

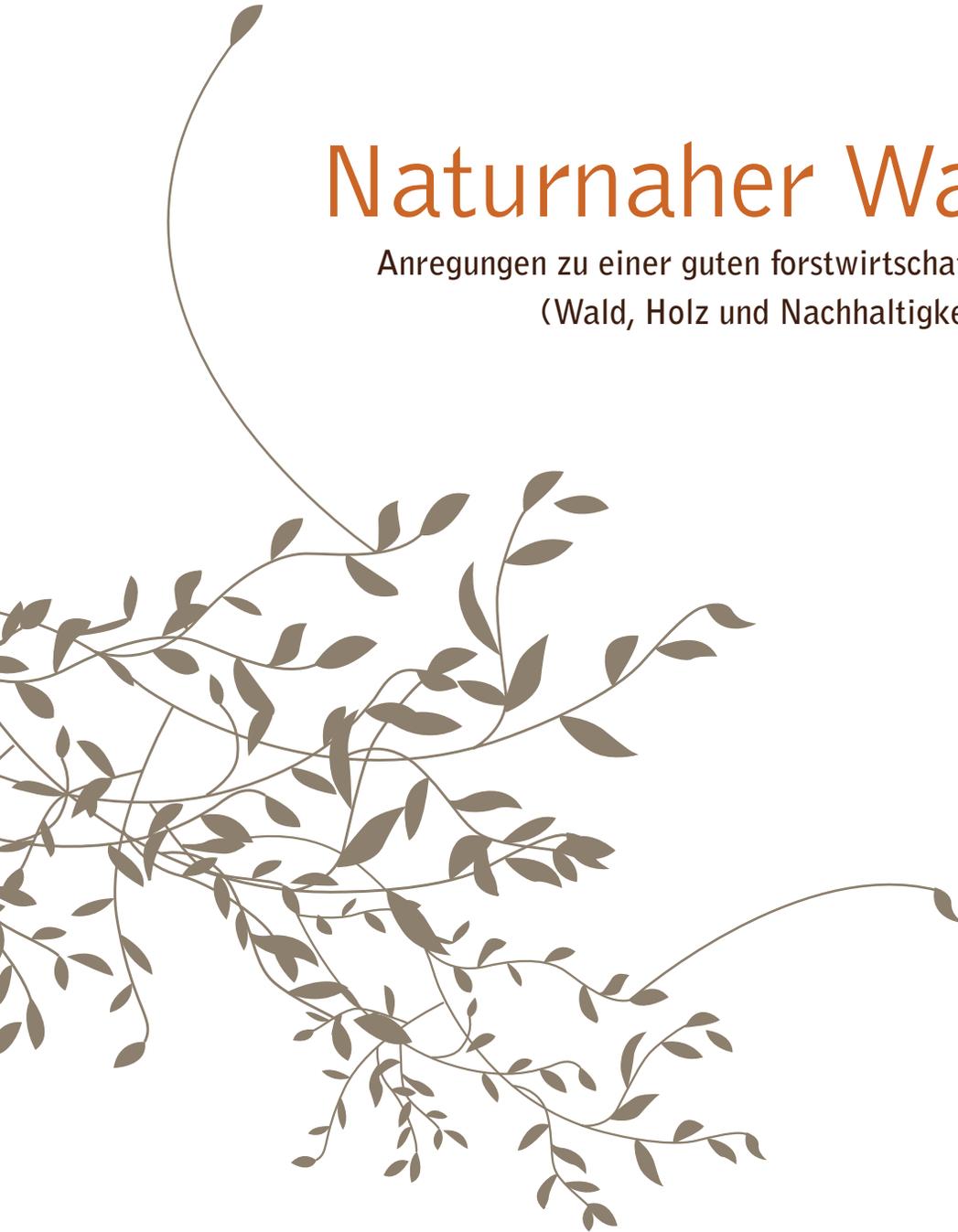


Naturnaher Waldbau

Anregungen zu einer guten forstwirtschaftlichen Praxis
(Wald, Holz und Nachhaltigkeit)



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture
et du Développement Rural
Administration des Eaux et Forêts



Naturnaher Waldbau

Anregungen zu einer guten forstwirtschaftlichen Praxis
(Wald, Holz und Nachhaltigkeit)



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture
et du Développement Rural
Administration des Eaux et Forêts



Impressum

Projekt Naturnaher Waldbau
Herausgeber Administration des Eaux et Forêts
Service de l'Aménagement des Bois et de l'Economie forestière
16, rue Eugène Ruppert
L-2453 Luxembourg;
Tel. : 402.201.213; E-mail: ef.direction@etat.lu

Projektleiter Marc WAGNER

Konzept und Redaktion EFOR Ingénieurs-conseils
7, rue Renert
L-2422 Luxembourg;
Tel.: 40.03.04; E-mail EFOR@EFOR.lu

Projektleiter bei EFOR Pierre KALMES

Layout www.cropmark.lu

Abbildungen Einband © Mett Bartimes, Marc Wagner

Alle Rechte vorbehalten

Oktober 2006



Inhaltsverzeichnis



1	VORWORT / EINFÜHRUNG	4		
2	NATÜRLICHE ENTWICKLUNGSSTADIEN EINES WALDBESTANDES	7		
3	GRUNDSÄTZE DES NATURNAHEN WALDBAUS	11		
3.1	NATURNAHER WALDBAU – DIE GESCHICHTE EINER IDEE	11		
3.2	NEUE HERAUSFORDERUNGEN AN DEN WALD VON HEUTE	14		
3.3	NATURNAHER WALDBAU – VERSUCHE EINER DEFINITION	15		
3.4	NATURNAHER WALDBAU UND FORSTEINRICHTUNG	18		
3.5	DIE FORSTLICHE BESTANDESSTRUKTUR UND DIE AKTUELLE UND KÜNFTIGE BEDEUTUNG STRUKTURIERTER MISCHWÄLDER IM RAHMEN EINER NATURNAHEN WALDBEWIRTSCHAFTUNG	19		
3.5.1	Die Bestandesstruktur der forstlichen Fläche	19		
3.5.2	Vor- und Nachteile von einschichtig und stufig (mehrschichtig) aufgebauten Waldbeständen	20		
3.5.3	Die Struktur der forstlichen Fläche in Luxemburg	25		
3.5.4	Die aktuelle und künftige Bedeutung strukturierter Mischwälder im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung	27		
3.6	WELCHE AUSWIRKUNGEN HAT DIE ÜBERFÜHRUNG VON GLEICHFÖRMIGEN ALTERSKLASSENWÄLDERN IN NATURNAHE, STRUKTUREICHE MISCHBESTÄNDE AUF DIE FORSTEINRICHTUNG?	30		
3.6.1	Von der Ertragstafel zur Kontrollstichprobe	33		
3.6.2	Veränderungen auf ökonomischer Ebene	33		
3.6.3	Veränderungen aus waldbaulicher Sicht	34		
3.6.4	Veränderungen auf der Ebene des Forstbetriebes	34		
4	KONKRETE BEISPIELE ZUR PRAKTISCHEN UMSETZUNG DES NATURNAHEN WALDBAUS	36		
4.1	HOLZERNTE	36		
4.2	DIE ÜBERFÜHRUNG ODER UMWANDLUNG GLEICHFÖRMIG AUFGEBAUTER ALTERSKLASSENWÄLDER IN STRUKTURIERTE LAUB- BZW. LAUB-/NADELHOLZ-MISCHWÄLDER DURCH VORANBAU UNTER SCHIRM	40		
4.2.1	Der Vorbau unter Schirm	42		
4.2.2	Vorteile des Vorbaus unter Schirm	43		
4.2.3	Methoden des Vorbaus unter Schirm	43		
4.3	GEEIGNETE MISCHUNGSFORMEN FÜR DIE ÜBERFÜHRUNG GLEICHFÖRMIGER ALTERSKLASSENWÄLDER IN STRUKTURIERTE MISCHBESTÄNDE (UNTER ANWENDUNG DES VORBAUS UNTER SCHIRM)	46		
4.4	BESTANDESPFLEGE	51		
4.5	VERJÜNGUNG	55		
4.6	STANDORT, KONKURRENZVERHALTEN UND BAUMARTENWAHL	57		
4.7	WALDERSCHLISSUNG UND PROJEKTE IM WALD-WEGBAU	60		
4.8	DIE BEDEUTUNG VON TOTHOLZ UND BIOTOPBÄUMEN IM RAHMEN EINER NATURNAHEN WALDBEWIRTSCHAFTUNG	64		
4.8.1	Totholzbäume	64		
4.8.2	Formen von Biotopbäumen	65		
4.8.3	Höhlenbäume	66		
4.8.4	Horstbäume	66		
4.8.5	Altbäume	66		
4.8.6	Rindentaschen	67		
4.8.7	Wieviel und was für Totholz braucht ein naturnaher Wald?	68		
5	ERHALTUNG DER BIODIVERSITÄT IM RAHMEN EINES NATURNAHEN WALDBAUS	70		
5.1	PRAKTISCHE MASSNAHMEN IM SINNE DER ARTENVIELFALT UND DES NATURSCHUTZES	72		
6	SPEZIFISCHE SCHUTZMASSNAHMEN	77		
6.1	WALD UND WILDVERBISS	77		
6.2	NATURWALDZELLEN UND BANNWÄLDER	78		
7	WALD- UND HOLZZERTIFIZIERUNG	79		
8	WALDERNEUERUNG UND VORTEILE DES VIELSEITIGEN ROHSTOFFES HOLZ	86		
9	LITERATURVERZEICHNIS	94		

