieser allgemeinen Gesetzmäßigkeiten kaum möglich, sondern erzeugte in der Vergangenheit immer wieder Meinungsverschiedenheiten, Missverständnisse und weit reichende Fehlentscheidungen. Das Klischee, dass zehn Waldpraktiker, werden sie mit einem Wald-bild und einer waldbaulichen Aufgabenstellung konfrontiert, mindestens zehn unterschiedliche Meinungen über die bestmögliche Zielerreichung haben, resultierte nicht zuletzt aus dem beharrlichen Festhalten an vermeintlichem Erfahrungswissen, das auf lokalen Beobachtungen, aber nicht auf Messungen entlang von ökologischen Gradienten beruhte.

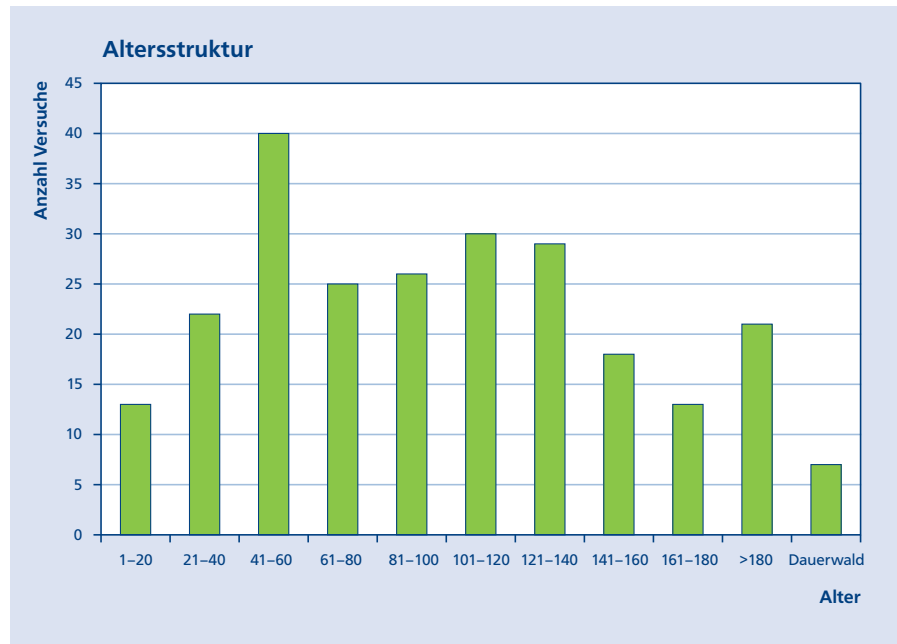
### Synergien von ertragskundlichen Versuchsfelder und Waldinventuren

Seit den 1970er Jahren wird der Waldzustand in zunehmendem Umfang durch Waldinventuren erhoben. Angesichts der Verfügbarkeit solcher Inventurdaten wurde der Nutzen langfristiger ertragskundlicher Versuchsfelder wiederholt diskutiert (von Gadow 1999; Nagel et al. 2012). Inventuren und langfristige Versuchsfelder dienen unterschiedlichen Zwecken, erbringen unterschiedliche Informationen und können sich ergänzen, aber nicht gegenseitig ersetzen.

Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Informationsquellen besteht darin, dass langfristige ertragskundliche Versuche Experimente darstellen, in denen Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufgedeckt werden. Inventuren hingegen zielen auf unverzerrte Schätzungen des großregionalen Zustandes und der Entwicklung von Wäldern, indem sie beispielsweise ausgewählte Variablen erfassen (z. B. die Baumartenzusammensetzung, das Bestandesvolumen, die Benadelungsdichte oder den Totholzvorrat). Inventuren repräsentieren dabei normalerweise mittlere Bedingungen (z. B. mittlere Bestandesdichten, Mischungsverhältnisse, Wachstum ohne aktive Düngung) und decken kaum Extremsituationen (z. B. Solitärbedingungen, maximale Bestandesdichte) ab, welche gerade für das Verstehen und die Modellierung des Baum- und Bestandeswachstums besonders nützlich sind.



Abbildung 6:  
Langfristige Versuchsflächen, gegliedert nach Bestandesalter; sichtbar wird ein Defizit von insbesondere jüngeren Versuchsflächen in den ersten zwei Altersklassen.



Eine sinnvolle Kombination von Inventurdaten und Wissen aus ertragskundlichen Versuchsflächen kann folgendermaßen erreicht werden: Langfristige ertragskundliche Versuchsflächen spiegeln für ein breites Spektrum von Standortbedingungen und Behandlungsvarianten die Zuwachsreaktion auf Baum- und Bestandesebene wider. Sie dienen dem Verstehen und Parametrisieren von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen (z.B. zwischen Bestandesdichte und Baum- und Bestandeswachstum). Inventurdaten ermöglichen die Kalibrierung solcher Zusammenhänge für Regionen, die nicht explizit über ertragskundliche Versuchsflächen abgedeckt sind. Damit ermöglichen Inventuren die Hochskalierung von punktuell gewonnenem Wissen auf die Landschaftsebene.

### Wissenstransfer in Lehre, Forschung und Praxis

Wissen aus dem Ertragskundlichen Versuchswesen findet auf vielerlei Wegen Eingang in Lehre, Forschung und Praxis. In Lehre und Forschung fließt es in Form von Lehrbüchern und Veröffentlichung in referierten, internationalen Zeitschriften ein. Publikationen in praxisnahen Journalen dienen dem direkten Wissenstransfer in die forstliche Praxis. Wissen aus dem Ertragskundlichen Versuchswesen wie auch die Versuchsflächen selbst werden für die forstliche Beratung verwendet. In der Anwendung von Wachstumsmodellen für die Nachhaltsplanung auf Bestandes-, Betriebs- oder

Landesebene besteht eine besonders wirksame Rückkopplung zwischen Versuchswesen, Wissenschaft und Praxis. Durch den Transfer von Wissen zur Anlage und Auswertung von Versuchen, zur Baum- und Bestandesmodellierung und zur Entwicklung von Szenarioanalysen strahlt das Ertragskundliche Versuchswesen in Bayern international nach Tschechien, in die Slowakei, nach Portugal, Südafrika, Kanada, Chile und Vietnam aus.

### Perspektiven

Der Erhalt des Versuchsflächennetzes sowie Überlegungen zu Neuanlagen von Versuchsflächen müssen, wie die Forstwirtschaft selbst, vom Gedanken der Nachhaltigkeit getragen werden, damit künftige Generationen mit geeigneten Versuchsobjekten und Informationsgrundlagen versorgt bleiben. Ähnlich wie eine nachhaltige Holzversorgung durch Gleichverteilung der Betriebsfläche über die Altersklassen gewährleistet wird, sollten auch langfristige Versuchsflächen etwa gleich über die Altersklassen verteilt sein. Die Baumarten und Standorte, die unsere Wälder prägen, müssen repräsentativ durch Versuchsflächen abgedeckt sein. Dabei müssen mögliche Änderungen der Baumarteneignung bzw. Standortverschiebung durch den Klimawandel Berücksichtigung finden. Nur so ist eine dauerhafte Versorgung mit geeigneten Versuchsflächen aller Altersklassen und relevanter Mischungsformen mit Blick auf waldwachstumskundliche Basis-

daten, Anschauungsobjekte, Trainingsflächen und wissenschaftliche Datenbasis gewährleistet. Wenn wir die gegenwärtige Altersklassenverteilung im Ertragskundlichen Versuchsflächennetz in Bayern betrachten (Abbildung 6), wird ein Defizit in den ersten zwei Altersklassen offensichtlich, dem vor allem ein Mangel an jüngeren Standraum- und Durchforstungsversuchen zu den Hauptbaumarten zugrunde liegt. Deshalb zielen gegenwärtige Neuanlagen insbesondere auf die Erneuerung klassischer Standraum- und Durchforstungsversuche zu den Hauptbaumarten in diesen Altersklassen. Weiterhin wird der Ausbau des Versuchsgebietes zu Baumartenmischungen (z. B. Eiche/Buche, Kiefer/Buche, Buche/Fichte, Buche/Tanne), Mischung von einheimischen und fremdländischen Baumarten (z. B. Buche/Douglasie, Kiefer/Roteiche) und zur Anlage kombinierter Mischungs- und Durchforstungsversuche der genannten Mischungen angestrebt.

## Literatur

Assmann, E. (1961): Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. BLV Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien, 490 S.

Gadow von, K. (1999): Datengewinnung für Baumhöhenmodelle – permanente und temporäre Versuchsflächen, Intervallflächen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 116(1/2), S. 81–90

Nagel, J.; Spellmann, H.; Pretzsch, H. (2012): Zum Informationspotenzial langfristiger forstlicher Versuchsflächen und periodischer Waldinventuren für die waldwachstumskundliche Forschung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 183. Jg., 5/6, S. 111–116

Pretzsch, H.; Utschig, H.; Bachmann, M. (2002): Innovation durch Kontinuität – Das ertragskundliche Versuchswesen in Bayern. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung. Heft 51, Band II, S. 425–443, in: Bley Müller, H.; Gundermann, E.; Beck, R. (Hrsg.) (2002): 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung – Rückblicke, Einblicke, Ausblicke. Bayerische Staatsforstverwaltung, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München, 677 S.

Preuhsler, T. (1979): Ertragskundliche Merkmale oberbayerischer Bergmischwald-Verjüngungsbestände auf kalkalpinen Standorten im Forstamt Kreuth. Forstl. Forschungsber., München 45, 372 S.

Preuhsler, T. (1990): Einfluß von Grundwasserentnahmen auf die Entwicklung der Waldbestände im Raum Genderkingen bei Donauwörth. Forstl. Forschungsber., München 101, 95 S.

Schober, R. (1961): Zweckbestimmung, Methodik und Vorbereitung von Provenienzversuchen. AFJZ 132 (2): S. 29–38

Spellmann, H.; Wagner, S.; Nagel, J.; Guericke, M.; Griese, F. (1996): In der Tradition stehend, neue Wege beschreitend. Forst und Holz 51 (11), S. 363–368

**Keywords:** long term yield trials, forest growth, ecosystem knowledge

---

**Summary:** The Bavarian network of long term yield trials represent a sustainable institution within forest science. Since its foundation in the 1860ies by August von Ganghofer the trials provide relevant knowledge about growth and dynamic of forest stands by continuously monitoring, measurement and analyses. They contribute substantial to forest ecosystem understanding and support forest management. The article briefly stretches from the early beginnings and developments since then of the trial network, their relevance for national and international forest science and forest management to current status and perspectives.

---

# **6 Nachhaltiger Dialog für die Zukunft**

---

# Angebot, Nachfrage und Nachhaltigkeit im Wald

Andreas Hahn und Thomas Knoke

**Schlüsselwörter:** Forstliche Nachhaltigkeit, Forsteinrichtung, Entscheidungsfindung, betriebliche Optimierung, Planung unter Unsicherheit, Beteiligung

---

**Zusammenfassung:** Die Forsteinrichtung ist die Disziplin der Forstwissenschaft, die sich mit der Sicherung der Nachhaltigkeit beschäftigt. Das hat in der Vergangenheit erfolgreich funktioniert: Die Holzvorräte sind stets gestiegen, die Mischungen haben zugenommen und es werden auch weitere naturschutzrelevante Aspekte berücksichtigt. Dazu haben die Verminderung des Nutzungsdrucks auf den Wald und eine vorsichtige Bewirtschaftungsweise, die Kurswechsel scheut und das Bisherige auch für die Zukunft festschreibt, beigetragen. In dem Beitrag wird die Frage gestellt, ob die Forstwirtschaft mit diesem Vorgehen auch in Zukunft als nachhaltig anerkannt werden wird. Eignen sich die aktuellen Planungsmethoden, um die Nachhaltigkeit der Forstwirtschaft heute und in der Zukunft zu sichern?

---

Wenn man in diesem Jahr die vielen Texte und Kommentare liest und Festvorträgen lauscht, kann man sich als Forstmensch freuen: Wir haben die Nachhaltigkeit erfunden und wissen auch, wie man sie umsetzt. Die Forstwirtschaft in Deutschland ist nachhaltig. Nie ging es den Wäldern so gut wie bisher – zumindest seit dem Mittelalter nicht mehr! Die Holzvorräte sind hoch, die Wälder bestehen zunehmend aus mehreren Baumarten und Schichten und erbringen viele Leistungen für die Gesellschaft. Wenn jetzt noch alle Menschen Förster würden – oder zumindest so verantwortungsvoll wie diese handelten –, dann müsste nur noch das Wirtschaftssystem an der forstlichen Produktion ausgerichtet werden, und schon wäre die Menschheit ein gutes Stück zukunftsfähiger. Das wäre sicher ein schönes Geschenk zum 300. Begriffsgeburtstag. Forstleute (z. B. Prodan 1977; Steinlin 1985; Weber-Blaschke et al. 2005) und Nicht-Forstleute (z. B. Immler 1992) forderten die Übertragung des forstlichen Nachhaltigkeitsprinzips auf die Gesamtwirtschaft auch schon oft. Doch wäre das eine denkbare Option?

In diesem Jahr werden die Spuren der forstlichen Nachhaltigkeit gesucht und beschworen. Die Bedeutung und Notwendigkeit der Nachhaltigkeit für die Forstwirtschaft werden herausgestellt. Wir wollen nach den Erfolgsfaktoren der nachhaltigen Waldbewirtschaftung fragen und überlegen, welche davon für zukünftige Herausforderungen Bedeutung haben könnten. Ist die forstliche Nachhaltigkeit, wie sie heute gelebt wird, zukunftsfähig?

## Warum war die forstliche Nachhaltigkeit so erfolgreich?

Die Nachhaltigkeit ist ein Kind der Krise. Sie ist aus der Erfahrung des Mangels und der Furcht vor der Holznot entstanden. Die Begründung einer pfleglichen und geregelten Forstwirtschaft ist eine Antwort auf diese Erfahrungen. Die Langsamkeit des Holzwachstums führte zu einer Wirtschaftsweise, die stets auch die zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten im Blick behielt. Forstliche Nachhaltigkeit wurde für das Heute und das Morgen entwickelt; sie ist ein gelebter Generationenvertrag (Abbildung 1).

Zur Umsetzung braucht man Wissen und Technik: Die Forstwissenschaft wurde geboren. Ihre Geschichte ist mit der forstlichen Nachhaltigkeit verbunden. Und so ist Nachhaltigkeit bis heute ein Identifikationsbegriff für Forstpraktiker und -akademiker (Schanz 2001). Die Nachhaltigkeit ist das Bindeglied, das den Forstberuf für Forstleute zur Berufung macht. Ihr Engagement, die Erforschung von Zusammenhängen und die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse sind Faktoren, die den Erfolg forstlicher Nachhaltigkeit garantiert haben.

Es gibt aber noch andere Gründe für das Gelingen, die außerhalb des Forstbereiches liegen und die nicht minder wichtig sind. Im Ganzen ging es um die Verminderung des Nutzungsdruckes auf den Wald und somit um ein Ende des *hölzernen Zeitalters*, das die Schlüsselrolle des Rohstoffes Holz bis zur frühindustriellen Zeit im 18. Jahrhundert beschreibt (Radkau 2007). Die Nutzung des Waldes beschränkte sich damals nicht nur auf Holz. Er wurde in seiner Gesamtheit, gerade auch landwirtschaftlich stark ge- und übernutzt.