▼ Förster bei der Hiebsauszeichnung
© Mireille Feldtrauer-Molitor



1. Vorwort-Einführung

Weniger als ein Zehntel der gesamten Erdoberfläche ist von Wald bedeckt. Auf dieser verhältnismäßig kleinen Fläche ist jedoch ein großer Teil der weltweiten **Biomasse** konzentriert, und etwa zwei Drittel der jährlichen Primärproduktion wird darauf geleistet. Durch die tiefe Verwurzelung im Boden und das weite Hinaufragen des Kronendaches, stellt der Wald die austauschintensivste Oberflächenform der Erde dar. Daraus erklärt sich auch seine herausragende Bedeutung für einen ausgeglichenen Strahlungs-, Wasser- und Stoffhaushalt. Diese Eigenschaften sind wiederum auch der Grund für seine hohe Produktivität. Wälder bzw. Waldökosysteme stellen damit sicherlich eine der wichtigsten Formen der Bodenbedeckung unseres blauen Planeten dar.

Wald ist seit Menschengedenken der **Lieferant** für den umweltfreundlichen und nachwachsenden Rohstoff Holz. Gleichzeitig schützt er Klima, Boden, Wasser, Natur, sowie die Artenvielfalt, und ist außerdem ein wichtiger Erholungsraum für den Menschen. Er gewährleistet vielfältige Funktionen für die Erfüllung menschlicher Bedürfnisse.

Naturnahe Wälder sind wertvolle **ökologische Ausgleichsräume** in einer durch den Menschen geprägten Kulturlandschaft. Es gilt, sie als unverzichtbare Lebensgrundlage für uns und die kommenden Generationen zu erhalten.

Anspruch dieser Broschüre ist es, dem Leser den Wald sowohl als Stätte der biologischen Vielfalt als auch als Arbeitsgebiet des Försters vertraut zu machen. Dabei wird gezeigt, wie sich die Ansprüche des Menschen an den

Wald als Holzproduzent, sowie auch als Lieferant anderer Produkte und Dienstleistungen im Laufe der vergangenen Jahrhunderte verändert haben. Außerdem wird beleuchtet, wie sich diese Veränderungen auf den Waldbau ausgewirkt haben und wie sich dieser – zumindest in Mitteleuropa – von Rodung und Raubbau, über den Altersklassenwald, bis hin zum naturnahen oder naturgemäßen Waldbau als aktuellen Höhepunkt der waldbaulichen Kunst und Technik, gewandelt hat.

Im „Plan National pour un Développement Durable“ hat sich die Luxemburger Regierung u. a. das Ziel gesetzt, in unseren **öffentlichen Wäldern** (Staats- und Gemeindewälder, sowie Wälder im Besitz öffentlicher Einrichtungen), einen naturnahen Waldbau zu praktizieren; dies betrifft immerhin etwa 45% der Luxemburger Waldfläche. Auch Privatwaldbesitzer sollen für den naturnahen Waldbau als wirtschaftlich und ökologisch interessante und sinnvolle Variante zum Alterklassenwald, sensibilisiert werden.

Zur praktischen Umsetzung dieser nationalen Zielsetzung „naturnaher Waldbau“ gehört das als Anleitung für die Beamten der Forstverwaltung und als Empfehlung für Privatwaldbesitzer zu verstehende Dokument „**Circulaire ministérielle du 3 juin 1999 concernant les lignes directrices d'une sylviculture proche de la nature**“ des Umweltministers. Die konkreten Vorgaben dieser „circulaire ministérielle“ sollen in die Forsteinrichtungspläne einfließen und so die Bewirtschaftung der öffentlichen Wälder nachhaltig beeinflussen.



▲ Mittelspecht
© Raymond Gloden



▲ Grossflächiger Kahlschlag im Tropenwald
© Frank Wolter



▲ Waldarbeiter beim Holzeinschlag
© Marc Wagner

Als ein weiteres Lenkungsinstrument, das es erlaubt, dem naturnahen Waldbau zu einem Durchbruch in unseren Wäldern zu verhelfen, gilt das großherzogliche Reglement „Biodiversität“, welches Förderungen für verschiedene waldbauliche Maßnahmen vorsieht, die den Ideen und Prinzipien des naturnahen Waldbaus entsprechen.

Die neuen **Herausforderungen an die Menschheit**, wie Klimawandel, Umweltzerstörung, Erhalt der Biodiversität, Mangel an Wasser, Mangel an Rohstoffen und die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf den Wald und seine Nutzung, werden ebenfalls angesprochen.

Im Folgenden sehen wir den **Wald als eine Lebensgemeinschaft**, die durch die ökologische, strukturelle oder flächenhafte Dominanz von Bäumen geprägt ist.

Unter **Waldbau** versteht man die aktive Gestaltung der Pflanzenformation Wald, bei der ihre positiven ökologischen Eigenarten gewährleistet werden und dem Menschen dauerhaft und nachhaltig zur Verfügung stehen. Das gilt insbesondere für die Fähigkeit des Waldes zur

Produktion großer und wertvoller Holzmassen. Vor dem Hintergrund der unaufhaltsamen Zerstörung der ursprünglichen Wälder kommt dem Waldbau eine besondere Bedeutung zu, sowohl in Bezug auf die Wiederbegründung entwaldeter Flächen, als auch auf seine nachhaltige Nutzung dort, wo er erhalten geblieben ist.

Ein im Zusammenhang mit Wald und Waldbau häufig verwendeter Begriff ist der der **Nachhaltigkeit**. Dieser wurde erstmals im 18. Jahrhundert von Hans Carl von CARLOWITZ, Oberberghauptmann in der alten sächsischen Silberstadt Freiberg, definiert. CARLOWITZ sah den sächsischen Silberbergbau in seiner Existenz bedroht; der Bergbau verschlang ganze Wälder und die Verknappung der Holzressourcen stellte eine reale Gefahr für den Fortbestand des Silberbergbaus dar. Seine Vorschläge zielten darauf ab, den Holzsertrag dauerhaft zu maximieren, ohne aber dabei den Standort und den Waldboden in Mitleidenschaft zu ziehen. CARLOWITZ sah die Wirtschaft auch in der Verantwortung gegenüber künftigen Generationen und daher zu einem schonenden Umgang mit der Natur verpflichtet. Der Begriff der Nachhaltigkeit entstand damals aus einem wirtschaftlich orientierten Gedanken heraus, d. h. in einem volkswirtschaftlich völlig anderen Zusammenhang als heute, wo generell alle Naturgüter wie gesunde Luft, gesunder Boden und gesundes Wasser durch Übernutzung und Verknappung bedroht sind.





▲ Buchen-Bestand, wie er z.Z. für Luxemburger Verhältnisse typisch ist
© Marc Wagner

In Land- und Forstwirtschaft wird der Begriff der Nachhaltigkeit mittlerweile in erweitertem Sinne auf alle ressourcenschonenden Produktionsverfahren ausgedehnt bzw. auch als Synonym für eine Nutzung im Einklang mit der Natur verwendet. Die europäische Forstwirtschaft beschränkt sich schon seit langem nicht mehr nur darauf, die Nachhaltigkeit des Holztrages abzusichern, sondern sie hat sich auch die dauerhafte Erhaltung aller Waldfunktionen (also nicht nur die Produktionsfunktion, sondern auch die verschiedenen Schutz- und Erholungsfunktionen) zum Ziel gesetzt.



Spätestens seit der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung von Rio de Janeiro im Jahre 1992 ist der Begriff der Nachhaltigkeit (engl.: „sustainable development“) ins öffentliche Bewusstsein gedrungen und hat eine Erweiterung und Aufwertung erfahren. Nachhaltigkeit gilt heute als Leitbild für eine zukunftsfähige Entwicklung der Menschheit. Grundidee der Nachhaltigkeit ist, dass sich in Zukunft alle Wirtschaften unter Berücksichtigung ökonomischer und sozialer Dimensionen an den Grenzen der Tragfähigkeit des Naturhaushaltes orientieren soll. Es gibt

¹ Die Brundtland-Kommission oder „Weltkommission für Umwelt und Entwicklung“ erhielt von der 83. UN-Vollversammlung den Auftrag, die Zukunftsperspektiven unserer Erde und die Möglichkeiten der Gestaltung dieser Zukunft aufzuzeigen und langfristige Umweltstrategien vorzuschlagen, auf deren Grundlage eine zukunftsfähige Entwicklung möglich ist.

zahlreiche Definitionen und Interpretationen, wie z. B. die sehr anschauliche Definition der Brundtland-Kommission¹ aus dem Jahre 1987:

Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, welche die heutigen Bedürfnisse zu decken vermag, ohne für künftige Generationen die Möglichkeiten zu schmälern, ihre eigenen Bedürfnisse zu decken.



Eine andere, auf der **Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa** (Helsinki, 1993) von den für Wald zuständigen Ministern der europäischen Staaten beschlossene und als Resolution H1 bezeichnete Definition des Begriffs Nachhaltigkeit, lautet folgendermaßen:

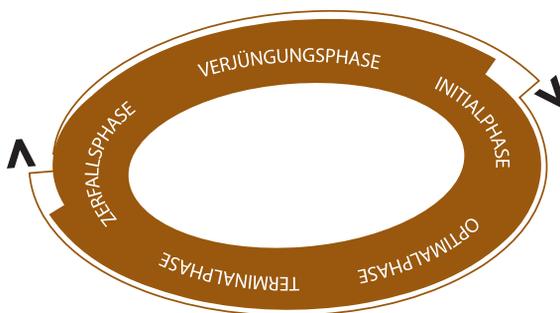
Nachhaltige Bewirtschaftung bedeutet die Verwaltung und Nutzung der Wälder auf eine Weise und in einem Maße, dass sie ihre biologische Vielfalt, Produktivität, Erneuerungsfähigkeit und Vitalität behalten, sowie ihre Fähigkeit, jetzt und in Zukunft die relevanten, ökologischen, ökonomischen und sozialen Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen und dass anderen Ökosystemen kein Schaden zugefügt wird.

Ein weiterer Begriff, der seit der Konferenz von Rio (1992) verstärkt ins öffentliche Interesse gerückt ist, ist die **Biodiversität**. Sie wird im 5. Kapitel eingehend behandelt.

2. Natürliche Entwicklungsstadien eines Waldbestandes

„Über lange Zeiträume betrachtet
hat am Wald nichts Bestand außer der Wechsel!“
Hans Leibundgut

Waldökosysteme sind einem permanenten, nie endenden Wandel unterworfen. Dies gilt für Energie- und Stoffflüsse ebenso, wie für alle Lebensformen die im Wald beheimatet sind. Wälder wachsen von jungem zu altem Wald heran, wobei jedes Entwicklungsstadium mit anderen Lebensformen der Tier- und Pflanzenwelt verknüpft ist. Die Entwicklung eines vom Menschen unbeeinflussten Waldbestandes kann man sich, stark vereinfacht, als eine Abfolge von 5 Entwicklungsphasen vorstellen, welche sich in einem „ewigen“ Kreislauf ablösen:



Die einzelnen Phasen lassen sich folgendermaßen definieren:

VERJÜNGUNGSPHASE

Bestände von der Verjüngung bis zur Kulmination des Höhenwachstums, die als Jungwald (Dickungen und Stangenhölzer) bezeichnet werden können.

INITIALPHASE

Sie umfasst Gruppen, Horste oder ganze Bestände von Bäumen der Jugendwachstumsphase und des Stangenhölzes, unter evtl. Beteiligung von Pionierbaumarten.

OPTIMALPHASE

Mehr oder weniger geschlossene Bestände von der Kulmination des Höhenwachstums bis zu derjenigen der Grundfläche.

TERMINALPHASE

Bestände mit abnehmender Grundfläche bis zum beginnenden Zerfall (Zerfallsphase) oder dem Beginn der allgemeinen Wiederverjüngung.

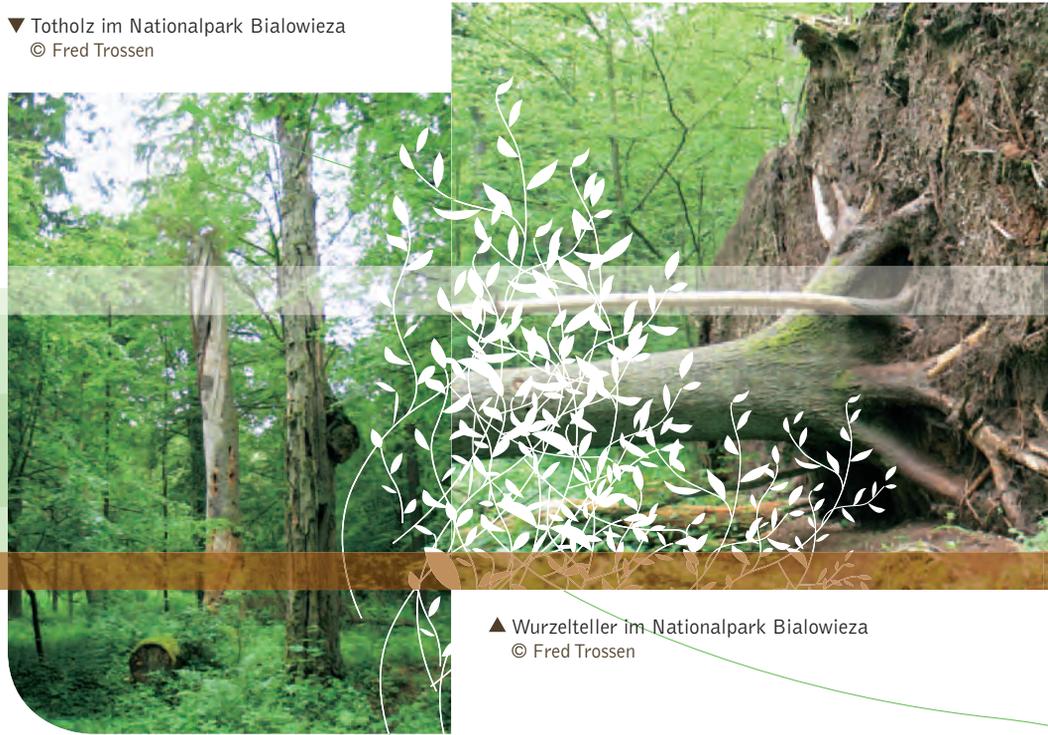
ZERFALLSPHASE

Vom beginnenden Zerfall oder dem Beginn der Wiederverjüngung bis zur Ablösung durch einen mehr oder weniger geschlossenen Jungwald.

Anders als in einem Urwald, gibt es in einem bewirtschafteten Wald keine Terminal- und Zerfallsphase.

Als Urwald definiert man den vom Menschen nicht bewirtschafteten und auch sonst kaum genutzten Wald in dem alle natürlichen Prozesse ohne menschliches Einwirken ablaufen.

▼ Totholz im Nationalpark Bialowieza
© Fred Trossen



▲ Wurzelteller im Nationalpark Bialowieza
© Fred Trossen

Baumarten, die im Urwald 300 bis 500 Jahre alt werden können, werden im Wirtschaftswald bereits schon mit 80 bis 150 Jahren geerntet. Im Wirtschaftswald erfolgt die Nutzung also während der Optimalphase, bevor das Holz z. B. durch Pilzbefall oder Verkernungsprozesse entwertet wird, und bevor der jährliche Holzzuwachs in stärkerem Maße abnimmt. Im Wirtschaftswald kommt es nicht, oder höchstens auf kleinen Flächen, zur Ausbildung der für einen Urwald typischen Terminal- und Zerfallsphasen. Im vom Menschen unbeeinflussten Wald würden diese beiden Phasen mehrere Jahrhunderte andauern, während die Initial- und Optimalphase im Wirtschaftswald bereits schon nach 2 Jahrhunderten abgeschlossen wäre. Ohne die Eingriffe des wirtschaftenden Menschen in die Walddynamik, wie sie zumindest in Europa seit Jahrtausenden erfolgen, würde sich auch in unseren gemäßigten Breiten ein Großteil der Wälder in diesen Terminal- und Zerfallsphasen befinden.

In unserer Klimazone würde ein derartiger Zyklus in einem vom Menschen nicht beeinflussten Wald mehrere **Jahrhunderte** dauern. Die Zeitdimensionen, die wir Menschen erleben und überschauen – also Wochen, Jahre und Jahrzehnte – verlieren daher im Wald ihre Bedeutung. Das erklärt, warum viele Menschen den Wald irrtümlicherweise als Inbegriff der Stabilität und Unveränderlichkeit sehen, obwohl in Wirklichkeit doch das genaue Gegenteil der Fall ist, d. h. der Wald einem permanenten, hochdynamischen Wandel unterworfen ist.