### Waldentlastung als Voraussetzung

Die Verminderung des Nutzungsdruckes war eine Vorbedingung für die Erholung der übernutzten Wälder. Der Erfolg der forstlichen Nachhaltigkeit mit Berücksichtigung ihrer ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimension fußt darauf. Dazu wurden grundsätzlich zwei Strategielinien verfolgt, die sich auch schon bei von Carlowitz (1713) finden: Zum einen kann das *Angebot* durch Nachzucht und eine bessere Waldwirtschaft gesteigert werden<sup>1</sup>. Zum anderen kann die *Nachfrage* reduziert werden<sup>2</sup>. Beides geschah, denn während sich die Forstwissenschaft mit der Verbesserung des Angebotes beschäftigte, wurde die Nachfrage reduziert: Energie wurde effizienter genutzt, die Landwirtschaft löste sich langsam von den Waldressourcen, Kunstdünger wurde erfunden (Hamberger 2003). Andere Energieträger wie Torf, später Kohle und schließlich Erdöl und Erdgas wurden entdeckt und ersetzen Holz. Die Erfindung der Eisenbahn verbesserte die Transport- und Absatzmöglichkeiten. Die Aufhebung der *historischen Vielfachnutzung* (Winkel 2006) machte den Weg frei, um die Waldbewirtschaftung stärker am Ökosystem auszurichten. Heute wird das Prinzip einer nachhaltigen Ressourcennutzung manchmal sogar als ein rein ökologisches Prinzip gesehen, bei dem es um den Erhalt der Lebensräume um ihrer selbst willen geht. Diese Interpretation – Nachhaltigkeit als Selbstzweck – ist eine gedankliche Fortschreibung jener Entwicklung, die mit dem Ursprung der Nachhaltigkeit aber wenig zu tun hat.

### Nachhaltigkeit durch Monofunktionalisierung

Die forstlichen Bemühungen um die Restauration der Wälder hatten Erfolg. Der Rückgang der Devastierung, die Wiederbestockung mit damals ungeahnten Vorratshöhen und die zunehmende Berücksichtigung von ökologischen Kriterien in der Waldbewirtschaftung sind eine Erfolgsgeschichte. Es mutet aber auch ein wenig seltsam an, wenn man sich den Preis dessen vergegenwärtigt: Die mittelalterliche Vielfachnutzung musste zunächst einer *Monofunktionalisierung* weichen, die den Schwerpunkt auf eine regelmäßige Holznutzung legte. Die Sicherung des *Nachhalts*, einer dauerhaften und kontinuierlichen Holznutzung, wurde durch eine Ausgrenzung anderer Nutzungen erreicht – was in der Summe dem zuvor angesprochenen Rückgang des Nutzungsdruckes entspricht. Insoweit bereitete die Monofunktionalisierung einer Verbesserung des Waldzustandes den Weg. Die Nachfrage nach Energie und Nahrungsmitteln blieb davon unberührt: Substitute, Effizienzsteigerung und Innovationen füllten das Loch.



Abbildung 1: Unsere Waldwirtschaft legt die Grundlage für die Nutzungsmöglichkeiten der Zukunft. Sind die Nutzungen und der Zuwachs im Einklang, ist das wie ein Generationenvertrag. Doch was passiert, wenn mehr Holz gebraucht wird? Foto: T. Wintzheimer, Iphofen

Aktuelle Verständnisse von forstlicher Nachhaltigkeit bauen meist auf der Langfristigkeit und einem Kompromiss zwischen den heute lebenden Anspruchsgruppen auf. Sie sind ausschließlich multifunktional ausgerichtet (Hahn und Knoke 2010), ganz wie die historische Vielfachnutzung. Die Wälder mussten sich nach der Übernutzung aber erst erholen. Die dazu notwendige Beschränkung auf die Holznutzung würde aus heutiger Sicht allerdings nicht als nachhaltig bewertet werden. Probleme wurden nur mittelfristig gelöst. Heute wissen wir, dass die Nutzung von Torf, Kohle, Gas und Öl zur Energieerzeugung andere negative Folgen mit sich bringt (Landschafts- und Biotopveränderung, Umweltkatastrophen bei Förderung und Transport, anthropogener Treibhauseffekt etc.). Der Energieverbrauch ist stetig gestiegen, aber die Nachfrageseite blieb unbeeindruckt. Und wie würden die Wälder aussehen, wenn der Energiehunger der Menschheit wieder stärker aus den Waldressourcen gestillt werden müsste?

1 Beispielsweise geht von Carlowitz (1713) auf die Beschleunigung des Holzanbaues (Kapitel 7), die Verbesserung des Bodens (Kapitel 11), die Bodenbearbeitung und Saat (Kapitel 12) sowie die Wiederbestockung durch Anflug und Wiedewuchs (Kapitel 13) ein.

2 In Kapitel 6 schiebt von Carlowitz (1713), noch bevor er sich mit der Verbesserung der Waldwirtschaft beschäftigt, von der effizienten Holznutzung.

3 Interessanter Weise wurde hierfür im Englischen das Wort »sustained« im Sinn einer dauerhaften Holznutzung, und nicht »sustainable« genutzt. Im Deutschen wurde früher entsprechend von »nachhaltend« oder dem »Nachhalt« und nicht von »nachhaltig« gesprochen (Kehr 1993).

### Die Musik zwischen den Säulen

Wir haben die Erfolgsfaktoren forstlicher Nachhaltigkeit auf der Angebots- und der Nachfrageseite untersucht. Förster können nur auf der Angebotsseite wirken. Das haben sie 300 Jahre erfolgreich getan. Man könnte für Deutschland das Fazit ziehen, dass die Forstwirtschaft für sich genommen nachhaltig ist. Außerhalb des forstlichen Sektors ist die Bilanz nicht positiv. Eine Gesellschaft ist aber nur dann zukunftsfähig, wenn alle gesellschaftlichen (inkl. der wirtschaftlichen) und ökologischen Bereiche beachtet werden und negative Folgen nicht von einem zum anderen geschoben werden. Es geht um eine gleichzeitige Betrachtung der drei Säulen Ökologie, Gesellschaft und Ökonomie. Wir brauchen räumlich und zeitlich umfassende Betrachtungen, um mögliche Entwicklungen zu bewerten, wie sie in Abbildung 2 dargestellt sind.

Abbildung 2 zeigt eine nachhaltige Forstwirtschaft, die als Nutzung der Wälder für zukünftige und heutige Generationen verstanden wird. Sie muss unter allen Anspruchsgruppen für einen bestimmten räumlichen und zeitlichen Rahmen ausgehandelt werden. Während der forstliche Nachhaltigkeitsbegriff ursprünglich die Zukunftsvorsorge für Folgegenerationen im Blick hatte (violetttes Oval; z. B. Hartig 1795), hat sich der Fokus bei der forstlichen Zertifizierung auf die Aus handlung unter den heutigen Interessen verschoben

(oranger Kreis; Hahn und Knoke 2010). Eine umfassende forstliche Nachhaltigkeit ist analog der Definition einer nachhaltigen Entwicklung, wie sie die Brundlandt-Kommission mit der Gerechtigkeit zwischen den heute lebenden Generationen und zukünftigen Generationen definierte (WCED 1987), im rechten oberen Eck der Kreuztabelle der Abbildung 2 verortet. Sie muss die Berücksichtigung der Langfristigkeit (zeitliche Dimension) und die Vielfalt der Ansprüche (hier durch die räumliche Dimension abgebildet) umfassen. Egal an welcher Stelle man sich in dem Raum-Zeit-Kontinuum von Abbildung 2 befindet, die drei Säulen der Nachhaltigkeit – Natur, Gesellschaft und Wirtschaft – müssen gleichzeitig betrachtet werden. Eine wirtschaftliche Nachhaltigkeit hat bei singularer Betrachtung genauso wenig mit Nachhaltigkeit zu tun, wie der Begriff der Nährstoffnachhaltigkeit oder eine Begrenzung auf die Holznutzung.<sup>3</sup> In dem Einleitungsartikel wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Besondere der Nachhaltigkeit in den Wechselbeziehungen zwischen den »drei Säulen der Nachhaltigkeit« liegt. Es handelt sich nicht um drei Solisten; wohlklingende Musik ertönt nur, wenn das orchestrale Zusammenspiel gelingt.

### Angebot und Nachfrage

Nachhaltige Forstwirtschaft war bisher ein wirksames Instrument, um die Angebotsseite zu verbessern. In der Zukunft muss sie die Nachfrage im Blick behalten, indem ein Ausweichen auf Holzprodukte aus anderen

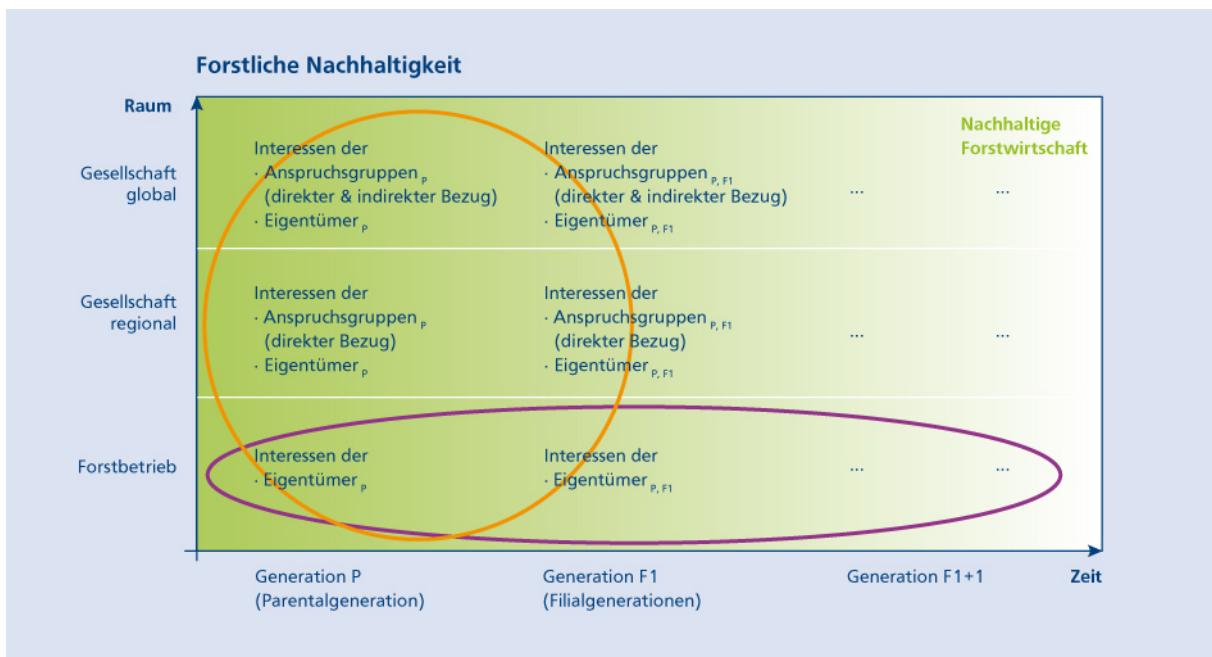


Abbildung 2: Nachhaltige Forstwirtschaft im Raum-Zeit-Kontinuum; der moderne forstliche Nachhaltigkeitsbegriff hat nicht nur eine zeitliche, sondern auch eine räumliche Ausdehnung. Raum und Zeit müssen gleichzeitig betrachtet werden. Abbildung modifiziert nach Hahn und Knoke (2010)

Ländern oder ein Ausweichen auf andere Produkte stärker berücksichtigt wird. Forstwirtschaft muss vernetzt und global bewertet werden: Eine Verminderung der Holzeinschläge führt bei gleichem Verbrauch zu steigenden Preisen, also zu einer Substitution von Holz. Wie der Ersatz von Holz zu bewerten ist, hängt von den alternativ gewählten Materialien ab. Betrachtet man lediglich die Produktion, ist die Energiebilanz bei keinem Produkt so positiv wie bei Holz. Einheimisches Holz kann auch durch Holz aus anderen Ländern ersetzt werden: Neue Nationalparke in Deutschland würden den einheimischen Holzeinschlag reduzieren und Holz und damit Flächen im Ausland in Anspruch nehmen. Doch was hilft es, wenn der Zustand der Wälder in Deutschland besser wird, wenn dann Rohholz aus anderen Ländern importiert wird, über dessen Entstehung wir nur wenig wissen?

### Diskussion statt Harmonie

Forstliche Zertifizierungssysteme können helfen, diese Wissenslücke zu schließen. Zertifizierungssysteme geben uns Informationen, die wir bei der Entscheidungsfindung berücksichtigen können. Die Entscheidungen für eine bestimmte Art der Waldnutzung, ggf. sogar eine Unterschutzstellung, werden durch die Verflechtungen mit anderen gesellschaftlichen Sektoren komplexer. Im Rahmen einer zukünftig nachhaltigen Forstwirtschaft sollten solche Querverbindungen berücksichtigt werden – zumindest im vorbildlich zu bewirtschaftenden öffentlichen Wald. Für die Festlegung von forstbetrieblichen Zielen, klassisch als Ertrags- und Produktionsplanung bei der Forsteinrichtung definiert, ergeben sich daraus folgende Ansprüche für eine moderne Forstbetriebsplanung:

- Die *Langfristigkeit* ist ein Alleinstellungsmerkmal forstlicher Planungen. Diese forstliche Expertise kann den gesellschaftlichen Diskussionsprozess bereichern. Die forstlichen Zertifizierungsprogramme bilden nur einen Kompromiss der Ansprüche aus heutiger Sicht ab!
- Die *Unsicherheiten* nehmen zu: Wuchsbedingungen und Nutzungsansprüche verändern sich.
- Die *Effizienz* der Bewirtschaftung gewinnt an Bedeutung: Die Holznachfrage wächst – weltweit.
- Ohne *Transparenz und Beteiligung* keine nachhaltige Forstwirtschaft: Sie garantieren die Einbindung und Aushandlung der Interessen von Anspruchsgruppen sowie die Akzeptanz der Planung, wenngleich die Frage der Legitimation von Anspruchsgruppen zu klären ist.

Moderne Planungsmethoden müssen diese Ansprüche erfüllen. Der gesellschaftliche Kompromiss über die Nutzung der Wälder muss erst neu ausgehandelt werden. Die brancheninterne Scheinharmonisierung (Glück und Pleschberger 1982) durch den Deckmantel des Nachhaltigkeitsbegriffs kann die vielfältigeren und unterschiedlichen Interessen nicht mehr verdecken. Es gibt (noch) keine Harmonie der Ansprüche. Wir gehen daher davon aus, dass die Diskussionen innerhalb und außerhalb der Forstbranche zunehmen werden.

Wir brauchen daher neue Planungsmethoden, die die Konsequenzen von Entscheidungen möglichst umfassend aufzeigen, um Partikularinteressen einzuwerten, forstliche Langfrist Aspekte als Alleinstellungsmerkmal und Expertise der Forstbranche in die gesamtgesellschaftliche Diskussion einzuspeisen und schließlich an einem guten Kompromiss mitwirken zu können (Suda und Zormaier 2002).

### Forschung als Erfolgsfaktor

Wissenschaftliche Forschung war auch früher ein Erfolgsfaktor für die Umsetzung der Nachhaltigkeit: Waldbautechniken zur Wiederbestockung, zur Pflege und Ernte, mathematische Methoden zur Waldinventur und Methoden zur Planung wie das Konzept des Normalwaldes sind Ergebnisse forstlicher Forschung. Für den Umgang mit zukünftigen Herausforderungen brauchen wir Planungstechniken, die die skizzierten Ansprüche abdecken, die Zusammenhänge und Zielkonflikte aufdecken. Aus der Forschung gibt es hierzu erste Ansätze, die die Langfristperspektive beibehalten und Unsicherheiten und Effizienzgesichtspunkte berücksichtigen (Knoke et al. 2012; Hahn 2012). Ökosystemdienstleistungen können in diese Konzepte eingepasst werden, wie im EU-Projekt ARANGE beabsichtigt (Griess 2012). Ein weiteres Forschungsfeld ist die Verschmelzung der Ertrags- und Produktionsplanung zur Koppelung von Ertragsaspekten mit bestandsweisen Bestockungszielen. Und schließlich wird die Umsetzung und Akzeptanz solcher Planungsmethoden von deren Praktikabilität abhängen, beispielsweise indem die erfolgreich getestete Methode der Ertragsplanung für risikomeidende Entscheider über forstliche Alltagsgrößen wie zum Beispiel Zielvorräte abgebildet wird (vgl. Hahn und Knoke 2013).