Die verschiedenen Phasen, die in dem Modell der Entwicklungsphasen getrennt sind, können sich überlappen: die Verjüngungsphase einer Baumgeneration verläuft quasi zeitgleich mit der Zerfallsphase einer vorhergehenden Generation; die Übergänge zwischen den Generationen sind fließend.

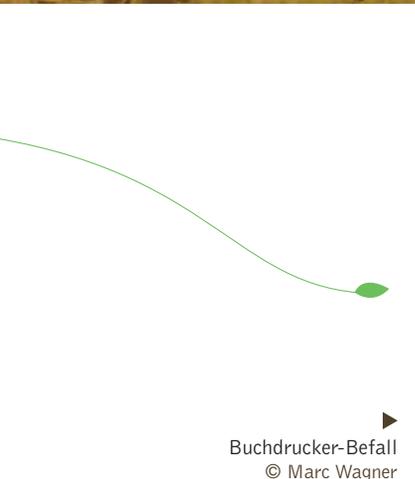
Wichtiges Element für die Dynamik der im (Ur)wald ablaufenden Prozesse ist der Faktor Zeit. Jede Phase, und damit jede Vegetationsform und jeder Strukturkomplex, stellt im Laufe der Walddifferenzierung ein gleichwertiges Teilstück einer Langzeitperiode dar, die keinen Stillstand kennt. Damit sich in einem vom Menschen nicht oder wenig beeinflussten Wald strukturreiche Terminal- und Zerfallsphasen entwickeln können, müssen andernorts auch immer wieder neue Verjüngungsphasen und Optimalphasen entstehen. Das Ergebnis dieser dynamischen Entwicklung sind – nach dem Mosaik-Zyklus-Konzept der Urwaldforschung – vergängliche **Mosaik**e aus Waldflächen unterschiedlicher Ausformung, auf denen je nach Stand-





▼ Windwurf im Nadelholz
© Marc Wagner

▼ Windwurf im Laubholz
© Marc Wagner



► Buchdrucker-Befall
© Marc Wagner



◄ Kupferstecher-Befall
© Marc Wagner

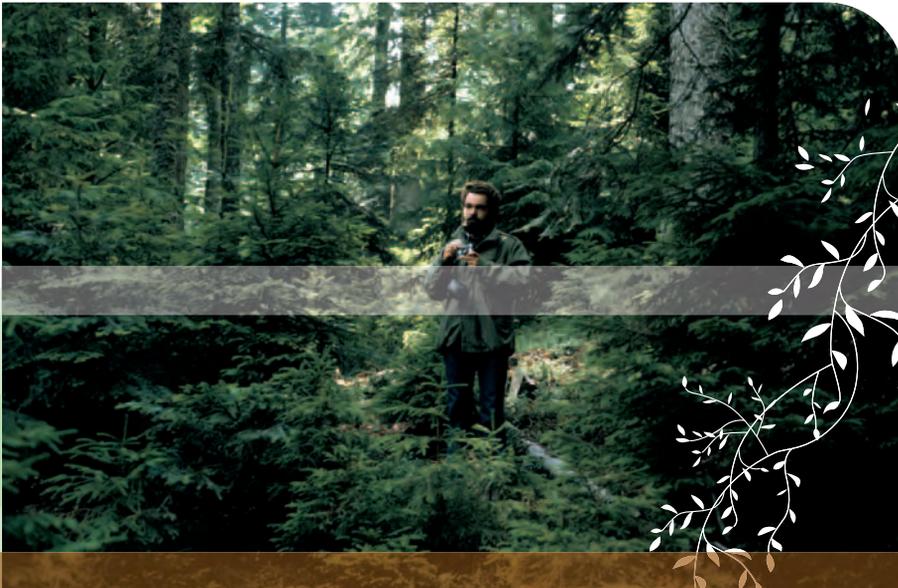
ortsbedingungen, sowie Zeitpunkt, Intensität und Ausmaß eventueller Störungen zum gleichen Zeitpunkt sehr unterschiedliche Prozesse ablaufen können. In der Annahme, dass die einzelnen Mosaik-„steine“, also Waldflächen gleicher Struktur, in einem zusammenhängenden, großen Waldkomplex, relativ klein wären, wären derartige Wälder von einer außerordentlich hohen Biotopvielfalt gekennzeichnet, mit einem andauernden Wechsel der Proportionen von Verjüngungs- und Initialphase, Optimalphase und Zerfallsphase.

Das hier skizzierte Kreislauf-Modell der Walddynamik, von der Verjüngungsphase zur Zerfallsphase und wieder zur Verjüngungsphase, hat den Vorteil, dass es sehr einfach und anschaulich ist. Dies darf jedoch nicht zu der Annahme führen, dass jede Verjüngungsphase wieder unter den gleichen Ausgangsbedingungen wie die vorhergehende Phase abläuft und dadurch wieder eine gleichförmige Sequenz identischer Waldentwicklungsphasen entsteht. In den langen Zeiträumen, die ein Waldzyklus in Anspruch nimmt, verändern sich Standortsfaktoren wie Niederschlag, Temperatur und Bodenbildung. In der Folge ändern

sich auch die Ausgangsbedingungen, in denen die Verjüngungsphasen ablaufen, was sich u. a. auf das Wachstumsverhalten und die Artenzusammensetzung auswirkt.

Ein weiterer „Schwachpunkt“ dieses Kreislaufmodells ist die Nichtberücksichtigung von Störungen oder Naturkatastrophen wie Windwurf, Insektenkalamitäten, Waldbrand,... Solche Störungen können während jeder Etappe des beschriebenen Zyklus auftreten und die Ausgangsbedingungen sehr stark beeinflussen. Sie sind weder in ihrer Häufigkeit, ihrer Intensität noch in ihren Auswirkungen auf einen bestimmten Bestand vorhersehbar, sind aber bestimmend für die Ausformungsvielfalt eines Waldmosaiks.

Die Ausformungsvielfalt betrifft hier die Vielfalt der Baumarten und der Vegetation im Allgemeinen, sowie auch die unterschiedliche Belichtungsintensität im Bestand, die Humusbildung, den Totholzreichtum, die Waldstrukturen und die Altersklassen.



◀ Plenterwald im Schwarzwald
© Marc Wagner

Neben dem Einfluss von Störungen ist auch der **Ablauf der Zerfallsphasen** für die Waldentwicklung von großer Bedeutung. So kann die Waldverjüngung sehr kleinflächig über vereinzelt Kalamitätslücken erfolgen oder aber auch auf sehr großen Flächen, etwa wenn durch Katastrophen ganze Waldbestände zerstört werden. Auf großen Flächen stellen Hochstauden und Pioniergehölze (Birken, Weiden, Pappeln, Vogelbeere) die ersten Etappen einer erneuten Waldbesiedlung dar.

Dort, wo sich Wälder hauptsächlich über Verjüngung in Lücken erneuern, herrschen Schattbaumarten wie die Buche vor, nur in größeren Verjüngungsflächen erhalten auch lichtliebende Arten die Chance, sich durchzusetzen und dauerhaft an der Entwicklung eines Waldbestandes zu beteiligen. Im Flächenmosaik eines Waldes können die verschiedenen Verjüngungsarten nebeneinander und ineinander verflochten ablaufen. Als Konsequenz dürfte wohl **auch im Urwald**, d. h. ohne menschliche Beeinflussung, die auf lange Sicht größtmögliche Vielfalt an Waldbildern entstehen:

- Verjüngungen können einzelbaumweise, truppweise oder großflächig aufkommen;
- es können Mischwälder, Reinbestände und alle denkbaren Übergänge entstehen;
- Altersklassenwald und „Plenterwald“ können sich nebeneinander und nacheinander entwickeln.

Nach unserem heutigen Kenntnis- und Wissensstand über die in Urwäldern natürlich ablaufenden Prozesse darf demnach angenommen werden, dass z. B. einzelbaumweise Verjüngungen nicht prinzipiell naturnäher sind als großflächige, oder umgedreht dass unter gewissen Standortbedingungen auch ein Reinbestand so natürlich sein kann wie ein Mischwald. Ein Waldbau, der sich an den natürlich ablaufenden Prozessen orientiert, braucht sich also weder auf ein bestimmtes Verjüngungsverfahren noch auf eine bestimmte Waldbetriebsart zu beschränken.

▼ Erholung im Wald
© Studio C. Bosseler

▼ Rommebësch bei Grass
© Marc Wagner



3. Grundsätze des naturnahen Waldbaus

Unter naturnahem Waldbau ist nach Jean-Philippe SCHÜTZ, Professor für Waldbau an der ETH Zürich, eine Bewirtschaftung des Waldes im Sinne einer „Mehrfachfunktionserfüllung“ zu verstehen. Die Naturnähe wird als Mittel zum Zweck der Erfüllung **menschlicher** Bedürfnisse gesehen. Sie lässt sich also mit einem humanistischen Verständnis für die Natur interpretieren, und steht somit im Gegensatz zu einer **ökozentrischen** Sichtweise welche die Natur in den Mittelpunkt stellt und sie idealisiert. Nach dem humanistischen Verständnis wird die Natur im Interesse des Menschen geschützt und gepflegt, nicht für sich selbst, sondern weil der Erhalt und die Bewahrung der Natur auch für den Menschen von existenzieller Bedeutung ist.

3.1. Naturnaher Waldbau – die Geschichte einer Idee

Die 1950 in Deutschland gegründete „Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft“ (ANW) darf als treibende Kraft bei der Verbreitung der Ideen des **naturnahen Waldbaus** bezeichnet werden. Sie definiert die Ziele der naturgemäßen Waldwirtschaft wie folgt:

„Die Grundidee naturgemäßer Waldwirtschaft ist die ganzheitliche Betrachtung des Waldes als dauerhaftes, vielgestaltiges dynamisches Ökosystem.“

Durch die Nutzung der im Waldökosystem ablaufenden natürlichen Prozesse wird eine Optimierung der Waldwirtschaft angestrebt.“

Den Dauerwald definiert die ANW als einen

„ungleichaltrigen, gemischten, mit möglichst hochwertigen Vorräten bestockten, vertikal strukturierten, ökologisch wertvollen Wald, in dem die Selbststeuerungskräfte des Waldes genutzt und erhalten werden.“



▲ Einzelbaumnutzung
© Danièle Murat



▲ Nach dem bedeutenden Windwurf von 1990 wurden damals noch grössere Flächen mit Bodenfräsen behandelt, welche die Stubben und den Schlagabraum zerkleinerten und in den Boden einarbeiteten
© Marc Wagner



Die Idee des Dauerwaldes im Sinne einer kahlschlagfreien, naturnahen Waldwirtschaft wurde entscheidend von Waldbauprofessor Alfred MÖLLER (Eberswalde (D)) geprägt. Dieser forderte in seiner 1922 erschienenen Schrift „Der Dauerwaldgedanke“ eine Abkehr vom gleichaltrigen Reinbestand als waldbauliches Ziel. Stattdessen setzte er sich für die Idee einer dauernd ungleichaltrigen Mischbestockung aus Naturverjüngung durch konsequente Einzelstammwirtschaft ein.

Vor ihm hatten schon andere Forstwissenschaftler, wie etwa Karl GAYER („Der gemischte Wald“ (1886)) die Rückkehr zum Mischwald gefordert. Für GAYER war die Pflege des Standorts als dem wichtigsten und am meisten gefährdeten Produktionsmittel die herausragende Zielsetzung. Diese sollte durch Mischbestandswirtschaft und Naturverjüngung erreicht werden.

Die waldbaulichen Konzepte von GAYER, MÖLLER u. a. entstanden als Reaktion auf den im 19. Jahrhundert noch – insbesondere in Deutschland – vorherrschenden, am Altersklassenwald orientierten Waldbau. Zu dieser Zeit entstanden Forstverwaltungen deren Aufgabe darin bestand, die durch Rodung, Waldnutzung für landwirtschaftliche Zwecke und übermäßige Holznutzung verwüsteten Waldstandorte wieder in Produktion zu bringen. Ehrgeizige Aufforstungs- und Saatprogramme sollten den Wald sanieren und die Holzproduktion absichern. Zu diesem Zeitpunkt entstanden in Mitteleuropa durch Saat und Pflanzung die ersten artenarmen, gleichaltrigen Bestände, in denen Kiefer und Fichte dominierten, und zwar auch

weit außerhalb ihrer natürlichen Verbreitungsgrenzen. Wiederaufforstungsmaßnahmen und Umwandlungen degradierter Laubholzbestände in reine Nadelholzbestände führten zu einer drastischen Erhöhung der verfügbaren Holzvorräte. Die Nutzung dieser Altersklassenwälder erfolgte vorzugsweise über Kahlschlag.

Beim Kahlschlag erfolgt die Endnutzung eines hiebsreifen Bestandes in einem einzigen Hieb, d. h. alle Bäume eines Bestandes werden auf einmal eingeschlagen. Sein Vorteil besteht darin, dass große Holz mengen pro Flächeneinheit anfallen. Durch den konzentrierten Anfall großer Holz mengen wird auch der Einsatz schwerer und leistungsfähiger Maschinen für die Holzernte und den Transport wirtschaftlich interessant.

Nachteilig wirkt sich allerdings aus, dass ein Kahlschlag eine großflächige Zerstörung des Waldökosystems darstellt. Auf Kahlschlagflächen herrschen freilandähnliche Bedingungen, mit ausgeprägten Klimaextremen, erhöhter bodennaher Luftbewegung, hoher Ein- und Ausstrahlung, usw. Dem Kahlschlag folgt in der Regel eine kosten- und arbeitsintensive Bestandsneugründung, wobei sich diese häufig zu einem von einer Baumart dominierten Altersklassenwald entwickelt. Größere Freiflächen, wie sie auch im vom Menschen wenig beeinflussten Wald etwa durch Windwurf entstehen können, unterscheiden sich wesentlich von einem menschengemachten Kahlschlag: im Gegensatz zu diesem verbleibt auf unberührten Windwurfflächen das geworfene Holz als Biomasse im Wald. Die Kraut- und Strauchschicht bleibt erhalten,

▼ Strukturierter Mischwald
im Forstamt Florenville (B)
© Marc Wagner



▼ Bodenfräse
© Marc Wagner



▼ Wiederbewaldung auf der Freifläche
nach einem großflächigen Kahlschlag
© Marc Wagner



◀ Kahlschlag
© Marc Wagner

eine Schlagflurgesellschaft, die eine Wiederbewaldung hemmen würde, entwickelt sich nicht im gleichen Maße wie auf einer Kahlschlagfläche. Der Boden bleibt, bis auf Wurzelteilmulden, in seiner Struktur unbeeinträchtigt, während er bei Räumarbeiten verdichtet wird.

Der durch den Kahlschlag erhöhte Licht- und Wärmeeinfall auf den Waldboden führt zu einem beschleunigten Abbau der toten organischen Substanz, was insbesondere für humusarme Böden problematisch ist. Durch den raschen Abbau von Streu und Humus gehen dem Waldboden wichtige Nährstoffe verloren, die zu einer Eutrophierung (Nährstoffanreicherung) des Grundwassers und von Oberflächengewässern beitragen können. In Hanglagen führt der Kahlschlag zu erhöhtem Oberflächenabfluss und damit zu Erosion, also Bodenverlusten. Größere Kahlschläge können das Landschaftsbild stark beeinträchtigen.

Der Anbau frostempfindlicher Baumarten ist auf Kahlschlagflächen nur bedingt möglich, was bedeutet, dass die Kahlschlagwirtschaft zu einer Einschränkung der Baumartenwahl führt.

Artenarme, gleichaltrige Reinbestände von Kiefer und Fichte verfügen gegenüber naturnah aufgebauten Waldbeständen über eine weitaus geringere Widerstandskraft gegenüber abiotischen (Stürme, Nassschnee, ...) oder biotischen Schäden, wie z. B. Insektenkalamitäten, insbesondere dann, wenn diese auf ungeeigneten Standorten stocken.

Alterklassenwälder beschränken sich aber nicht nur auf die Nadelholzarten. Auch die Buchen- und Eichenwälder werden heute in Luxemburg überwiegend nach dem Prinzip des Altersklassenwaldes bewirtschaftet, wobei allerdings die meisten dieser Bestände nicht durch Kahlschlag, sondern auf natürlichem Wege verjüngt werden.



▼ Buchen-Rindensterben
© Marc Wagner



▲ Erholung im Wald
© Studio C. Bosseler

3.2. Neue Herausforderungen an den Wald von heute

In der Diskussion um eine Abkehr des Waldbaus vom klassischen Altersklassenwald hin zu einem strukturreichen, naturnahen Wald wird oft auf die folgenden **ökologischen und ökonomischen Nachteile** von Altersklassenwäldern verwiesen.

- Ein relativ hoher Pflegeaufwand (Anpflanzung, Jungwuchspflege, Lässerungen, Durchforstungen) verursacht hohe Betriebskosten und einen hohen Energieaufwand;
- Die altersgleichen Bestände weisen oft eine geringe biologische Vielfalt auf, da sie strukturarm sind und dadurch nur wenigen Tier- und Pflanzenarten einen attraktiven Lebensraum bieten. Zudem zeichnen sich solche Bestände durch ein geringes genetisches Potential aus;
- Die ökologische Verarmung wirkt sich negativ auf die Stabilität der Bestände aus und erhöht dadurch das Betriebsrisiko.