### Fazit

Forstliche Nachhaltigkeit lässt sich nicht in ökologische, ökonomische und soziale Aspekte auftrennen. Entscheidend ist das Verhältnis der Säulen zueinander. Das orchestrale Zusammenspiel der Bereiche muss

gelingen! Daraus folgt, dass Nachhaltigkeit zwischen den Anspruchsgruppen ausgehandelt werden muss. Erste Ansätze moderner Planungstechniken haben gezeigt, dass sie bei der Lösung solcher Zielkonflikte helfen können, da sie die Konsequenzen von Handlungsalternativen aufzeigen. Wie in einem Ping-Pong-Spiel können Vorschläge aus dem Diskussionsprozess so aufgegriffen, optimierte Lösungen erstellt und deren Konsequenzen an die Entscheidungsträger zurückspielt werden. Solche Planungstechniken sind ein hilfreiches Instrument bei der Aushandlung dessen, was heute für einen bestimmten Wald unter einer nachhaltigen Forstwirtschaft verstanden wird.

Kurzum: Wir würden es begrüßen, wenn die Nachhaltigkeit dadurch wieder stärker als Mangel- und Konfliktbegriff und weniger als emotionaler, positiver Weichspüler genutzt würde. Das wäre auch ein schönes Geburtstagsgeschenk!

## Literatur

- Carlowitz, H. C. von (1713): *Sylvicultura oeconomica*: Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Braun, Leipzig
- Glück, P.; Pleschberger, W. (1982): Das Harmoniedenken in der Forstpolitik. *AFZ – Der Wald* 37, S. 650–655
- Griess, V. (2012): Modelle in der forstlichen Planung. *AFZ – Der Wald* 67, S. 6–8
- Hahn, A. (2012): Neue Optimierungstechniken in der Forstbetriebsplanung: Finanzielle Optimierung und Integration von Risiken. *AFZ – Der Wald* 67, S. 9–12
- Hahn, A.; Knoke, T. (2010): Sustainable development and sustainable forestry: Analogies, differences, and the role of flexibility. *European Journal of Forest Research* 129, S. 787–801
- Hahn, A.; Knoke, T. (2013): Gewinnmaximierung und Vorsichtsprinzip bei der Ertragsplanung: ein Konflikt? Kurzschrift zum Vortrag anlässlich des 17. Statusseminars des Kuratoriums für forstliche Forschung des BayStMinELF in Freising
- Hamberger, J. (2003): Nachhaltigkeit – Eine Idee aus dem Mittelalter? *LWF aktuell* 37, S. 38–41
- Hartig, G. L. (1795): Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste. Heyer, Gießen Band 1: Theoretischer Theil
- Immler, H. (1992): Nachhaltige Wirtschaft: Ist das Nachhaltigkeitsprinzip auf unsere Wirtschaft übertragbar? *universitas* 47, S. 661–670
- Kehr, K. (1993): Nachhaltigkeit denken. Zum sprachgeschichtlichen Hintergrund und zur Bedeutungsentwicklung des forstlichen Begriffes der ‚Nachhaltigkeit‘. *Schweizer Zeitschrift für Forstwesen* 114, S. 595–605
- Knoke, T.; Schneider, T.; Hahn, A.; Griess, V.; Röbiger, J. (2012): Forstbetriebsplanung als Entscheidungshilfe. Ulmer, Stuttgart
- Prodan, M. (1977): Allgemeingültigkeit forstlicher Prinzipien. *Forstarchiv* 48, S. 245–248
- Schanz, H. (2001): Forstliche Nachhaltigkeit. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg Nr. 4. Kessel, Remagen-Oberwinter
- Steinlin, H. (1985): Vorsorge als ökonomisches Prinzip: Der Begriff der forstlichen Nachhaltigkeit und seine Übertragung auf andere Wirtschaftsbereiche, S. 5–18, in: Krems, G. (Hrsg.): *Ökologie und Markt. Überlegungen zu einer zukunftsorientierten Wirtschaftsordnung*. Dokumentationen Nr. 14, Eigenverlag, Schwerte
- Radkau, J. (2007): *Holz – Wie ein Naturstoff Geschichte schreibt*. Oekom, München
- Suda, M.; Zormaier, F. (2002): Anmerkungen zur Rolle der Forstwirtschaft im Diskurs der Nachhaltigkeit. *Forst u. Holz* 57, S. 322–324
- Weber-Blaschke, G.; Mosandl, R.; Faulstich, M. (2005): *History and mandate of sustainability: From local forestry to global policy*, S. 5–19, in: Wilderer, P. A.; Schroeder Edward D.; Kopp, H. (Hrsg.): *Global sustainability. The impact of local cultures. A new perspective for science and engineering, economics and politics*. Wiley-VCH, Weinheim
- Winkel, G. (2006): *Waldnaturschutzpolitik in Deutschland: Bestandsaufnahme, Analysen und Entwurf einer Story-Line*. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Breisgau)
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987): *Our common future*. Univ. Press, Oxford

**Keywords:** sustainable forestry, sustainable forest management, forest management planning, optimization, decision making under uncertainty, participation

**Summary:** Forest management planning is about to promote a sustainable use of forest resources. This strategy was quite successful in history: The standing timber volume has been increased, the proportion of admixed tree species has been increased, and issues of nature conservation have been considered in forest management. The reduced demand of forest products and a sound and precautionary management strategy have enabled this success. Within the article it is asked if forest management, retaining the strategy of the past, can be once more announced as being sustainable in future. Do the current planning techniques cope with the challenges of future forest growth conditions and forest utilization?



---

# Partizipation und Nachhaltigkeit – von Menschen und Wäldern

Monika B. Arzberger und Michael Suda

**Schlüsselwörter:** Partizipation, Beteiligung, nachhaltige Entwicklung

---

**Zusammenfassung:** Im Jahr 1992 hat die Weltgemeinschaft die »nachhaltige Entwicklung« zu ihrem Leitbild erhoben. Die mit Nachhaltigkeit verbundene Vorstellung, die gegenwärtig den Diskurs bestimmt, geht von umweltgerechten, dauerhaften Produktionsprozessen aus und beschreibt eine Welt, die ihre Güter und Früchte gerecht teilt und künftigen Generationen mindestens die gleichen Freiheitsgrade einräumt. Ein wunderbares harmonisches Bild in einer Welt voller Hunger, Kriege, Elend und Ressourcenvernichtung. In dieses Bild passt auch die Auflösung von Hierarchien und Machtpositionen. Menschen sitzen gleichberechtigt im Kreis, hören einander aufmerksam zu und suchen gemeinsam nach der besten Lösung für alle. Beteiligung oder Partizipation ist ein wichtiger Baustein in der Agenda 21 von Rio. Nachhaltige Entwicklung und Partizipation sind eng miteinander verwoben.

---

Vor 300 Jahren saß der Berghauptmann Hans Carl von Carlowitz in seiner Schreibstube und schrieb seinen Satz über die »nachhaltende Nutzung« auf das vor ihm liegende Dokument. Ein großer Moment für die Forstwirtschaft, denn ein zentraler Begriff wurde geboren. Den Hintergrund seiner Überlegungen bildete eine prognostizierte Holznot, verursacht auf der einen Seite durch den Holz hunger der aufkommenden Industrialisierung, die im Bergbau Salz und Metall gewann und die Rohstoffe weiter verarbeiten wollte, und einer Bevölkerung auf der anderen Seite, die ihre Grundbedürfnisse nach Wärme und Heimstadt aus dem Wald zu befriedigen suchte. Beide Seiten müssen sich einschränken, damit auch die nächste Generation über genügend Holzressourcen verfügt. Wir befinden uns in der Zeit des Absolutismus, Partizipation oder der Stakeholderdialog sind Fremdwörter. Auch wenn Carlowitz die Idee verfolgt hätte, dass es um einen Ausgleich der Interessen zwischen widerstrebenden gesellschaftlichen Kräften am Wald geht, er hätte weder seinen Fürsten noch die aufstrebenden Industrieunternehmen von den Möglichkeiten und dem Nutzen der Partizipation überzeugen können. Die Machtverteilung spielte

damals wie heute die entscheidende Rolle beim Gedanken an eine nachhaltige Nutzung. Es war die Kohle, die die erforderliche Entspannung für die Wälder und den gesellschaftlichen Konflikt brachte. Diese nicht nachhaltige Form der Energieversorgung schaffte den erforderlichen Zeitraum zum tiefen »Durchatmen« mit all den oft beschriebenen Folgen, wie chronischer Bronchitis, Smog, Waldsterben und Klimawandel.

Global betrachtet ist der 30. Juli 1968 das Datum, an welchem die Weltgemeinschaft, d. h. die Vereinten Nationen, ökologische Belange in der 45. Sitzung des ECOSOC (Economic and Social Council) offiziell auf die politische Agenda setzte. In der Resolution 1346 (XLV) schlug der ECOSOC der Generalversammlung vor, in einer UN-Konferenz die »problems of the human environment« zu behandeln. Daraufhin fand vom 5. bis 16. Juni 1972 in Stockholm die »United Nations Conference on the Human Environment« statt. Dort wurde das »United Nations Environment Programm« (UNEP) mit dem Auftrag, ökologische Belange zu bearbeiten, ins Leben gerufen. Allerdings haben die Schweden vergeblich auf dieser Konferenz versucht, auf die Versauerung ihrer Seen hinzuweisen und die räumliche Verschiebung der ökologischen Probleme durch die Hochschornsteinpolitik zu thematisieren. Der sogenannte Brundtland-Report gab der Thematik starken Auftrieb, außerdem wurden die Herausforderungen zur Problemlösung im Bereich Umwelt mit dem Bereich Entwicklung erstmals ausdrücklich verknüpft. Der Bericht basierte auf einer vierjährigen Studie und entwickelte den modernen Begriff der nachhaltigen Entwicklung: »Sustainable development meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs« (UN 1987).

## Nachhaltige Entwicklung fordert Partizipation

Es folgte die UN-Konferenz von Rio die Janeiro 1992 (UNCED), bei der eine »Commission on Sustainable Development« gegründet wurde. Außerdem kam es zu drei Haupt-Vereinbarungen: Der Agenda 21-Plan zur

Förderung der nachhaltigen Entwicklung wurde erstellt, die Rio-Deklaration zu Umwelt und Entwicklung verabschiedet und ein »Statement of Forest Principles« soll die nachhaltige Waldbewirtschaftung global sicherstellen. Insbesondere mit der Agenda 21 wurde deutlich, dass Nachhaltigkeit ein humanes Prinzip beschreibt. Der Begriff Nachhaltigkeit steht so für eine zukunftsichernde Handlungsverpflichtung und nicht für ein übergeordnetes Naturgesetz. Die Natur kennt Nachhaltigkeit nicht als beständigen Regelkreislauf (Weber-Blaschke 2009). Um dem Prinzip gerecht zu werden und eine Politik der Nachhaltigkeit umzusetzen, braucht es partizipative Politikmuster. So heißt es: »Eine Grundvoraussetzung für die Erzielung einer nachhaltigen Entwicklung ist die umfassende Beteiligung der Öffentlichkeit an Entscheidungsprozessen« (BMU 1992, Agenda 21, Kap. 23, Präambel).

Als sofortige Reaktion auf die internationale Vorgabe rief der Deutsche Bundestag 1992 die Enquete-Kommission »Schutz des Menschen und der Umwelt« ins Leben, mit dem Ziel, die Vorgaben der Agenda 21 in einer nationalen Strategie umzusetzen. Der erste Kommissionsbericht »Die Industriegesellschaft gestalten« (1994) stellt ökologische Fragestellungen in den Mittelpunkt und definiert Partizipation als Mittel, die soziale Stabilität der Gesellschaft zu gestalten und zu sichern (DBT 1994, S. 496). Unter dem Titel »Konzept Nachhaltigkeit – vom Leitbild zur Umsetzung« veröffentlichte die Enquete-Kommission ihren zweiten Bericht 1998. In diesem Bericht werden die komplexe Abhängigkeit »Ökologie – Ökonomie – Soziales« und damit verbundene politische Herausforderung der Nachhaltigkeit mit dem Drei-Säulen-Modell beschrieben und Handlungsanweisungen definiert. Damit Nachhaltigkeit eine breite gesellschaftliche Unterstützung erfährt, betont der Bericht unter anderem, dass eine »rechtzeitige Einbindung der relevanten Akteure« (DBT 1998, S. 366) sichergestellt werden sollte. Für die Verfasser ist Partizipation »ein Grundpfeiler der Nachhaltigkeitsstrategie [...], durch die Schaffung einer Vielzahl von Beteiligungs- und Konfliktlösungsformen außerhalb von Parlament und Regierung der Prozess der nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung ungleich leichter in Gang gesetzt und gehalten werden, als es das repräsentative demokratische System zu leisten vermag« (DBT 1998, S. 389f). Durch Partizipation entsteht somit eine politische Parallelstruktur, die Bürgern die Möglichkeit bietet, Politik mitzugestalten.

## Nachhaltigkeit – mehr als Verteilungsgerechtigkeit

Selten wird heute von nachhaltiger Entwicklung gesprochen. Die Forstwirtschaft bevorzugt den verkürzten Begriff der Nachhaltigkeit. Dabei betonen wir, dass in der Mehrdimensionalität des Begriffs die Entwicklung integriert sei. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Definitionen, die versuchen, die Abhängigkeiten von ökologischen, ökonomischen, sozialen und kulturellen Fragen darzustellen, jedoch an der Komplexität der Fragestellungen scheitern. Was immer bleibt, ist der normative Auftrag, die Zukunft späterer Generationen nicht in Frage zu stellen. Nachhaltigkeit ist damit ein Prozess, bei dem es auch um Aushandlung geht.

Während es in Entwicklungs- und Schwellenländern um unmittelbare, existenzielle Interessen in der Form von Nutzungsrechten an knappen Ressourcen geht, die es demokratisch auszuhandeln gilt, befinden sich in den Industriegesellschaften ökologische Aspekte im Mittelpunkt der Debatten. Oftmals stehen dabei Fragen der öffentlichen Wahrnehmung im Vordergrund. Es wird diskutiert, wie das politisch-administrative System auf tatsächliche oder potenzielle Schäden an den natürlichen Lebensgrundlagen reagiert. Trotz gemeinschaftlicher Bekenntnisse zum Gemeinwohl, wie zum Beispiel bei der Debatte um die Energiewende und dem Ausstieg aus der Atomenergie, kommt es lokal/regional zu sogenannten NIMBY-(not in my backyard)-Diskussionen, landläufig auch als St.-Florians-Prinzip bekannt. Hierbei stellt der Teil der Bevölkerung, der die Einschränkungen und Risiken zu tragen hat, in Frage, warum ausgerechnet er dies hinnehmen sollte, wo doch der Großteil der Bevölkerung den uneingeschränkten Nutzen hätte. Warum müssen Einzelne die Lasten für das Gemeinwohl tragen? Bei diesen Diskussionen geht es um mehr als um die Verhandlung von Kopplungsgeschäften und Kompensationsleistungen. Prinzipiell wird die Frage gestellt werden müssen, wer die Möglichkeit hat an diesen Entscheidungen mitzuwirken, welche Werte betroffen sind und ob es vielleicht Kommunikations- und Informationsdefizite gibt. Vielfach sind Probleme nicht durch mehr Wissen zu lösen, da tiefe Überzeugungen über die Welt und wie sie sein sollte, aufeinandertreffen und eine Verhandlung erschweren. Wie können dann tragfähige Lösungen gefunden werden?

Nachhaltigkeit hat den Anspruch durch ein integriertes Management von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten diese Herausforderung der Konfliktbewältigung politisch zu lösen. Im Falle von Entwicklungsländern scheint uns die Lösung mit der Forderung nach Demokratie schnell auf der Hand zu liegen, doch was heißt dies für demokratische Staaten? Wie gelingt hier der Ausgleich zwischen Eigenverantwortung und Gemeinwohl, zwischen Markt und Staat? Die politische Dimension der Generationengerechtigkeit tritt hier deutlich zu Tage und die Frage nach einer Veränderung der politischen Kultur stellt sich auch für moderne Staaten.

### Partizipation: gesellschaftliche Aushandlung und politische Verantwortung

Der Begriff der Partizipation wird heute ähnlich vielfältig und schillernd gebraucht wie der Begriff der Nachhaltigkeit. Nach der Definition von Schubert und Klein (2011) ist Partizipation die aktive Teilhabe bzw. Beteiligung von Mitgliedern eines Staates, einer Kommune, einer Organisation, einer Gruppe, eines Vereins etc. an den gemeinsamen (politischen) Angelegenheiten.



Abbildung 1: Die Beteiligungsleiter zwischen Nicht-Partizipation und Bürgermacht

ten. Partizipation beschreibt eine grundsätzliche reziproke Beziehung von Handeln und Dialog. Dabei können Umfang, Reichweite und Qualität dieser Beziehung unterschiedlich ausgeprägt sein. Die Beteiligungsleiter nach Arnstein (1969) überarbeitet von Nanz und Fritsche (2012, S. 23) macht dies deutlich (Abbildung 1).

Allerdings geht aus Abbildung 1 nicht hervor, wie komplex die zu behandelnde Fragestellung ist. Wie soll die Einbettung ins politisch-administrative System erfolgen? Wie repräsentativ ist das Verfahren und wer nimmt teil bzw. wer nimmt nicht teil? Partizipation ist kein Selbstläufer, sondern braucht stets jemanden, der initiiert und den Beteiligungsprozess gestaltet. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Modellen, die sich nach organisatorischen Merkmalen (Dauer/Teilnehmerzahl), Rekrutierung und Auswahl der Teilnehmer, der Kommunikationsform und der Funktion des Verfahrens unterscheiden lassen. Nach Fung (2006) lassen sich drei zentrale Formen der Kommunikation unterscheiden:

- Im Mittelpunkt des Verfahrens steht die Artikulation von Interessen, Ziel ist das individuelle und kollektive Lernen;
- Verhandeln mit dem Ziel, einen Kompromiss zu erreichen;
- Austausch von Argumenten, um eine kollektive Meinungsbildung zu ermöglichen.

Am Ende kann ein Konsens stehen, muss aber nicht. So betont Mouffe (2007), dass Beteiligung vom Wesen her konfliktbetont ist. Das bedeutet auch, dass sich die Teilnehmer einig sind, sich nicht einig zu sein und einen Weg finden, damit umzugehen.

Unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit erwarten in unserer Gesellschaft die Bürger grundsätzlich, dass Entscheidungen, die langfristig die Qualität ihrer Lebenswelt und damit ihr Wohlergehen (und das Wohlergehen nachfolgender Generationen) betreffen, öffentlich legitimiert werden. Im Zeichen der zunehmenden Komplexität ökologischer, ökonomischer und/oder sozialer Zusammenhänge, widersprechender (Experten-) Meinungen, divergierender politischer Zielsetzungen ist es notwendig, dass die Betroffenen aktiv in den Prozess einbezogen werden (Gabriel und Völkl 2008; Renn und Oppermann 2009). Eine Forderung, der sich die Forstwirtschaft nicht entziehen kann, deren Gegenstand »der Wald« weit mehr ist als eine ökonomische Ressource.

## Nachhaltige Forstwirtschaft und Beteiligung

Zormaier (2006, S. 35) stellte in seiner Analyse der deutschen Forstwirtschaft fest, dass in Deutschland partizipative Prozesse im Bereich der Forstwirtschaft und Forstpolitik vorwiegend auf Verbandsebene stattfinden. Der Bürger oder der einzelne Waldbesitzer selbst wird nicht direkt angesprochen. Lokal lassen sich jedoch kooperative Verfahren wie zum Beispiel Bergwaldforen als Teil des integrativen Schutzwaldmanagements finden. In diesen werden die unterschiedlichen Interessen am Wald einem Diskussionsprozess unterworfen. An Runden Tischen wird diskutiert, wie die Schutzwirkung eines Bestandes in einem bestimmten Projektgebiet langfristig erhalten werden kann. Ökonomische Überlegungen der Waldbesitzer, Aspekte des Naturschutzes und Ansprüche der Jagd kommen dabei zur Sprache (Arzberger 2010). Der Wald und die Forstwirtschaft sind vielen und unterschiedlichen Interessen sowie Bewertungen ausgesetzt. Durch das Primat der nachhaltigen Bewirtschaftung soll sichergestellt werden, dass die Wälder die Leistungen für das Wohl der Allgemeinheit dauerhaft erbringen können (vgl. BayWaldG 2005, Art. 1). Die Leistungen sind so vielfältig wie die Interessen, die von der Gesellschaft als Ganzes, aber auch von einzelnen Individuen an die Wälder gestellt werden. Wälder sollen:

- natürliche artenreiche Lebensgrundlage sein
- Teil der Landschaft bilden/schön sein
- Holz erzeugen
- Ort der Erholung, der Ruhe und des Ausgleichs sein
- Einkommen schaffen
- Grundwasser und Quellen sichern
- Luft filtern
- Siedlungen schützen
- ...

Diese verkürzte Aufzählung ist kein Wunschkonzert der Autoren, sondern das Ergebnis eines historischen, gesellschaftlichen Aushandlungsprozesses, der die Nutzung des Waldes nach politisch-gesellschaftlichen Kriterien und Zielen regelte. Dass es staatliche Wälder gibt, ist ebenso ein Ergebnis politischer Entwicklungen wie die Tatsache, dass wir in Deutschland ein freies Betretungsrecht der Wälder für die Bevölkerung zu Erholungszwecken haben. Ob und falls ja, wie viel Waldfläche für den Naturschutz stillgelegt werden sollen, ist keine Frage der Naturwissenschaft, vielleicht nicht einmal des Waldbesitzers, sondern eine Frage der gesellschaftlichen Aushandlung und Durchsetzung und somit der Machtverteilung.

Hans Carl von Carlowitz lebte vor 300 Jahren in einem feudalen Staatssystem, die Gedanken der Aufklärung, die unser Staatswesen langfristig verändern sollten, wurden damals erst geboren. Das Gute langfristig zu erhalten ist Kernidee der Nachhaltigkeit. Ohne Staat ist keine Nachhaltigkeit zu machen, ohne Partizipation ist heute kein Staat mehr zu machen.

## Literatur

- Arnstein, S. R. (1969): A Ladder of Citizen Participation. In: *Journal of the American Institute of Planners*, Vol. 35, No. 4, July 1969: S. 216–224
- Arzberger, M. (2010): Runde Tische für den Bergwald. In: *Bayrischer Gemeindetag 2/2010*. München, S. 63–65
- BMU (Hrsg.) (1992): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juli 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente – Agenda 21. Bonn
- DBT – Deutscher Bundestag (1994): Zwischenbericht der Enquete-Kommission »Schutz des Menschen und der Umwelt«: Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn
- DBT – Deutscher Bundestag (1998): Abschlußbericht der Enquete-Kommission »Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Drucksache 13/11200 (26.06.98), Berlin
- Fung, A. (2006): Varieties of Participation in Complex Governance. In: *Public Administration Review*. December 2006. Special Issue, S. 66–75
- Gabriel, O. W.; Völkl, K. (2008): Politische und soziale Partizipation. In: Gabriel, O.W.; Kropp, S.: *Die EU-Staaten im Vergleich*. VS Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden, S. 268–298
- Mouffe, Ch. (2007): *Über das Politische. Wider die kosmopolitische Illusion*. Suhrkamp: Frankfurt am Main
- Nanz, P.; Fritsche, M. (2012): *Handbuch Bürgerbeteiligung. Verfahren und Akteure, Chancen und Grenzen*. Bundeszentrale für politische Bildung. Schriftenreihe (Bd. 1200)
- Renn, O.; Oppermann, B. (2009): Bürgerbeteiligung in der Raumplanung. In: Bott, H.; Hubig, C.; Pesch, F.; Schröder, G. (Hrsg.): *Stadt und Kommunikation im digitalen Zeitalter*. Frankfurt am Main, Campus, S. 243–274
- Schubert, K.; Klein, M. (2011): *Das Politiklexikon*. 5. aktual. Aufl. Bonn, Dietz
- Suda M.; Scholz R. (1997): Nachhaltigkeit – ein gesellschaftlicher Aushandlungsprozess. In: *Das Papier*, Tagungsband 6A, 51. Jg., XXCI, EUCEPA-KONFERENZ, V32–36

UN – United Nations (1987): Resolution A/43/427 der UN-Generalversammlung vom 04.08.1987 »Report of the World Commission on Environment and Development« (veröffentlicht auf: <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N87/184/67/IMG/N8718467.pdf?OpenElement>)

Weber-Blaschke, G. (2009): Stoffstrommanagement als Instrument nachhaltiger Bewirtschaftung natürlicher und technischer Systeme. Ein kritischer Vergleich ausgewählter Beispiele. Schriftenreihe »Nachwachsende Rohstoffe in Forschung und Praxis« des Wissenschaftszentrums Straubing, Bd. 1, Straubing, Attenkofer, Straubing

Zormaier, F. (2006): Die Rolle der Unteren Forstbehörden bei partizipativen Prozessen. Eine forstliche Analyse am Beispiel der Lokalen Agenda 21 in Nordrhein-Westfalen. Dissertation an der Technischen Universität München

**Key words:** participation, sustainability, sustainable development

---

**Summary:** In 1992, the world community has raised the »sustainable development« to their general principle. This principle is closely connected with the broad idea of sustainability, which contains both the conception of environmentally friendly, sustainable production processes and the vision of a world that shares its goods justly and gives future generations at least the same degrees of freedom like today. A wonderful harmonious picture in a world of hunger, wars, misery and destruction of resources. In this image, the resolution of hierarchies and power fits positions. People sit in a circle equal, listen to each other carefully and work together to find the best solution for all. Involvement or participation is an important component in the Agenda 21-process initiated in Rio de Janeiro. Sustainable development and participation are closely interwoven.

---

---

# Beratung und Kooperation als Grundlage einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung in Bayern

Michael Suda, Roland Schreiber, Stefan Schaffner, Marc Koch und Anika Gaggermeier

**Schlüsselwörter:** Beratung, Waldbesitz, Waldbesitzstrukturen, Forstliche Zusammenschlüsse

---

**Zusammenfassung:** Mit 57% bzw. rund 1,4 Millionen ha liegt mehr als die Hälfte des Waldes in den Händen privater Waldeigentümer. Das Waldeigentum in Bayern ist weit gestreut und tief in der Bevölkerungsstruktur verankert. Entsprechend vielschichtig sind die Interessen der Waldbesitzer. Der Strukturwandel im ländlichen Raum in Verbindung mit der demografischen Entwicklung verursacht tiefgreifende Veränderungen in der Besitzstruktur des Privatwaldes. Diese Veränderungen stellen die Forstverwaltung und die Forstlichen Zusammenschlüsse vor große Herausforderungen. Gute Beratung und eine gelebte Kooperation sind hierfür die notwendigen Voraussetzungen, ebenso wie ein Angebot an strukturverbessernden Maßnahmen besonders in kleinstrukturierten und besitzersplitterten Waldgebieten.

---

Aktuelle Herausforderungen der (bayerischen) Forstpolitik sind:

- Die Klimaänderungen, die regional sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Standortbedingungen für das Wachstum der Waldbestände haben werden.
- Walderhaltung und Sicherung nachhaltiger Bewirtschaftung. Weltweit nimmt die Bedeutung des nachwachsenden Rohstoffes Holz als Bau- und Werkmaterial, als Grundlage stofflicher Verwertung und nicht zuletzt als Energiequelle zu. Die heimischen wuchskräftigen Wälder bilden eine gute Grundlage für eine stetige Wertschöpfung. Die Aufrechterhaltung der Ertragskraft einerseits aber auch die Sicherung der Waldflächen gegenüber konkurrierenden i. d. R. ertragsstärkeren Formen der Flächennutzung sind Daueraufgaben im Sinne der Nachhaltigkeit.
- Die zunehmenden Ansprüche an Wald in den Bereichen Naturschutz und Erholung. Als weitgehend naturnaher Bestandteil unserer Kulturlandschaft ist er als Erholungsort für eine zunehmend urbanere Bevölkerung besonders attraktiv. Forderungen und Ansprüche wie etwa zur Sicherung der biologischen

Vielfalt werden im globalen Kontext erweitert und formuliert. Sie stehen aktuell an der Schwelle zur regionalen Konkretisierung.

## Beratung als Bindeglied zwischen Eigentümern und forstpolitischen Zielen

Die am Gemeinwohl orientierte staatliche forstliche Beratung richtet sich an alle privaten und körperschaftlichen Waldbesitzer in Bayern und berät und unterstützt sie in der Umsetzung ihrer Ziele. Sie ist eine zentrale, gesellschaftlich formulierte Aufgabe der Bayerischen Forstverwaltung. Diese Beratungsaufgabe wird maßgeblich von den Revierleitern/innen an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) getragen, die als »Förster vor Ort« wald- und meist wohnortnah die Waldbesitzer beraten und informieren.

Vor allem die rund 700.000 Privatwaldeigentümer, die über 57% bzw. rund 1,4 Millionen ha Wald in Bayern verfügen, sollen mithilfe der Beratung und Förderung angeregt und gewonnen werden, eine qualitativ hochwertige und nachhaltige Waldbewirtschaftung flächenwirksam umzusetzen.

## Wandel erfordert Anpassung

So wie sich einerseits die Ziele entwickeln und verändern, findet andererseits auch ein Wandel innerhalb der Eigentümerschaft statt. In den nächsten 20 Jahren wird sich der Anteil nichtbäuerlicher und urbaner Waldbesitzer aufgrund des Agrarstrukturwandels drastisch erhöhen. Die Waldfläche, die sich im Eigentum dieser Waldbesitzer befindet, wird den überwiegenden Teil des Privatwaldes einnehmen. Prognosen gehen davon aus, dass der Anteil von Waldbesitzern ohne enge Bindung an die Urproduktion auch künftig weiter ansteigen wird. Für das Jahr 2030 kann prognostiziert werden, dass etwa 60% der Waldbesitzer Nichtlandwirte sein werden. Diese verfügen dann über 60% der Privatwaldflächen. Damit verbunden ist ein geringeres Wissen um den Wald, geringere Fähigkeiten und Fer-

tigkeiten in der Waldarbeit und die damit einhergehende Gefahr von Unfällen bei der Waldarbeit. Das Durchschnittsalter der Waldbesitzer (53 Jahre im Jahr 2009 und bereits ein Drittel älter als 65 Jahre) wird weiter ansteigen. Wald wird zunächst länger gehalten bis er übergeht, d. h. die neuen Eigentümer sind bei der Übergabe dann auch schon wesentlich älter. Der Anteil der Waldbesitzerinnen im Alleineigentum von derzeit rund 30% wird sich in den nächsten 20 Jahren weiter erhöhen und Erbgemeinschaften, mit schwierigen Entscheidungsstrukturen können zunehmen und damit die Gefahr einer ideellen Besitzzersplitterung fördern.

Mit diesem Strukturwandel wird auch ein Wandel der bisherigen Eigenbewirtschaftungstradition hin zu einer Dienstleistungskultur weiter voranschreiten (Suda und Schaffner 2004). Die Beratung muss diese Entwicklungen berücksichtigen.

### Wirkung der Beratung – Beratungsverständnis

Im Gegensatz zu einem normativ-umsetzungsorientierten Beratungsverständnis, das den Erfolg einer Beratungsaktivität in der realen Umsetzung der Beratungsinhalte wahrnimmt<sup>1</sup>, erkennt ein Beratungsverständnis, das Hilfe zur Selbsthilfe geben will, bereits Erfolge in der Befähigung zur Problemerkennung und -lösung (Aktivierung des Entscheidungs- und Handlungspotenzials).