Seit dem 20. Jahrhundert ist der Wald in Mitteleuropa einem bedeutenden **Wertewandel** unterworfen: Holz als Bau- und Brennstoff hat sehr stark an Bedeutung verloren, während gleichzeitig der ideelle Wert des Waldes für die europäischen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaften enorm gestiegen ist, und die Bedeutung des Waldes für Erholung und Tourismus, sowie Boden-, Klima-, Wasser- und Naturschutz allgemein anerkannt wird.

Gleichzeitig hat die **Luftverschmutzung**, die hauptsächlich durch Industrie und Straßenverkehr verursacht wird – mit hohen Ozonkonzentrationen in Bodennähe während der Sommermonate, sowie vermehrten Stickstoffeinträgen ($\text{NO}_x + \text{NH}_3$) in die Waldböden und dadurch veränderten Wachstumsbedingungen für die Bäume – in zahlreichen Waldbeständen zu beträchtlichen Schäden geführt, die erstmals zu Beginn der 1980er Jahre beschrieben wurden. Damals bezeichnete man diese Schäden als **Waldsterben**. Wenn es auch nicht zu dem damals befürchteten flächenhaften Absterben ganzer Waldgebiete kam, so wurden die Wälder Mitteleuropas doch stark in Mitleidenschaft gezogen und viele Bestände mussten vor der eigentlichen Hiebsreife einer Endnutzung zugeführt werden um einer völligen Entwertung vorzubeugen.

Auch die verschiedenen Orkane (Wiebke, Lothar, ...), wie sie seit Ende der achtziger Jahre vermehrt aufgetreten sind und in ganz Europa zu großen Schäden geführt haben, zeigen eine erhöhte Anfälligkeit artenarmer, wenig strukturierter Bestände gegenüber naturnahen Beständen. Die zunehmende Häufigkeit solcher Sturmereignisse ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf klimatische Veränderungen zurückzuführen, welche als Folge des Treibhauseffektes allgemein erwartet werden. Die Klimaveränderung zeigt sich in erster Linie in einer Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperaturen und Veränderungen der jährlichen Niederschlagsmengen und -verteilungen.

- ▼ Buchen reagieren empfindlich auf Trockenheit und sind dann anfälliger für einen Buchenwolllaus-Befall
© Marc Wagner



- ▼ Fichten-Kahlschlag
© Marc Wagner



- ▼ Eichen-Buchen-Hainbuchen-Wald
© Marc Wagner



Die Diskussionen um die Vor- und Nachteile des naturnahen Waldbaus sollten daher auch unter dem Gesichtspunkt einer globalen Klimaveränderung geführt werden, deren Auswirkungen heute noch nicht abzusehen sind.

Der Wald von heute muss sowohl ökonomischen wie ökologischen und sozialen Anforderungen gerecht werden, und das nachhaltig im weitesten Sinne, für uns und die nachfolgenden Generationen. Um diesen vielfältigen und im Einzelfall wohl auch widersprüchlichen Anforderungen gerecht zu werden, stellt der naturnahe Waldbau einen interessanten Lösungsansatz dar.

Doch was genau sind die typischen Merkmale des naturnahen Waldbaus?

3.3. Naturnaher Waldbau - Versuche einer Definition

Der naturnahe Waldbau will die Struktur des Wirtschaftswaldes stärker am natürlichen Zustand von Wäldern ausrichten. Dazu soll bei der Holzerzeugung in höherem Maße auf die natürlichen Produktionskräfte im Wald gesetzt werden. Die Leitlinien dieser Bewirtschaftungsform beruhen u. a. auf dem Grundsatz, die in Wäldern ablaufenden natürlichen Prozesse so weit wie möglich zu nutzen, um so die Notwendigkeit menschlicher Eingriffe auf ein Minimum zu beschränken.

3. GRUNDSÄTZE DES NATURNAHEN WALDBAUS

Zu den wesentlichen Grundsätzen einer naturnahen Waldwirtschaft gehört:

- Aufbau stabiler, stufiger und strukturreicher naturnaher Mischwälder aus standortgerechten Baumarten;
- Eine große Baumartenvielfalt auf kleiner Fläche, also sinnvolle feine und reiche Mischungen, womit zugleich auch dem Prinzip der Risikoverteilung Rechnung getragen wird;
- Verzicht auf Kahlschläge und Vorrang einer einzelstammweisen bis gruppenweisen Nutzung mit dem Ziel, starkes, wertvolles Holz zu erziehen;
- Erreichung und Erhaltung einer bestmöglichen ökologischen Stabilität durch die Förderung und Ausnützung der selbstregulierenden und stabilisierenden Prozesse in Waldökosystemen;
- Naturverjüngung statt Kunstverjüngung, vorausgesetzt, dass sich die zu verjüngenden Bestände hierzu eignen und standortgerecht sind, sowie ein sinnvolles Baumartenmischungsverhältnis erwarten lassen;
- Wildbestände (Reh- und Rotwild) dem Lebensraum Wald derart anpassen, dass die Ziele des naturnahen Waldbaus nicht durch Wildverbiss in Frage gestellt werden;
- Bodenschutz durch Verzicht auf Entwässerungs- (Drainage) und Düngemaßnahmen;
- Bodenschutz durch den Einsatz geeigneter Ernteverfahren, mit dem Ziel, Bodenverdichtung und Erosion weitestgehend zu vermeiden;

▼ Wertvolles Starkholz
© Marc Wagner



▼ Naturwaldreservat
„Grouf“ in Schengen
© Marc Wagner

▶ Naturverjüngungsfläche
in einem Altholzbestand
© Marc Wagner

- Berücksichtigung der Belange des Naturschutzes und der walddtypischen natürlichen Entwicklungsdynamik bei der Waldbewirtschaftung in angemessener Weise und auf der ganzen Fläche, insbesondere durch Schutz und Pflege besonderer Waldbiotopie, Erhaltung alter Bäume und Baumgruppen, Belassen von Totholz sowie Sonderstrukturen, Schutz seltener Tier- und Pflanzenarten, Förderung seltener Baum- und Straucharten usw.;
- Ständige Leistungs- und Wertkontrolle der Bestände, zur kritischen Überprüfung des Zieles, den Wald stark- und wertholzreicher zu machen;
- Erhalt einer hohen genetischen Vielfalt, welche auch Garant für die Anpassungsfähigkeit gegenüber veränderten Umweltbedingungen und Stresseinwirkungen während eines sehr langen Produktionszeitraumes ist, bei gleichzeitigem Verzicht auf gentechnisch modifizierte Organismen.

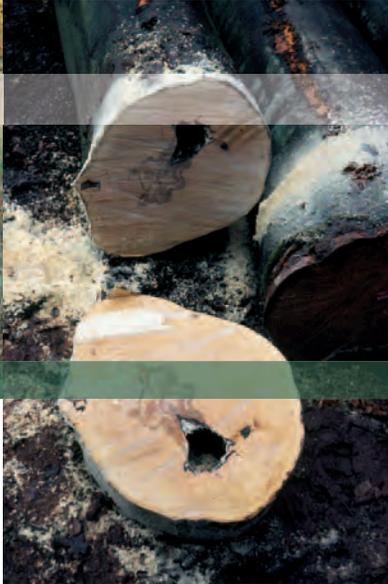
Wirtschaftliches Ziel des Waldbaus, ist sowohl im artenarmen Altersklassenwald als auch im naturnahen Wald, die Produktion einer möglichst großen Anzahl wertvoller und starker Einzelbäume. Der Waldbau macht sich dabei bei der Erziehung derartiger Bäume die natürliche Entwicklungsdynamik innerhalb sich herausbildender Baumgruppen zu Nutze. Im naturnahen Waldbau sind die Eingriffe bei allen Betriebsarbeiten auf ein notwendiges

Minimum zu beschränken, wodurch sich auch Kosteneinsparungen ergeben und somit das wirtschaftliche Resultat verbessert werden kann.

Im Zuge einer großräumigen Einführung der naturnahen Waldbewirtschaftung, wäre mit folgenden wirtschaftlichen Konsequenzen zu rechnen:

- Geringere Kulturkosten durch die Nutzung der kostenlosen natürlichen Verjüngung anstelle der kostenintensiven Pflanzung zugekaufter Setzlinge;
- Kostensenkungen durch geringeren Pflegeaufwand;
- Qualitätssteigerung durch die optimierte Nutzung der natürlichen Waldökosystemprozesse („biologische Automation“);
- Reduzierung des Schwachholzaufkommens, welches auf dem Holzmarkt nur noch mit Verlusten abgesetzt werden kann;
- Höhere Stabilität der Bestände gegenüber biotischen und abiotischen Störungen, was zu einer Erhöhung der Betriebssicherheit führt;
- Verbesserung der Einnahmesituation durch Verlagerung der Produktion auf hochwertiges Laubholz.