Eine moderne, auf eine Beziehungsentwicklung zwischen Berater und »Klient« bezogene Beratungsdefinition geben bereits Albrecht et al. (1987): *»Beratung ist ein Kommunikationsprozess, bei dem der Berater versucht, zunächst (falls notwendig) eine Problemwahrnehmung zu schaffen, daran anschließend Unsicherheiten bei seinem Beratungspartner zu beseitigen, Handlungsalternativen aufzuzeigen und durch geistige Hilfe zu solchem Handeln zu motivieren und zu befähigen, das geeignet ist, akute Probleme zu lösen. Der Beratungsprozess endet dabei nicht mit der vollzogenen Verhaltensänderung des Beratungspartners, sondern erstreckt sich bis zur Stabilisierung des geänderten Verhaltens. Der Beratungspartner behält immer seine volle Entscheidungsfreiheit und Selbstverantwortlichkeit.«*

Diese Definition einer »Hilfe zur Selbsthilfe« offenbart folgende Beratungswirkungen, die Beratung im Bewusstsein der Zielpersonen/Klienten herbeiführen kann:

- Wahrnehmung zu schaffen für Probleme, Risiken, Chancen oder Möglichkeiten im Verantwortungsbereich der Klienten; für alternative Sichtweisen und Werthaltungen.<sup>2</sup>
- Unsicherheiten zu beseitigen bzw. Sicherheit zu fördern für die Bewertung, Entscheidung und Handlung im jeweiligen Verantwortungsbereich.
- Zum Handeln und zu Entscheidungen zu motivieren und sich mit seinen »Rechten und Pflichten« in seinem Verantwortungsbereich bewusst auseinander zu setzen.
- Unterstützung zu bieten Fertigkeiten und Fähigkeiten zu erlangen und weiter zu entwickeln.
- Die geänderten Sichtweisen, Werthaltungen, Einstellungen, Handlungsweisen zu stabilisieren und Erwartungen mit Erfahrungen über Beispiele in Verbindung zu bringen und damit realistische Erwartungen zu bilden.

Beratung im Verständnis oben skizzierter »Hilfe zur Selbsthilfe« geht davon aus, dass die Beratungsleistung im Sinne Albrechts beim Klienten Entscheidungs- und Handlungskompetenz innerhalb des eigenen Selbstverantwortungsbereichs entwickelt und stärkt (wahrnehmen – bewerten – entscheiden – handeln – lernen). Damit bleibt die volle Entscheidungsfreiheit und Selbstverantwortlichkeit erhalten. Ein modernes Beratungsverständnis beschränkt sich immer auf den Selbstverantwortungsbereich des Klienten, innerhalb dessen er urteils-, entscheidungs- bzw. handlungsfähig ist oder zu werden wünscht. Über den Selbstverantwortungsbereich hinausgehende Leistungen würden zudem ein Dienstleistungsverhältnis begründen.

Zentral ist, ob der Klient Beratung für seinen Entscheidungsprozess bzw. seine Entscheidungsbefähigung benötigt oder den Lösungsvorschlag eines Fachexperten bei einer meist sehr konkreten Fragestellung (Entscheidungssituation) präferiert (Schaffner et al. 2007).

---

1 z. B. Anlage einer Laubholzkultur in ha

2 Individuelle Wahrnehmungen, Bewertungen und Handlungen beruhen auf so genannten Alltagstheorien oder Perzeptionswirklichkeiten, die sinn- und orientierungsstiftend wirken. Die Weiterentwicklung dieser Alltagstheorien ist regelmäßig Gegenstand einer Beratung.

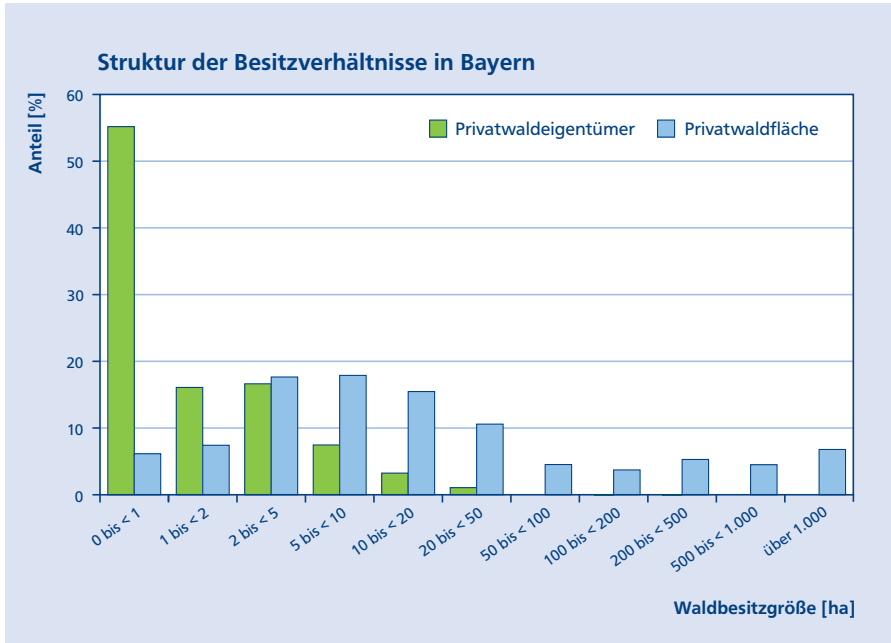


Abbildung 1:  
Besitzstruktur im  
Privatwald Bayerns

### Flächenwirksame Bewirtschaftung des Privatwaldes sichern

Die Mehrzahl der Waldbesitzer führt aufgrund ihrer Eigentumsgrößen (Abbildung 1) die Waldbewirtschaftung im so genannten »aussetzenden Betrieb« durch und der Waldbesitz wird einer Vielzahl an Motiven und Zielen gerecht. Der Lebensunterhalt wird in der Regel aber außerhalb des Waldes erwirtschaftet.

Eigenständige Forstbetriebsstrukturen werden flächenstarke Kommunal- und Privatwaldbetriebe aufbauen. Immer mehr Waldbesitzer greifen zur Unterstützung und Vorbereitung von Entscheidungen im eigenen Wald zunehmend auf forstliche »Profis« zurück, die über die staatliche Beratung, die forstlichen Zusammenschlüsse und die forstlichen Unternehmer verfügbar sind.

Die Entscheidung, die forstlichen Zusammenschlüsse durch staatliche Berater und projektbezogene Förderungen in ihrer Weiterentwicklung zu stärken, legitimiert sich letztendlich dadurch, dass mit diesen Selbsthilfeeinrichtungen eine flächenwirksame, alle Waldbesitzgrößen erreichende und forstfachlich qualitativ hochwertige Waldbewirtschaftung gesichert werden kann. Eine stetige Weiterentwicklung der Zusammenschlüsse zu wirtschaftlich erfolgreichen, unternehmerisch ausgerichteten und wettbewerbsfähigen Organisationen der Waldbesitzer gewährleistet, dass die Prozesse der Waldbewirtschaftung und der Holzbe-

reitstellung leistungsfähig, effizient und unter Wahrung marktwirtschaftlicher Prinzipien innerhalb der Solidargemeinschaft Waldbesitz gestaltet werden können. Ehrenamtliches Engagement zusammen mit professioneller hauptamtlicher Geschäftsführung, kooperativer Zusammenarbeit mit der staatlichen Beratung und zielgenaue, projektbezogene Förderungen, die auf besonders aufwandsintensive Tätigkeiten im Kleinwald abgestimmt sind, lassen es zu, dass forstliche Zusammenschlüsse (FZus) ihren Mitgliedern Waldbesitzgrößen übergreifend Dienstleistungen anbieten können. Diese Solidargemeinschaft funktioniert wirtschaftlich tragfähig aber nur, wenn flächenstarke Waldbesitzer zusammen mit dem Klein- und Kleinstwald füreinander eintreten.

Bayern konnte so ein leistungsfähiges System forstlicher Zusammenschlüsse entwickeln. Zentrales gemeinsames leitendes Motiv in den Zusammenschlüssen ist eine Inwertsetzung von Wald durch aktive Waldbewirtschaftung. Die Vorteile einer Mitgliedschaft steigen mit zunehmender Waldbesitzgröße an. Kleine bis kleinste Waldbesitzgrößen werden im aussetzenden Betrieb bewirtschaftet und oft landet der gesamte Einschlag ausschließlich im Eigenbedarf. Nutzen und Notwendigkeit einer Mitgliedschaft sind nicht ausgeprägt offensichtlich.

Aktuell sind zwar rund 73% der Körperschafts- und Privatwaldfläche in den bayerischen Zusammenschlüssen organisiert, aber lediglich rund 30% der körper-



schaftlichen und privaten Eigentümer.<sup>3</sup> Die durchschnittliche Fläche je Mitglied beträgt demnach 8,5 ha, während sie zum Vergleich im Privatwald Bayerns bei etwa 2,2 ha liegt.

Gerade in den letzten Jahren wachsen die Mitgliederzahlen aber insbesondere in den kleinen Besitzgrößen, so dass sich auch hier zunehmend sinnstiftende Elemente in einer Mitgliedschaft durchsetzen.

Bei Kleinstwaldbesitz, der insbesondere noch zersplittert in Gemengelage mit anderen Waldbesitzern auf kleine, oft ungünstig ausgeformte Flurstücke verteilt ist, häufen sich aber besondere Problemlagen:

- Das Interesse am Waldbesitz und der Waldbewirtschaftung ist nicht vorhanden (Marginalisierung).
- Wissen und/oder Fähigkeiten zur Waldbewirtschaftung sind nicht vorhanden.
- Die bestehenden strukturellen Probleme wie Zersplitterung, fehlende Grenzen und/oder Zufahrten und Abfuhrwege erschweren eine eigenständige Bewirtschaftung oder den Einsatz von Dienstleistern über Gebühr.
- Die Waldbestände können aufgrund ihrer Kleinheit und der Randeffekte nicht individuell behandelt werden.
- Manchmal verhindert eine ungeklärte Eigentümerschaft bzw. eine Erbgemeinschaft ohne klare Entscheidungsregelungen zielgerichtete Handlungen im Wald.

Die Liste ist sicher noch erweiterbar.

Eingriffe in die kleinstflächig verteilte Waldstruktur wie beispielsweise der freiwillige Landtausch oder die Waldflurbereinigung könnten ein, wenn auch aufwendiger Schlüssel zum Erfolg sein. Diese Maßnahmen gründen auf die Freiwilligkeit der Eigentümer und bedürfen eines entsprechenden Impulses. Beim freiwilligen Landtausch tauschen diejenigen Waldbesitzer ihre Flächen, die dazu bereit sind und einen Vorteil darin sehen. An dieser Stelle können Visualisierungsinstrumente den Diskussions- und Tauschprozess deutlich verbessern. Bei der Waldflurbereinigung bedarf es zunächst der Zustimmung der überwiegenden Mehrheit der betroffenen Waldbesitzer, um ein solches Verfahren zu initiieren. Gegenwärtig zeigt sich, dass die Nachfrage nach Waldflurbereinigungsverfahren die Kapazitäten der Ämter für ländliche Entwicklung

(ÄLE) deutlich übersteigen. Als Auslöser wurden Konflikte zwischen den Waldbesitzern und Eigentumsübergänge beobachtet. *»Immer dort, wo die emotionale Bindung der älteren Waldbesitzer an ihre einzelne »Scholle« mit den oft über Jahrzehnte gepflegten Waldbeständen durch Vererbung an eine jüngere Generation von einer rationaleren und wirtschaftlicheren Einstellung abgelöst wird und wenn Konflikte zwischen Waldbesitzern, z. B. ausgelöst durch Grenzstreitigkeiten, die selbstständige Bewirtschaftung ihrer Waldflurstücke behindert, werden die Stimmen innerhalb des Kreises der Waldbesitzer, die eine Verbesserung der Waldstruktur fordern, lauter«* (Gaggermeier et al. 2011).

Die auf der Fläche tätigen Berater der Forstverwaltung und auch der Forstlichen Zusammenschlüsse sollten die Möglichkeiten und Grenzen der Strukturmaßnahmen kennen. Eine enge Zusammenarbeit mit den Ämtern für ländliche Entwicklung ist hier wichtige Voraussetzung und sollte zu diesem Zweck deutlich ausgebaut werden. Diese Strukturmaßnahmen sind bei breiterer Anwendung geeignet, dem ebenso stetig ablaufenden Prozess der Zersplitterung und Marginalisierung entgegenzuwirken und ihn eventuell umzukehren. Waldeigentümer und -flächen, die bislang nicht nachhaltiger Waldwirtschaft zugerechnet werden konnten bzw. drohten, sich davon zu entfernen, können so teilweise wieder in diesen Kreis geholt werden. Die Zufriedenheit mit Strukturmaßnahmen ist ausgesprochen hoch, die Kommunikation zwischen den Waldbesitzern wird gefördert und die Bewirtschaftungsintensität steigt. Die Strukturmaßnahmen bieten sich zwar vorwiegend in kleinststrukturierten Waldgebieten an, eine Arrondierung kann aber auch für größere Waldbesitzungen ein Thema sein. Im Nachgang werden alle bei ihrer täglichen Arbeit davon profitieren können.

### **Bewährtes erhalten, neue Chancen nutzen**

Staatliche Forstpolitik kann eine flächenwirksame Bewirtschaftung mit zwei Instrumentenbündeln unterstützen:

- Koordinierung und Kooperation der staatlichen Beratung im Revierdienst und im Leitungsdienst mit den Aktivitäten der anerkannten Forstlichen Zusammenschlüsse.
- Leistungs- und strukturbezogene Förderung der Tätigkeiten und Prozesse der anerkannten Forstlichen Zusammenschlüsse.

---

<sup>3</sup> Daten des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für das Jahr 2010

Auf den ersten Punkt »Koordinierung und Kooperation der staatlichen Beratung im Revierdienst und im Leitungsdienst mit den Aktivitäten der anerkannten Forstlichen Zusammenschlüsse« soll im Hinblick auf die Beratung näher eingegangen werden:

Aus forstpolitikwissenschaftlicher Sicht werden überbetriebliche Effekte wirksam, wenn die Beratungsaktivitäten innerhalb der Reviere in angemessener und zielführender Weise mit den Dienstleistungsaktivitäten der anerkannten Forstlichen Zusammenschlüsse abgestimmt und koordiniert werden. Zum Beispiel:

### Hochmechanisierte Holzernte

Werden Harvestereinsätze zuvor mit der Revierleitung abgestimmt, kann im räumlichen Umgriff um die Einsatzflächen bei waldbaulich gegebenen Voraussetzungen verstärkt eine einzelbetriebliche Angebotsberatung forciert werden oder über Sammelberatungen die Waldbesitzer im Umfeld informiert werden.

Die tatsächlichen, unmittelbaren Transaktionskosten für Maßnahmen auf Klein- und Kleinstflächen können so eventuell deutlich gesenkt werden.

### Öffentlichkeitsarbeit

Da beide Institutionen (Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten [AELF] und FZus) organisierte und unorganisierte Waldbesitzer als gemeinsame Zielgruppe definieren, erreicht eine koordinierte und abgestimmte Öffentlichkeitsarbeit bei gemeinsamen Themen eine höhere Schlagkraft (z.B. Messeauftritte, Waldbegänge mit Waldbesitzern und Vertretern des öffentlichen Lebens zu gemeinsamen Themen etc.).

Temporäre Schwerpunkte in der Öffentlichkeitsarbeit und in der Beratungsarbeit sollten zusammen mit den aktuellen Arbeitsschwerpunkten des FZus (Windwurf, ZE-Aufarbeitung, Durchforstungen, Verjüngungsnutzung bei guten Holzmarktsituationen, Jugendpflege, Kulturpflege bei eher gesättigten Holzmarktsituationen etc.) entwickelt und umgesetzt werden.