◀ Arbeit mit dem Freischneider
© Mireille Feldtrauer-Molitor



▲ Abgestorbene, faule Äste bewirken eine starke Minderung der Stammholzqualität
© Marc Wagner



▲ Für die Umsetzung der Prinzipien eines naturnahen Waldbaus werden gut ausgebildete Waldarbeiter gebraucht
© Marc Wagner

Bestandteil des naturnahen Waldbaus ist auch die **Minimierung des Einsatzes von Fremdenergie**, die darauf abzielt, angestrebte Ziele mit dem geringstmöglichen Aufwand zu erreichen. Der geringere Energieaufwand muss teilweise mit höherem geistigen Aufwand kompensiert werden, um die ökologischen Folgen forstlicher Maßnahmen richtig einschätzen zu können und um „zum richtigen Zeitpunkt das Richtige zu tun“. Dazu bedarf es einer ausgezeichneten Kenntnis der natürlich ablaufenden Prozesse, sowie Geduld und viel Fingerspitzengefühl. Zum Erreichen der Ziele müssen dabei längere Übergangszeiträume in Kauf genommen werden, auch wenn dadurch die kurzfristige Wirtschaftlichkeit eines Waldbestandes evtl. beeinträchtigt wird.

Der Pflegebetrieb und die komplizierteren Ernteeingriffe des naturnahen Waldbaus verlangen außerdem gut ausgebildete, erfahrene und motivierte Waldarbeiter, welche in der Lage sind, die Vorgaben des Försters zum naturnahen Waldbau umzusetzen. Hier kann über konsequente berufliche Weiterbildung viel erreicht werden.

Weil das Wissen um die natürlichen Bedingungen in Wäldern eine Voraussetzung für die naturnahe Waldbewirtschaftung ist, sind Naturwaldreservate, in denen natürliche Prozesse vom Menschen nicht oder wenig beeinflusst

werden, von großer Wichtigkeit. In diesem Sinne hat die Luxemburger Forstverwaltung ein Programm zur Ausweisung von Naturwaldreservaten (réserves forestières intégrales) erstellt. Diese Wald-Naturschutzgebiete werden wissenschaftlich untersucht und in ihrer Entwicklung beobachtet (Monitoring), um die Kenntnisse über Strukturen und ökologische Prozesse in vom Menschen unbeeinflussten Wäldern zu vertiefen und in die Bewirtschaftung naturnaher Wälder einfließen zu lassen.

Derartige Schutzgebiete, in denen bis dahin wirtschaftlich genutzte Wälder aus der Nutzung genommen werden, sehen Fachleute wie J.-Ph. Schütz (Professor für Waldbau an der ETH, Zürich) durchaus kritisch. So wird darauf hingewiesen, dass in den unberührten Naturwäldern die hohen Organismenzahlen in der Zerfallsphase der Baumschicht auftreten, während die Jungwuchs- und Optimalphasen in der Regel eher gleichförmig sind, und sich nicht sehr günstig auf die Artenvielfalt auswirken. Ein Bewirtschaftungsverzicht würde in einer ersten Phase eher zur Bildung einer homogenen Waldstruktur führen, wobei es Jahrzehnte, sogar Jahrhunderte dauern kann, bis eine interessante, d. h. organismenreiche Phase des Zerfalls eintreten kann.



▲ Gleichaltriger Fichten-Forst
© Marc Wagner

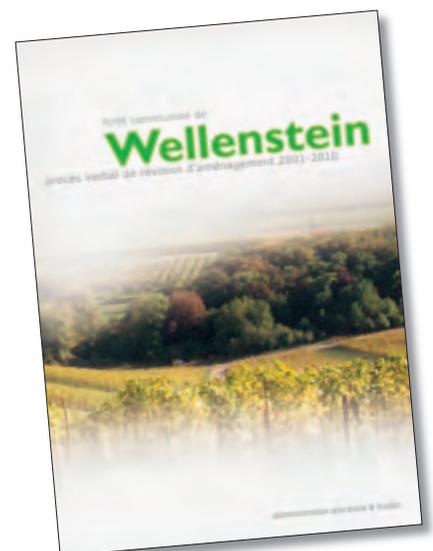
◀ Tanne-Fichte-Buche-Plenterwald
im Mittelgebirge
© Marc Wagner

3.4. Naturnaher Waldbau und Forsteinrichtung

Um sicherzustellen, dass die Waldbewirtschaftung auf einer nachhaltigen Grundlage erfolgt und die forstpolitischen Ziele kohärent umgesetzt werden, bedarf es der Planung und Kontrolle der Waldbewirtschaftung. Das mittelfristige Planungsinstrument für die Waldbewirtschaftung ist die sogenannte Forsteinrichtung (plan d'aménagement).

Der naturnahe Waldbau, als Weiterentwicklung der klassischen waldbaulichen Verfahren wie dem Altersklassenwald, stellt nicht nur den Bewirtschafteter, sondern auch die Forsteinrichtung vor neue Herausforderungen. Im naturnah bewirtschafteten Wald herrschen mehrschichtige und gemischte Bestände vor, Kahlschläge werden vermieden, die Nutzungen erfolgen einzelbaum- statt bestandesweise. Der Waldaufbau entfernt sich zunehmend von den typischen Altersklassenstrukturen und damit auch von Ertragstafelmodellen. Die derzeit angewandten Modelle der Forsteinrichtung wurden dagegen überwiegend für gleichaltrige Bestände entwickelt und sind für naturnahe Waldmodelle mit ihren komplexen Bestandesstrukturen nur bedingt geeignet.

Zur Sicherung der Nachhaltigkeit beim Holzmassenertrag wird im Altersklassenmodell ein Hiebsatz aufgrund der Altersklassenstrukturen und der Ertragstafeln berechnet. Eine derartige Berechnung des Hiebsatzes führt in strukturreichen Mischbeständen und ihren Vorläufern, wie sie sich aus der Überführung oder der Umwandlung von Altersklassenwäldern ergeben, zu Fehleinschätzungen. Aus diesem Grunde erforscht und entwickelt die Forsteinrichtung neue Methoden um den waldbaulichen Weiterentwicklungen Rechnung zu tragen. Es ist davon auszugehen, dass die Forsteinrichtung naturnah bewirtschafteter Wälder in Zukunft ohne die Ertragstafeln des Altersklassenwaldes auskommen werden muss. Als Grundlage für Planung und Kontrolle werden wiederholte Stichprobeninventuren die benötigten Daten liefern, und neue mathematische Wachstumsmodelle zur Beschreibung der Entwicklungsdynamik eines Waldes müssen aufgestellt werden.





▲ Einschichtiger Buchen-Hallenwald
© Marc Wagner



▲ Kiefern-Baumholz mit Buche unterbaut
© Marc Wagner

3.5. Die forstliche Bestandesstruktur und die aktuelle und künftige Bedeutung strukturierter Mischwälder im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung

3.5.1. Die Bestandesstruktur der forstlichen Fläche

Im heutigen Wirtschaftswald lassen sich folgende Formen von Bestandesstrukturen unterscheiden:

Einschichtiger Bestandesaufbau

Einschichtige Bestände gehen meist aus rein künstlichem Anbau oder flächiger natürlicher Verjüngung hervor und bestehen aus gleichhohen Bäumen mit ähnlicher Kronenentwicklung. Einschichtige Bestände besitzen keinen Unter- oder Zwischenbestand. Ursache hierfür ist oft, dass die Lichtmenge, die durch das dichte Kronendach dringt, nicht für die Entwicklung einer lebensfähigen Unter- oder Zwischenschicht ausreicht. Typisch ist der einschichtige Bestandesaufbau für den klassischen schlagweisen Altersklassenhochwald.

Formen des stufigen Bestandesaufbaus

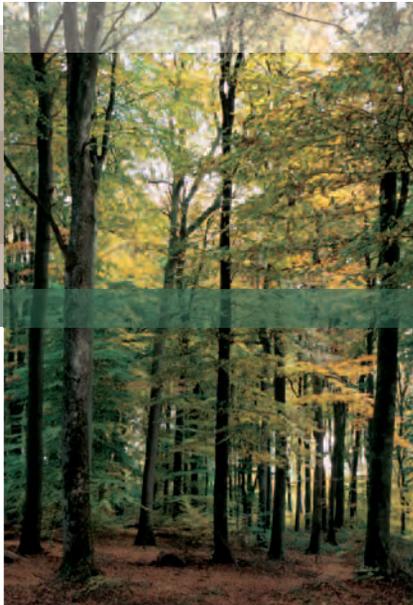
Neben dem einschichtigen Bestandesaufbau existieren verschiedene Formen stufig aufgebauter Waldbestände, die sich nach dem Grad ihrer Stufigkeit differenzieren lassen.