### Beratung und Fortbildung der Waldbesitzer

Neben einer stringenten Weiterführung und des Ausbaus von gemeinsamen Sammelberatungen können Synergien genutzt werden, wenn AELF und FZus gemeinsame Fort- und Weiterbildungsprogramme für zum Beispiel eigenwirtschaftende Waldbesitzer bzw. Waldbesitzer mit Dienstleistungsbedarf ausarbeiten und arbeitsteilig umsetzen, wie Schulungs- und Informationsveranstaltungen mit Waldbegängen und mit einem gemeinsamen Aufbau von Beispielflächen (z.B. für Harvesterflächen, Feinerschließung, motor-

manuelle Durchforstungen, Vorausverjüngungsvorbereitungshiebe etc.). Das sehr erfolgreich gestartete Bildungsprogramm Wald kurz »BiWa« geht hier in diese Richtung und verspricht auch mittel- und langfristigen Erfolg durch die Förderung und Bindung der Klienten. Die Beratungskonzepte der ÄELF benennen die Schwerpunkte der regionalen Beratungsarbeit und tragen intern dazu bei, dass die gemeinsam erarbeiteten und gesetzten Ziele motiviert angestrebt und umgesetzt werden. In der Abstimmung mit den FZus lassen sie eine klare Linie auch für die Partnerorganisation erkennen, die ihre Aktivitäten daran ausrichten kann.



Abbildung 2: Messen und Veranstaltungen sind wichtige Felder einer erfolgreichen Öffentlichkeitsarbeit. Foto: ZWFH

Aus Art. 1 Abs. 2 Punkt 7 BayWaldG kann abgeleitet werden, dass in einer zweckmäßigen (d. h. angemessenen und zielführenden) Koordinierung der einzel- und überbetrieblichen Beratungsaktivitäten mit den Aktivitäten der Forstlichen Zusammenschlüsse eine dienstliche Notwendigkeit besteht, um »die Waldbesitzer und die Selbsthilfeeinrichtungen in der Verfolgung der Ziele« des BayWaldG zu unterstützen.

Umgekehrt ergeben sich aus der Kooperation mit den forstlichen Akteuren (FZus-Personal, Forstunternehmer etc.) auf der Fläche Synergien für die Ziele der staatlichen gemeinwohlorientierten Beratung, da über eine gemeinsame Koordinierung der Aktivitäten eine höhere Flächenwirksamkeit zu erwarten ist.

### Zweckmäßige, d. h. angemessene und zielführende Koordinierung und Kooperation

Auf Amts- und Revierebene ist es nötig, einen regelmäßigen Austausch über Schwerpunkte und geplante Aktivitäten (Beratungsschwerpunkte, Aktivitätsschwerpunkte der FZus) zu pflegen, um die Zusammenarbeit mit Leben und Inhalt zu füllen.

Im Aufgabengebiet der Bereichs-, Abteilungs- und Revierleitung liegt es, abzuwägen und zu reflektieren, in welcher Form Schwerpunkte und Routinen in den Revieraktivitäten mit den Aktivitäten des betreffenden FZus abgestimmt und koordiniert werden können. Zu diesem Zweck sind sowohl regelmäßige Treffen innerhalb des Amtes als auch zwischen Amt und FZus notwendig und unabdingbare Voraussetzung.

Die Pflege und Entwicklung einer gemeinsamen Kommunikationskultur zwischen AELF (Bereiche/Revier) und FZus (Vorstand, Geschäftsführung) ist hierzu notwendig. Art und Intensität der gemeinsamen Koordinierung und Kooperation sind aber auch wesentlich vom aktuellen Entwicklungszustand des individuellen Forstlichen Zusammenschlusses abhängig und dessen Bereitschaft zur Kooperation, d.h. die Kooperationspotenziale hängen von der Gestaltung eines bilateralen Bring- und Holverhältnisses ab. Der gegenseitige Austausch sollte zur Routine werden, wie etwa mit den Quartalsgesprächen (Schaffner et al. 2007).

### **Nachhaltige forstliche Beratung unterstützt »entscheidungs- und handlungsfähige Waldeigentümerschaften«**

Nachhaltig ist die forstliche Beratung im Sinne der Ziele des BayWaldG also, wenn sie den Wandel der Bedürfnisse der Waldbesitzer wahrnehmen kann und in der Lage ist, sich entsprechend selbst in Beraterkompetenzen sowie in Organisation und Kooperation mit Forstlichen Zusammenschlüssen und Forstunternehmern anzupassen. Neue Chancen, wie die Initiierung und Begleitung von Strukturmaßnahmen sollten vor allem in kleinparzellierten Gebieten genutzt werden. Die Forschung mit und über die aktuellen und künftigen Waldeigentümer bringt ebenfalls praxisnahe, an die sich wandelnden Bedürfnisse angepasste Lösungen hervor und trägt somit zur Verbesserung der Beratung und damit zur nachhaltigen Bewirtschaftung des Waldes ihren Teil bei.

### **Literatur**

- Albrecht, H. et al (1987): Landwirtschaftliche Beratung. Band 1, Grundlagen und Methoden. Eschborn
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (2012): Beiträge zur Statistik, München
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (2012): Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010, München
- Gaggermeier, A.; Koch, M.; Suda, M. (2011): Waldflurbereinigung – Bedeutung und Einflussfaktoren auf den Verfahrensablauf. AFJZ Heft 11 u. 12, 182. Jg.
- Hastreiter, H. (2012): Die Eigentumsstruktur des Privatwaldes. LWF aktuell 88, S. 4–6
- Koch, M.; Gaggermeier, A. (2012): Wald wird Grenzen los. LWF aktuell 91, S. 20–21
- Kolbeck, M.; Schaffner, S. (2012): Von der Nachfrage- zur Angebotsberatung. LWF aktuell 91, S. 7–10
- Schreiber, R.; Schaffner, S.; Hastreiter, H. (2012): Der Wandel in der Besitzstruktur im Privatwald Bayerns. LWF aktuell 88, S. 55–57
- Schaffner, S. (2001): Realisierung von Holzvorräten im Kleinprivatwald – Typen von Kleinprivatwaldbesitzern und deren Verhalten bezüglich Waldbewirtschaftung und Nutzungsaufkommen. Dissertation Technische Universität München
- Schaffner, S.; Huml, G.; Suda M. et al (2007): Forstliche Beratung – Menschen und Wälder verbinden. Gemeinwohlorientierte Beratung durch die Bayerische Forstverwaltung – Praxisumsetzung und Evaluierung. Projekt ST 203 und 222 des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- Suda, M.; Schaffner, S. (2004): Bedeutung des Waldes in der Zukunft. AFZ – Der Wald 9/2004, S. 462–466

**Keywords:** Consulting, forest ownership, forest associations, fragmented forest structure

---

**Summary:** Abstract: More than half of the Bavarian forests are in the hands of private forest owners. The forest ownership is widely spread and deeply rooted in the population. The owners' interests are correspondingly complex. The structural change in rural areas in conjunction with the demographic alteration causes profound changes in the ownership structure. These changes represent a major challenge for the Forest Service and the Forest Associations. Customized counseling and a vivid cooperation are necessary requirements, as well as a range of measures to improve the structure, especially in small-scale and fragmented forest areas.

---

---

# Waldbewirtschaftung versus großflächige Stilllegung

Stefan Nüßlein

**Schlüsselwörter:** Waldstilllegung, Biodiversitätsstrategien, Integrativer Ansatz

---

**Zusammenfassung:** Über den Wald ist eine Debatte um pauschale, großflächige Stilllegung entbrannt. Damit werden primär Naturschutzziele verfolgt. Es steckt darin aber auch der Hinweis auf eine schwindende Akzeptanz der Waldbewirtschaftung. Die Erfolge langjähriger Anstrengungen zu mehr Naturnähe im Wald werden dabei ebenso beiseitegeschoben wie die Chancen und Notwendigkeiten der ökologischen Rohstoffproduktion. Eine Verpflichtung zur Stilllegung besteht obendrein nicht. Zur Erfüllung der Biodiversitätsziele ist in unserer Kulturlandschaft die integrative Berücksichtigung von Naturschutzaspekten gegenüber Stilllegungsszenarien der ausgewogenere Weg mit größerem Gesamtnutzen für Gesellschaft und Klimaschutz. Die Forstwirtschaft hat sich dabei allerdings modernen Prüfsteinen der Nachhaltigkeit konsequent zu stellen. Transparenz und gesellschaftlicher Dialog können die Akzeptanz der Waldbewirtschaftung zusätzlich befördern.

---

Um die Waldbewirtschaftung in Deutschland ist eine erstaunliche Diskussion entstanden. Naturschutzverbände und Umweltorganisationen fordern mit großer Vehemenz, heimische Wälder, seit Jahrhunderten Lieferanten des nachwachsenden Rohstoffs Holz, nunmehr in größerem Stile stillzulegen. Die Forderungen sind pauschal und richten sich nach Prozentvorgaben, die weder in der Art noch im Umfang näher begründet werden. Sie sind ultimativ: Jegliche Holznutzung auf diesen Flächen soll auf Dauer eingestellt werden. Mehrere Bundesländer haben zumindest für ihre landeseigenen Wälder bereits entsprechende Ankündigungen gemacht oder sind in unserer dicht besiedelten Kulturlandschaft in die Standortsuche für großflächige Waldnationalparks eingestiegen, oft gegen heftige Widerstände davon unmittelbar Betroffener. Dabei umgibt die Stilllegung von Wäldern der Nimbus, echte Wildnis wiederkehren zu lassen. Sie bedient damit naturschützerische Ambitionen gleichermaßen wie idealisierte Naturvorstellungen einer zunehmend naturentfremdeten Gesellschaft oder einfach nur die Sehnsucht

nach ungestörter Natur. Tatsächlich schwingt hier die Frage nach der Akzeptanz der Waldbewirtschaftung mit. Doch ist pauschale Stilllegung der geeignete Weg?

## Pauschale Stilllegung wird Realitäten nicht gerecht

Die Stilllegungsdebatte, die als Welle derzeit durch ganz Deutschland brandet und der sich scheinbar niemand entziehen kann, polarisiert. Sie entzündet sich ja gerade nicht an den Brennpunkten flächiger und teils unumkehrbarer Waldzerstörung auf dieser Welt, wie sie zum Beispiel in fernen Tropenwäldern in tatsächlich bedrohlichem Ausmaß stattfindet. Sie richtet sich dort gegen die Waldnutzung, wo der Begriff der Nachhaltigkeit, der heute aus gutem Grunde alle Bereiche des Lebens durchzieht, vor 300 Jahren geprägt worden ist. Die Nachhaltigkeit ist in der deutschen Forstwirtschaft zum Leitprinzip und zur inneren Überzeugung von Generationen von Waldbesitzern und Forstleuten geworden, was die struktur- und vorratsreichen Wälder, die nun in den Fokus des Naturschutzes geraten, erst hat heranwachsen lassen. Ein Modell, das eigentlich als Vorbild gegen forstliche Exploitationswirtschaft in anderen Erdteilen dienen könnte.

Seit 25 bis 30 Jahren schreibt man sich in den Staatswäldern, aber auch in vielen Privat- und Körperschaftswäldern, die konsequent naturnahe Forstwirtschaft auf die Fahnen und hat oft entsprechende Programme ins Leben gerufen. Das Arbeiten mit Naturverjüngung, das Vermeiden von Kahlstellungen, die standortgerechte Baumartenwahl, die Rücksichtnahme auf die Ansprüche seltener Tier- und Pflanzenarten und vieles mehr sind wesentliche Bestandteile davon. Wer im Wald den Blick nicht in die Baumkronen, sondern auf den Boden richtet, wird dort heute eine wesentlich größere Baumartenvielfalt für die kommende Waldgeneration entdecken. Seit vor rund zehn Jahren die Klimaerwärmung und ihre Folgen ins Bewusstsein der Menschheit rückten, wurden die Bemühungen der Waldbesitzer und der beratenden staatlichen Forstverwaltungen, stabile und klimatolerante Mischwälder aufzubauen, noch wesentlich verstärkt. Allein in den bayerischen Privat- und

Abbildung 1:  
In Tropenwäldern ist der Schutz vor unregelmäßiger Abholzung und Zerstörung vordringlich. In Bayern nimmt dagegen die Waldfläche seit über 30 Jahren zu, und die Nachhaltigkeit ist durch Gesetze gut geschützt.

Foto: L. Cunliffe, fotolia



Körperschaftswäldern sollen bis 2020 rund 100.000 ha Nadelholzreinbestände in standortsgerechte Mischwälder umgebaut werden. Wenn dabei für die Waldbesitzer die Klimaanpassung – und damit die Bewahrung der Nutzbarkeit ihres Eigentums – naheliegender Weise im Vordergrund steht, so wird dieser Waldumbau doch auch die Vielfalt und Stabilität der Waldökosysteme auf großer Fläche erhöhen. Kalkuliert man die dafür erforderlichen Aufwendungen, so kann man getrost vom größten bis dato je gesehenen »Biodiversitätsprojekt« für unsere Wälder sprechen. Von der Öffentlichkeit werden diese Bemühungen jedoch kaum wahrgenommen. Dabei entstehen hier genau die Wälder, die Umfragen zufolge dem Idealbild der erholungssuchenden Bevölkerung sehr nahe kommen.

Dann hat vor gut zwei Jahren die Nuklearkatastrophe von Fukushima die Welt erschüttert. Sie führte in Deutschland zum zukunftsweisenden Beschluss, aus der Kernenergie auszusteigen. Erneuerbare Energien sollen den Ausstieg kompensieren. Unter anderem schlägt hier erneut die Stunde für den nachwachsenden und klimafreundlichen Rohstoff und Energieträger Holz. Im besten Falle nach stofflicher Kaskadennutzung energetisch verwertet, kann Holz bei der Bewältigung der Energiewende eine wichtige Rolle spielen – vorausgesetzt man nutzt Holz nachhaltig. Wendet man den Blick aus der längeren und kürzeren Vergangenheit in die Zukunft, so wird für Deutschland für das Jahr 2020 bei der Gegenüberstellung von Holzangebot und erwarteter Nachfrage eine Lücke von jährlich

30 Millionen Kubikmetern prognostiziert. Die Bundesregierung sieht die Verbreiterung der Rohstoffbasis angesichts dieses Szenarios als notwendigen Maßnahmen-schwerpunkt an (Bundestagsdrucksache 17/5016 vom 11. 3. 2011) – ebenfalls wenig kompatibel mit Stilllegung.

Vor dem Hintergrund all dieser Entwicklungen und Erkenntnisse wirkt die Forderung nach pauschaler Waldstilllegung, also nach großflächigem Verzicht auf die Chancen dieser naturnächsten Rohstoffproduktion, fast absurd. Naturnahes Wirtschaften würde nicht belohnt, sondern beendet. Der Holzbedarf wird dabei allen notwendigen Bemühungen um Ressourceneffizienz zum Trotz perspektivisch kaum sinken. Nachdem die Devise nicht heißen kann: Schein-Urwald in Deutschland (echten Urwald gibt es hier fast nicht) gegen mögliche Urwaldabholzung anderenorts, werden Holzimporte wohl nicht in großem Stile zur Lösung beitragen können. Bisher noch nicht näher beleuchtet wurde dabei, dass viele unserer Kulturwälder gar nicht vorbereitet wären, sich selbst überlassen zu werden. Borkenkäferbefall und partielle bis flächige Auflösung würden im fortschreitenden Klimawandel auch Schutz- und Erholungsfunktionen beeinträchtigen.



Abbildung 2:  
Reife- und Zerfallsphasen sind für bestimmte Arten wichtig. Sie sind über den Erhalt von Alt- und Biotopbäumen, Totholz usw. auch in genutzte Wälder integrierbar.  
Foto: R. Neft

### Keine Verpflichtung zu pauschaler Stilllegung

Worauf fußen dann die Stilllegungsforderungen? Hier werden oft nationale Verpflichtungen aus der UN-Biodiversitäts-Konvention oder aus der EU-Biodiversitätsstrategie zitiert. Unerwähnt bleibt, dass diese Strategien gerade auf nachhaltige Nutzung ausgelegt sind und keine Vorgaben in Richtung Flächenstilllegung machen. Anders scheinbar die Nationale Biodiversitätsstrategie. Erhebt sie doch die Forderung, 5% aller Wälder bzw. 10% der öffentlichen Wälder Deutschlands der natürlichen Waldentwicklung zu überlassen – ohne genauer zu definieren, was darunter zu verstehen sei. Doch ist diese Äußerung der Bundesregierung für die Länder keine verbindliche Vorgabe. Sie ist auch gar nicht kohärent mit anderen Bundesstrategien. Der Wald wird sektoral betrachtet, der Blick allein auf eine seiner vielen Funktionen gerichtet. Dabei wäre gerade beim Objekt Wald (er kann und muss in unserem dicht besiedelten Land vielfältige Leistungen erbringen) und besonders in unserer Zeit (Klimawandel und Energiewende wurden bereits genannt) der Abgleich der Interessen notwendiger denn je. Schließlich erfordert auch die von Naturschutzseite viel beschworene nationale Verantwortung zum Erhalt der Buchenwälder in Europa keineswegs eine Stilllegung derselben. Die Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie, die dieser Verantwortung dezidiert Rechnung trägt, schützt Buchenwälder nicht nur in ihrem Flächenbestand, sondern auch in ihrer ökologischen Funktionsfähigkeit. Die Buchenwälder

nehmen in Folge naturnaher Forstwirtschaft und systematischer Anpassung an den Klimawandel seit Jahren an Fläche zu. Sie werden dabei im Durchschnitt älter und struktureicher. Nur Bruchteile ihres Zuwachses werden deutschlandweit genutzt. Ein Bedarf nach Totalschutz leitet sich auch aus der FFH-Richtlinie definitiv nicht ab. Es gibt also, abgesehen von der zumindest in Zweifel zu ziehenden Vereinbarkeit mit gesamtgesellschaftlichen Interessen, keine Verpflichtung zur großflächigen Waldstilllegung in Deutschland.

Tatsächlich verbindlich sind jedoch die in den genannten Strategien verankerten Biodiversitätsziele. Diesen wird sich auch niemand ernsthaft verweigern, denn sie haben große Bedeutung für die Zukunft unseres Planeten. Aber: Zu diesen Zielen können unterschiedliche Wege führen. Der eine Weg kann in bestimmten Ausgangssituationen in der Segregation liegen, insbesondere zum Schutz letzter Primärwälder vor akut drohender Zerstörung durch nicht nachhaltige Rohstoffausbeutung (bei uns gesetzlich ausgeschlossen). Totalreservate, meist mit eingeschränkten Betretungsmöglichkeiten, und industrielle Holznutzung grenzen sich in diesem Fall scharf gegeneinander ab. Biodiversität wird dabei – notwendigerweise! – auf Fragmente der ehemaligen Lebensräume konzentriert, dort aber möglichst maximiert. Selbst wenn gesetzliche Standards die Nachhaltigkeit garantierten, wäre eine Intensivierung der Nutzung außerhalb der Reservate auch hierzulande eine Folge von Ansätzen zur Segregation, wie sie in den Stilllegungsforderungen stecken. Da sich

das Schutzinteresse des Naturschutzes eng auf Laub-, insbesondere Buchenwälder richtet, würde dies für die vorhandenen Nadelwaldregionen scheinbar sogar in Kauf genommen. Beim Gemeinwohl müssten für diese Wälder dann jedoch Abstriche gemacht werden.

### Vorrang für den integrativen Weg

Den anderen Weg beschreitet die Bayerische Biodiversitätsstrategie. Sie trennt nicht in (intensiv) genutzte und (total) geschützte Wälder, sondern vereint die verschiedenen Funktionen des Waldes auf ein und derselben Fläche. Es ist der Weg der naturnahen, nachhaltigen und multifunktionalen Forstwirtschaft. Die Chancen der ökologischen Rohstoffproduktion werden genutzt, ohne die Erholung der Menschen, die Biodiversität, die Anpassung an den Klimawandel oder andere Leistungen und Aufgaben aus den Augen zu verlieren. Keine Waldfunktion wird einseitig maximiert und keine vollständig ausgeblendet. Der Gesamtnutzen steht im Vordergrund. Er wird durch bedarfsgerechte Schwerpunktsetzung optimiert. In einem dicht besiedelten Land, das über keine Urwälder und wenig Rohstoffe verfügt und in dem die Wälder gesetzlich gut geschützt sind, ist dies die ausgewogenere Strategie. Sie berücksichtigt den längst eingeschlagenen Weg in Richtung Naturnähe und lässt notwendigen Spielraum zur Erfüllung weiterer Grundbedürfnisse der Menschen, zum Beispiel nach Erholung in intakter Natur, wie auch zum Umgang mit der hochdynamischen Entwicklung der Erderwärmung. Dass dieser Weg erfolgreich ist, auch in puncto Biodiversität, dafür gibt es viele Indikatoren und Belege. Die zweite Bundeswaldinventur lieferte bereits harte Fakten, die dies untermauern. Die laufende dritte Bundeswaldinventur kann der weiteren Verprobung dienen. An der Zielerfüllung und an nichts anderem sollte der Umgang mit den Wäldern gemessen werden. Vermutlich bedarf es dazu weiterer Nachhaltigkeitsindikatoren, um die Diskussion zu objektivieren.

Eine gesamtheitlich ausgewogene Strategie kann folglich lauten: Was immer an Naturschutzleistungen integrativ in der Forstwirtschaft umsetzbar ist, sollte integrativ umgesetzt werden. Dies erfordert selbstverständlich die genaue Kenntnis der Ansprüche von Tier- und Pflanzenarten im Wald, insbesondere aber der Arten, für deren Erhalt wir in Deutschland besondere Verantwortung tragen. Vielen wird man durch die Begründung stabiler Mischbestände, durch geeignete Baumartenwahl, durch Beteiligung seltener Baum-

arten, langfristige Naturverjüngung usw. Rechnung tragen können, also durch Maßnahmen, die mit forstlichen Zielsetzungen ohne Probleme vereinbar sind. Was unter rein forstlichen Aspekten kaum zum Tragen käme, sind bekanntlich Reife- und Zerfallsphasen der Bestände. Weil darauf ebenfalls Arten angewiesen sind, muss zum Beispiel durch Alt- und Biotopbäume, durch Altholzinseln und durch Belassen von Totholz nachgeholfen werden. Auch das muss sich nach den Ansprüchen der Arten richten, wobei Vernetzung und Habitatkontinuität wichtigere Faktoren zu sein scheinen als die Größe der jeweiligen Fläche. Sonst hätten Kleinstareale wie Reste von Hutewäldern oder gar Stadtparks nicht Rückzugsgebiete und Trittsteine für Urwaldspezialisten, auch über intensive Nutzungsphasen der Vergangenheit hinweg, sein können. Die Forschung muss hier noch weitere Antworten liefern. Diese Zerfalls- und Strukturelemente sind ebenfalls in die Waldbewirtschaftung integrierbar, wenn auch gegen Mehrkosten oder Nutzungsverzicht. Über das Naturschutzkonzept der Bayerischen Staatsforsten AÖR sind solche Maßnahmen im Staatswald Bayerns vorbildlich implementiert.

Noch ein Moment, das es zu berücksichtigen gilt: Die Kohlenstoffbilanz eines Nutzungsregimes mit moderatem Vorratsaufbau und möglichst langer Festlegung des geernteten Holzes im Produktspeicher ist auf lange Sicht nachweislich günstiger als die von Totalreservaten, die Leistung für den Klimaschutz also vorteilhafter. Nicht bestreitbar ist, dass ebenso in letzteren durch anwachsende Holzvorräte über längere Zeiträume noch Kohlenstoff gebunden wird. Mit steigendem Vorrat wächst aber oft auch das Risiko durch Sturm oder Borkenkäfer. Gerade große Totalreservate sind deshalb rückliegend oft in kurzer Zeit zu Kohlenstoffquellen geworden.

Bei allem Bemühen um Naturnähe in der Waldbewirtschaftung gibt es jedoch unzweifelhaft Aspekte der Biodiversität, die integrativ nicht oder nicht ausreichend abzudecken sind. Diese Lücke schließen Schutzgebiete. Ihre Einrichtung ist zielführend, wenn sie nach dem fachlichen Bedarf am dafür geeigneten Ort geschieht, nicht nach willkürlich gesetzten, pauschalen Prozentwerten. So interpretiert ist dies auch keineswegs ein Widerspruch, sondern seit jeher eine sinnvolle Ergänzung der integrativen Forstwirtschaft und fester Bestandteil der Bayerischen Biodiversitätsstrategie. Ebenso spielen die nutzungsfreien, bayerischen Naturwaldreservate eine wichtige Rolle als Refe-

renzflächen für natürliche Abläufe. Für die naturnahe Waldbewirtschaftung liefern sie wertvolle Hinweise.

### Moderne Prüfsteine der Nachhaltigkeit

Wie können die Schutzziele der engagierten Verbandsvertreter und das Verlangen der Menschen nach unberührter Natur wieder mit diesen Realitäten zusammengeführt werden? Hier ist als erstes eine durch und durch glaubwürdige Umsetzung des integrativen Ansatzes in der Forstwirtschaft oberste Bedingung. Dies gilt ganz besonders für den öffentlichen Wald mit seiner starken Gemeinwohlverpflichtung. Ausgewogene Beachtung aller drei Nachhaltigkeitssäulen, wie es die Vorgabe der Forstreformen gewesen ist, muss gerade im Staatswald Leitmotiv sein und bleiben und Haltung sowie Tun der dort Beschäftigten bestimmen. Gesetze und staatliche Aufsicht bilden dafür den Rahmen. Die steigende Wertschätzung von Holz nach Jahren der Preisdepression führt in allen Besitzarten tendenziell zur zunehmenden Ausschöpfung der Nutzungspotenziale, was zu begrüßen ist. Sie darf aber nicht zulasten integrativer Elemente des Naturschutzes gehen. Hier müssen für den Privat- und Körperschaftswald die Anreize durch Förderung von Naturschutzleistungen weiter ausgebaut werden. Bei der Erweiterung der forstlichen Produktpalette um das Sortiment »Biomasse« zur energetischen Verwertung muss die Erhaltung der standörtlichen Leistungskraft im Blick behalten werden. Entsprechende Karten zur Nährstoffausstattung wurden deshalb bereits als Beratungshilfen entwickelt. Hinsichtlich des teils neuen Erscheinungsbildes der Forstwirtschaft (schwere Erntemaschinen, dichtes Feinerschließungsnetz, Konzentration des Hiebsanfalls) sind Übertreibungen zu vermeiden und die Interessen der Erholungssuchenden zu wahren. Techniken und Abläufe weiterzuentwickeln sollte hier immer ein Thema sein. Darin steckt ein nicht unwesentlicher Schlüssel, Wald ohne (längere) Störung des Naturempfindens der Menschen zu nutzen.

All dies sind moderne Prüfsteine der Nachhaltigkeit. Sie entscheiden mit über die Zustimmung der Gesellschaft zur Waldbewirtschaftung – und damit über mögliche Schutzforderungen, die entstehen, wenn Glaubwürdigkeit und Vertrauen, berechtigt oder nicht, in Zweifel gezogen werden.

Es gehört aber noch mehr dazu, die Diskussion wieder auf die Realitäten zurückzuführen. Neben der funktionierenden Forstaufsicht durch die Forstverwaltung ist

das heute in jedem Fall ein ausreichendes Maß an Transparenz. Ohne Transparenz kein Vertrauen. Der Wald in guten Händen – davon will sich der Bürger selbst überzeugen. Gerade der öffentliche Wald muss sich dieser Herausforderung stellen, ohne gleich zum gläsernen Betrieb zu werden. Hier sind auch neue Wege zu beschreiten, die den öffentlichen wie den betrieblichen Anforderungen Rechnung tragen.

Dies gilt genauso beim Dialog mit den Menschen über das forstliche Geschehen im Wald. Wer Interessen vorbringen und die vernünftige Abwägung derselben bei der Umsetzung in forstliches Handeln auf einer übergeordneten Ebene mitverfolgen kann, wird das Ergebnis leichter verstehen und akzeptieren können. Das von der Bayerischen Forstverwaltung ins Leben gerufene »Regionale Waldforum«, für das Beispiel Spessart in Vorbereitung, soll den gesellschaftlichen Dialog über den Wald auf der regionalen Ebene eröffnen. Selbstverständlich hat die Partizipation Grenzen. Zunächst einmal muss sie sich primär auf Wald mit besonderer Gemeinwohlverpflichtung beziehen, also auf öffentlichen Wald. Außerdem ist natürlich die unmittelbare Einflussnahme auf unternehmerische Entscheidungen der Waldeigentümer oder ihrer Vertreter ausgeschlossen. Doch sollte die ernsthafte und offene Auseinandersetzung mit den Themen, die die Menschen bewegen, geeignet sein, wieder mehr Verständnis für die Bedeutung der nachhaltigen und naturnahen Waldnutzung zu wecken und dadurch Akzeptanz zu schaffen.

**Key words:** Setting-aside of forests, biodiversity strategies, integrative approach

**Summary:** A debate is currently under way regarding setting-aside large tracts of forest. Primarily, this strategy pursues nature conservation goals, but there is also a trace of a dwindling acceptance of forestry. The successes achieved through years of striving for more naturalness in the forest are neglected by this approach as well as chance and necessity of an ecological fuel and timber production. There is no general obligation for setting aside. To reach the biodiversity goals in our cultural landscape, integrative consideration of nature conservation aspects is the more balanced way with the greater overall benefits for society and climate protection, as compared to setting aside scenarios. In doing so, forestry has to face up the modern challenges of sustainability consequently. Transparency and a dialogue with society can further promote a better acceptance of forestry.



---

# Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit

Günter Biermayer

**Schlüsselwörter:** Ökologischer Fußabdruck, gleiche Lebenschancen, Lebensgrundlage nachhaltige Land- und Forstwirtschaft

---

**Zusammenfassung:** Nachhaltigkeit ist eigentlich kein forstliches Fachthema. Wenn wir den Anspruch des Begriffs ernst nehmen, reicht er weit über sektorale Lösungen hinaus und wird zum Lebensthema bei dem wir alle noch viel zu tun haben. Selbstgerechtigkeit ist gerade in Deutschland besonders fehl am Platz. Wir haben große Teile der Belastung der Natur bei der Erarbeitung unseres Wohlstands und der Befriedigung unserer Konsumbedürfnisse in andere Weltgegenden ausgelagert. Der Weg zu einer nachhaltigeren Welt ist ohne erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe vorwiegend aus dem eigenen Land nicht denkbar.

---

Das Wort *Nachhaltigkeit* nervt viele Mitbürger nicht zuletzt wegen des inflationären Gebrauchs des Begriffs. Noch viel unangenehmer wird es aber, wenn man nicht an der Oberfläche bleibt und wegen des umfassenden Anspruchs nachhaltigen Denkens und Handelns die Konsequenzen für jeden Einzelnen nicht mehr zu verdrängen sind. Es heißt, die Menschheit sei an die Grenzen unserer Welt gestoßen. Diese Feststellung vernebelt aber mehr als sie erhellt. Denn in Wirklichkeit liegt es nicht an allen Menschen, sondern an den Bürgern der Industrienationen, also an uns, die wir uns einen Energie- und Rohstoffverbrauch zumessen, der als Durchschnitt für alle Menschen unsere Welt entgleisen ließe. Wir sind nicht nur bei den Einkommen, sondern auch beim CO<sub>2</sub>-Ausstoß Spitze (von wenigen Staaten abgesehen, die unser Öl produzieren). Wir müssten also als erste handeln und unsere politischen Vertreter tun es auch, rasch und wirksam, wenn es »alternativlos« kurzfristig erforderlich ist. In den fünf Jahren nach Ausbruch der Finanzkrise wurden 11.000 Mrd. US-Dollar für die Stützung des Finanzsektors ausgegeben. Dies war pro Jahr das 35fache des Betrages, der zwischen 1970 bis heute jährlich in internationale Entwicklungsprojekte geflossen ist.

Aber immerhin wurden zu den gezahlten 2.600 Mrd. US-Dollar als Entwicklungshilfe in diesem Zeitraum noch weitere 3.300 versprochen (die leider noch nicht gezahlt werden konnten). Aber so drängend wie der Zusammenbruch der Finanzinstitute ist die Beseitigung der strukturellen Ursachen von Hunger und Armut offensichtlich nicht.

An den Wurzeln der grundsätzlichen Nicht-Nachhaltigkeit der Industriegesellschaft haben wir Deutschen zu arbeiten begonnen. Wir haben unser Wachstum von der dabei entstehenden Umweltbelastung durch Energie- und Rohstoffverbrauch und Schadstoffausstoß doch entkoppelt! Allerdings ist zu bedenken, dass dieser große Erfolg der deutschen Umweltpolitik nicht zuletzt auf einer simplen Tatsache beruht:

Wir haben große Teile der Belastung der Natur bei der Erarbeitung unseres Wohlstands und der Befriedigung unserer Konsumbedürfnisse schlicht in andere Länder ausgelagert. Zwei Drittel unseres »ökologischen Fußabdrucks« wirken in anderen Weltteilen. Dabei waren und sind wir zusätzlich sehr erfolgreich im Verdrängen. In der öffentlichen Diskussion und in unseren Köpfen ist zwar das Stagnieren unseres unmittelbaren Energie- und Rohstoffverbrauchsniveaus präsent. Auch vom rasanten Anstieg dieser Größen in den Entwicklungs- und Schwellenländern wissen wir. Wie viel davon eigentlich durch Produktionsverlagerung unserer Betriebe verursacht ist, wollen wir nicht wissen. Unsere demokratisch gewählten Repräsentanten tun bei internationalen Konferenzen wenig, zumindest nichts Entscheidendes, da »einseitige Vorleistungen« für ein vorsorgliches Handeln auf Weltebene von uns als ihren Wählern daheim ja nicht nur nicht belohnt, sondern umgehend bestraft wurden und werden.

Es führt aber kein Weg an der Erkenntnis vorbei: Der Störfaktor Nr. 1 für unseren Planeten ist die ungebremst wachstumsorientierte globale industrielle Zivilisation. Noch so ausgeklügelte ökologische Insellösungen mit Verschiebebahnhofcharakter für unser flächenmäßig kleines, aber im weltweiten Maßstab sehr dicht besiedeltes Land werden nicht viel bewirken. Erfolg beim Streben nach einem nachhaltigeren Lebensmodell



Abbildung 1:  
Die Industrieländer leben schon lange nicht mehr nachhaltig – auf Kosten vieler anderer Nationen, wo unser ökologischer Fußabdruck erhebliche Trittschäden verursacht.

Foto: J.-P. Bounine, fotolia

setzt voraus, sich in dreifacher Weise mit Gerechtigkeitsfragen zu befassen.

Zur Frage der Gerechtigkeit zwischen den jetzt lebenden Menschen führt uns die Einsicht, dass es egoistisch und überheblich wäre, nur über die Zukunftschancen nachfolgender Generationen in unserem Land zu reden und die jetzt existierende drückende Armut in vielen Weltteilen auszublenden. Der Einsatz für die uns selbstverständlichen Grundrechte und für Chancengleichheit ist weltweit nötig.

Die Gerechtigkeit über die Generationen sollte auch den vielen Menschen in unserem Land, die keine eigenen Kinder haben, ein Anliegen sein. Wir jetzt Lebenden sind nichts Besonderes und wir haben kein Recht, den Reichtum der Erde nur für unsere Generation zu nutzen und Kindern und Enkeln eine düstere Zukunft und viele Schulden zu hinterlassen.

Schließlich ist auch die Erhaltung der Erde als dauerhafte Lebensgrundlage und die Sorge für Gottes Schöpfung eine Frage gerechten Umgangs. Die Erde ist uns nicht zum Aufbrauchen, sondern zum Pflegen und Bewahren anvertraut.

Mit dem letzten Gesichtspunkt ist gerade keine Vergötzung der »Natur« verbunden. Nur ein primitiv materialistisches Menschenbild reduziert den Wert aller Dinge auf ihre Eignung für den Konsum. Die Welt ist nicht nur Wirtschaftsraum. Der Mensch ist nicht nur Produzent

und Konsument. Je mehr unser Bild vom Menschen darüber hinausreicht, umso höher ist der Wert der staunenswerten Welt, die uns umgibt.

Einen Rückweg zum unberührten Paradies gibt es nicht. Erst durch die kulturschöpferische Tat des Menschen wurde die Erde zum Wohn- und Lebensraum für die heutige große Menschheitsfamilie. Es ist eine Überlebensfrage für uns alle zu erkennen, dass der Einsatz für Nachhaltigkeit kein »Ökothema« ist und nicht an den Grenzen Europas endet. Er ist zwingend mit dem weltweiten Einsatz für menschliche Würde, für weltweite Brüderlichkeit, für gerechte Güterverteilung, für Lebenschancen der Armen und sozial Schwachen nicht nur bei uns, sondern in der ganzen Welt verbunden. Unser Handeln darf nicht den Lebensraum oder die Lebenschancen von Mitmenschen in anderen Teilen der Welt beschneiden.

Jeder Vorschlag zum Umgang mit unserer Umwelt im eigenen Land muss deshalb die Frage bestehen, wie er sich in der aufgezeigten globalen Perspektive auswirkt. Das Besondere am »Naturkapital« dieser Welt ist nicht sein »Kontostand«, sondern seine Fähigkeit zur Selbsterneuerung. Im Mittelpunkt aller Anstrengungen muss deshalb diese wunderbare Eigenschaft unserer Erde, ihrer Landschaften und Lebensgemeinschaften stehen. Sie ist die Lebensgrundlage der Welt und des Menschen. Sie muss deshalb auch das Maß sein, an dem die Nachhaltigkeit des menschlichen Lebens und Wirtschaftens gemessen wird. Wegen ihrer Flächenwir-

kung haben Land- und Forstwirtschaft dabei eine besondere Verantwortung. Ausmaß (Quantität) und Gestaltung (Qualität) unserer Bewirtschaftung darf die Erhaltung produktiver, d. h. dauerhaft ertragsfähiger Böden oder Wald-Lebensgemeinschaften nicht gefährden. Die Fähigkeit der Natur, nutzbar zu sein, ist weltweit sehr ungleich verteilt. Es gibt hochempfindliche Räume und Landschaften, die nur wenig oder besonders sorgsame Nutzung vertragen und es gibt Weltgegenden, die vergleichsweise robust auf menschliche Nutzung reagieren. Dies zu erkennen und daraus die richtigen Schlussfolgerungen zu ziehen, ist die eigentliche Aufgabe. Wolfgang Haber (2010) gebührt das Verdienst, in seinem Büchlein »Die unbequemen Wahrheiten der Ökologie« diese Tatsache klar ausformuliert zu haben. In weiten Teilen der Welt gibt es keine unberührte Natur mehr und gerade in einem dicht besiedelten Wohlstandsland wie Deutschland kann es auch kaum eine solche geben. Die Lebensgrundlage der allermeisten Menschen auf dieser Erde ist nicht die großflächige, natürliche biologische Vielfalt. Auf der Grundlage von Naturlandschaften können nur Jäger und Sammler existieren. Seit der Neolithischen Revolution leben menschliche Gesellschaften von Ackerbau und Viehzucht. Wir leben also davon, dass die ökologische Stabilität, die Diversität und Produktivität der menschlich veränderten, genutzten Natur gesichert wird. Wir leben davon, dass die Bewirtschaftung von Agrarökosystemen für Nutzpflanzen und von Wirtschaftswäldern so erfolgt, dass ihre Fähigkeit aus dem Licht der Sonne, dem CO<sub>2</sub> der Luft, dem Wasser und den Nährstoffen des Bodens Früchte und Holz zu bilden, nicht beschädigt wird. Niemand in unserem Land lebt von stillgelegtem, sondern wir alle von pfleglich genutztem Land. Dies steht Gott sei Dank nicht im Widerspruch zu einer auch ästhetisch schönen lebenswerten Heimat.

Wie dieses »pfleglich nutzen« ausschauen muss, darum darf und soll man in einer demokratischen Gesellschaft gerne ringen. Niemand hat dafür von vornherein die allein seligmachende Patentlösung. Jede Konzeption bei uns muss sich aber an der Antwort auf die Frage messen lassen, ob auch auf diesem Feld die so gewohnte Lösung, unsere Umweltprobleme ins Ausland zu verlagern, dadurch weitergeführt wird.

Für unberührte Natur zu schwärmen und als Kind der Wohlstandswelt täglich anders zu leben, leistet sich nur einer, dessen Grundbedürfnisse selbstverständlich und unreflektiert erfüllt sind. Es wäre deshalb ein schwerer Fehler, vor den vehementen politischen For-

derungen nach Rückzug der Forstwirtschaft aus großen Gebieten zu kapitulieren. Dies wäre aus weltweiter Sicht und der notwendigen Solidarität mit den Armen ein Irrweg.

Nirgendwo auf der Welt würden die Leistungen unserer gepflegten Wirtschaftswälder ähnlich nachhaltig erzeugt. Die Gefahr ist groß, dass wir wie in vielen anderen Wirtschaftssektoren unsere Bedürfnisbefriedigung und unsere Wirtschaftsleistung zu Lasten der Lebensgrundlagen der Armen auf der Südhalbkugel sichern. Pfleglich behandelte Wirtschaftswälder bei uns stillzulegen, die sich für nachhaltige Nutzung hervorragend eignen, ist deshalb geradezu ein Anschlag auf eine gerechte Weltwirtschaftsordnung. Diesen Fehler müssen wir klar als solchen benennen und unsere Mitbürger sachlich aufklären. Wir sollten unseren Egoismus überwinden und weniger statt mehr auf Kosten fremder Länder leben. Vollkommene Nachhaltigkeit ist zwar genauso eine Utopie wie vollkommene Gerechtigkeit. Der Weg zu einer nachhaltigen Welt führt aber über erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe zusammen mit maßvollem Leben zu einer echten Kreislaufwirtschaft im eigenen Land.

### Literatur

Haber, W. (2010): Die unbequemen Wahrheiten der Ökologie. Eine Nachhaltigkeitsperspektive für das 21. Jahrhundert, Ökonom

**Keywords:** Ecological footprint, equal opportunities in life, sustainable agriculture and forestry as a livelihood

---

**Summary:** Sustainability is not primarily a sectoral forest issue. Taken seriously, it extends far beyond any sectoral solution and evolves into a theme of life, giving everyone something to work upon. Self-righteousness is out of place, especially in Germany. We have outsourced large parts of the strains put on the environment that come with reaching our level of prosperity to other parts of the world. Without producing renewable energy and resources primarily in our own country, the path to a more sustainable world is unthinkable.

---

---

# Anschriften der Autoren

**Kurt Amereller**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Kurt.Amereller@lwf.bayern.de*

**Monika B. Arzberger**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
*E-Mail: monika.b.arzberger@forst.wzw.tum.de*

**Günter Biermayer**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten  
Ludwigstraße 2  
80538 München  
*E-Mail: Guenter.Biermayer@stmelf.bayern.de*

**Dr. Franz Binder**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Franz.Binder@lwf.bayern.de*

**Dr. Herbert Borchert**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Herbert.Borchert@lwf.bayern.de*

**Hans-Peter Dietrich**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Hans-Peter.Dietrich@lwf.bayern.de*

**Dr. Günter Dobler**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: guenter.dobler@lwf.bayern.de*

**Wolfgang Falk**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de*

**Anika Gaggermeier**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Anika.Gaggermeier@lwf.bayern.de*

**Andreas Hahn**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
*E-Mail: andreas.hahn@forst.wzw.tum.de*

**Dr. Joachim Hamberger**

Staatliche Führungsakademie für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten  
Porschestraße 5 a  
84030 Landshut  
*E-Mail: Joachim.Hamberger@fueak.bayern.de*

**Prof. Dr. Christian Huber**

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
Weihenstephaner Berg 5  
85354 Freising  
*E-Mail: christian.huber@hswt.de*

**Valerie Kantelberg**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Valerie.Kantelberg@lwf.bayern.de*

**Dr. Hans-Joachim Klemmt**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de*

**Prof. Dr. Thomas Knoke**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
*E-Mail: knoke@forst.wzw.tum.de*

**Marc Koch**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Marc.Koch@lwf.bayern.de*

**Dr. Christian Kölling**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*E-Mail: Christian.Koelling@lwf.bayern.de*

**Dr. Johann Kremer**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
*E-Mail: kremer@forst.wzw.tum.de*

**Dr. Thomas Kudernatsch**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Thomas.Kudernatsch@lwf.bayern.de](mailto:Thomas.Kudernatsch@lwf.bayern.de)

**Martin Nickel**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
E-Mail: [Martin.Nickel@lrz.tum.de](mailto:Martin.Nickel@lrz.tum.de)

**Stefan Müller-Kroehling**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Stefan.Mueller-Kroehling@lwf.bayern.de](mailto:Stefan.Mueller-Kroehling@lwf.bayern.de)

**Dr. Stefan Nüßlein**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten  
Ludwigstraße 2  
80538 München  
E-Mail: [Stefan.Nuesslein@stmelf.bayern.de](mailto:Stefan.Nuesslein@stmelf.bayern.de)

**Dr. Ralf Petercord**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Ralf.Petercord@lwf.bayern.de](mailto:Ralf.Petercord@lwf.bayern.de)

**Prof. Dr. Hans Pretzsch**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
E-Mail: [Hans.Pretzsch@lrz.tum.de](mailto:Hans.Pretzsch@lrz.tum.de)

**Dr. Stefan Schaffner**

Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten Regen  
Bodenmaier Straße 25  
94209 Regen  
E-Mail: [poststelle@aelf-rg.bayern.de](mailto:poststelle@aelf-rg.bayern.de)

**Olaf Schmidt**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Olaf.Schmidt@lwf.bayern.de](mailto:Olaf.Schmidt@lwf.bayern.de)

**Dirk Schmechel**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Dirk.Schmechel@lwf.bayern.de](mailto:Dirk.Schmechel@lwf.bayern.de)

**Roland Schreiber**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Roland.Schreiber@lwf.bayern.de](mailto:Roland.Schreiber@lwf.bayern.de)

**Alfred Schubert**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Alfred.Schubert@lwf.bayern.de](mailto:Alfred.Schubert@lwf.bayern.de)

**Gerhard Schütze**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
E-Mail: [Gerhard.Schuetze@lrz.tum.de](mailto:Gerhard.Schuetze@lrz.tum.de)

**Rudolf Seitz**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Rudolf.Seitz@lwf.bayern.de](mailto:Rudolf.Seitz@lwf.bayern.de)

**Dr. Christoph Straub**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Christoph.Straub@lwf.bayern.de](mailto:Christoph.Straub@lwf.bayern.de)

**Leonhard Steinacker**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
E-Mail: [Leonhard.Steinacker@lrz.tum.de](mailto:Leonhard.Steinacker@lrz.tum.de)

**Prof. Dr. Michael Suda**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
E-Mail: [michael.suda@mytum.de](mailto:michael.suda@mytum.de)

**Enno Uhl**

Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
E-Mail: [Enno.Uhl@lrz.tum.de](mailto:Enno.Uhl@lrz.tum.de)

**Adelheid Wallner**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Adelheid.Wallner@lwf.bayern.de](mailto:Adelheid.Wallner@lwf.bayern.de)

**Dr. Alexandra Wauer**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
E-Mail: [Alexandra.Wauer@lwf.bayern.de](mailto:Alexandra.Wauer@lwf.bayern.de)



Gesundheit  
Arbeit

Forschung

Ressourcen

Energie

Holz

Klima

Bildung

Erholung

Biodiv

Ressourcen

Arbeit

Gesundhe

Forschung

Biodiversität

Holznutzung

Erholung

Klima

Energie

Forschung

Energie

Ressourcen

Gesundheit

Arbeit

Erholung

Klima

Bildung

Holznutzung

Energie