Zweischichtiger Bestandesaufbau

Ein zweischichtiger Bestandesaufbau zeichnet sich durch ein lichtetes oder aufgelockertes Kronendach und ein darunter liegendes zweites „Stockwerk“ mit genügend schattentoleranten Baumarten aus. Man bezeichnet dieses zweite „Stockwerk“ als Zwischen- oder Unterschicht. Ein solcher Bestandesaufbau entsteht z. B. wenn Lichtbaumarten unterbaut oder Bestände aus Schattbaumarten rechtzeitig und durch fachgerechte und kontinuierliche Pflegeeingriffe auf Stufigkeit erzogen werden. In zweischichtigen Beständen lassen sich die Bäume in Wertzuwachssträger (Oberschicht) und dienende Baumarten (Unter- oder Zwischenschicht) einteilen. Ein Wertzuwachssträger besitzt einen möglichst langen, vollholzigen, astfreien Schaft und eine hochangesetzte, vitale und gut entwickelte Krone. Für die dienenden Bestandeglieder der Unter- und Zwischenschicht gilt hingegen, dass diese ihre Aufgaben umso besser erfüllen, je tiefer ihre Kronen ansetzen und je astreicher und buschiger sie sind.

Dreischichtiger Bestandesaufbau

Dreischichtig aufgebaute Bestände bestehen auf derselben Fläche aus drei unterschiedlichen „Stockwerken“: einer licht stehenden, herrschenden Oberschicht, sowie einer Zwischen- und einer Unterschicht aus ausreichend schattentoleranten Baumarten. Durch den dreistufigen Aufbau dieser Bestände wird durch den ungleichaltrigen Bestandesaufbau eine sehr hohe vertikale Struktur erreicht. In der idealen Aufbauform wird die herrschende Oberschicht von den von Jugend an gepflegten und gleichmäßig verteilten Wertstämmen gebildet.



◀ Wenig strukturierter Laubholzbestand
© Mireille Feldtrauer-Molitor

▲ Kiefernbestand mit Heidelbeere-Teppich bei Berdorf
© Jean-Pierre Arend

Plenterartiger Bestandesaufbau

In plenterartig aufgebauten Beständen kommen Bäume jeden Alters, jeder Höhe und jeden Durchmessers auf engem Raum neben- und übereinander vor. Dadurch erreichen Plenterwälder im Bestandesaufbau ein Höchstmaß an Stufigkeit. In solchen Beständen konzentrieren sich die waldbauliche Erziehung und die Nutzung auf den Einzelbaum. Dabei ist die trupp- oder gruppenweise Bestandesgliederung vorherrschend, es kann in seltenen Fällen jedoch kleinbestandsweise auch zu gleichaltrigem Bestandesaufbau kommen. In diesen Beständen ist im Unter- und Zwischenstand eine Trennung nach Wertstämmen und dienenden Bestandesgliedern nicht mehr möglich, da der Unter- und Zwischenstand als natürlicher Nachwuchs der Althölzer dazu dient, an die Stelle einzelstammweise genutzter Bäume in die Oberschicht einzuwachsen um sich dort selbst zu einem Wertzuwachssträger zu entwickeln. Demnach besitzt also in einem Plenterwald theoretisch jeder Baum die potenzielle Möglichkeit, in die herrschende Bestandesoberschicht einzuwachsen, unabhängig davon ob dieser nun unter- oder zwischenständig ist.

3.5.2. Vor- und Nachteile von einschichtig und stufig (mehrschichtig) aufgebauten Waldbeständen

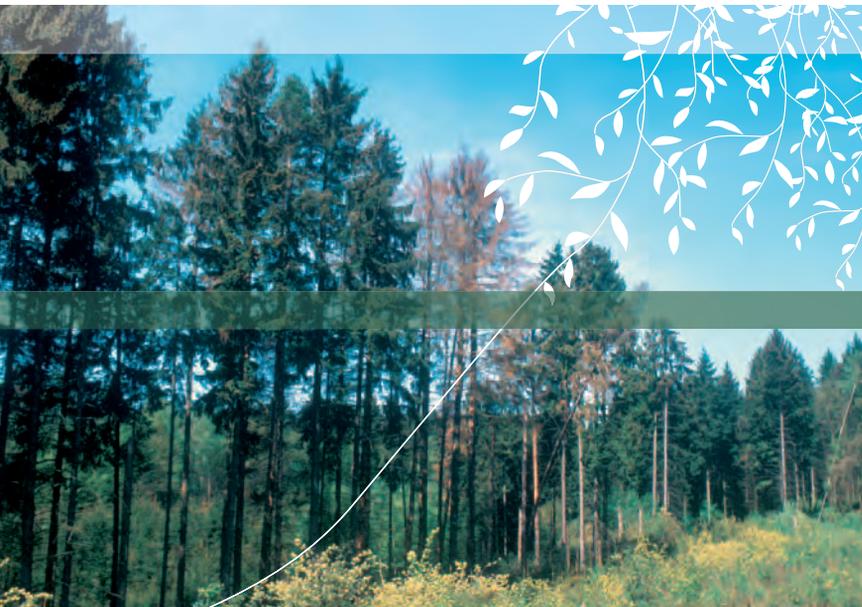
Der einschichtige Bestandesaufbau

Die Vorteile des einschichtigen Bestandesaufbaus sind in erster Linie darin zu sehen, dass sich solche Waldbestände auf einfache Weise begründen und erziehen lassen und an die waldbaulichen Fertigkeiten des Bewirtschafters geringere Anforderungen stellen. Darüber hinaus ermöglichen einschichtig aufgebaute Bestände aufgrund der besseren Übersichtlichkeit und der einfachen Erschließung in der Regel eine rationellere und kostengünstigere Holzernte, zumal die Hiebe häufig konzentriert auf kleinen Flächen erfolgen.

Diesen Vorteilen stehen allerdings eine Reihe ökologischer, ökonomischer und waldbaulicher Nachteile gegenüber. So besteht im Kronenraum einschichtig aufgebaute Bestände zwischen den einzelnen Bäumen ein permanenter Konkurrenzkampf um Licht, der bei Durchforstungsrückständen zur Einengung der Kronen und bei zu starkem Dichtschluss sogar zur Kronenrückbildung führt. Erfolgen also in solchen, unter starkem Konkurrenzdruck stehenden Beständen, nicht rechtzeitig die notwendigen regulierenden Pflegeeingriffe, so entstehen im Laufe der Zeit Waldbestände von sehr geringer Bestandesstabilität, da



▼ Buchdrucker-Befall an Fichte
© Jean-Pierre Arend

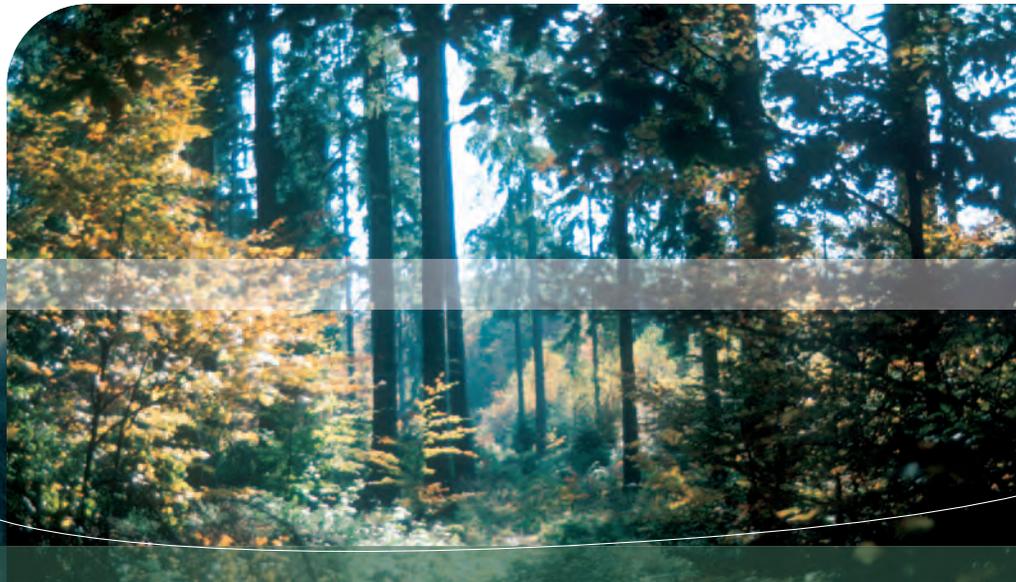


▲ Nicht gepflegter Fichten-Forst
© Marc Wagner

sich die eingegengten Kronen der Bäume im Kampf um Licht immer weiter nach oben schieben. In der Folge entstehen aufgrund des schlechten H/D-Verhältnisses und der nur schwach entwickelten Kronen, instabile, windwurfgefährdete Bäume von geringer Einzelbaumstabilität und Vitalität. Einschichtig aufgebaute Bestände zeichnen sich auch durch eine höhere Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und biotischen Schadereignissen aus, da aufgrund des gleichförmigen Bestandesaufbaus nur eine schlechte Risikoverteilung gegeben ist. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn es sich um Reinbestände aus nur einer, evtl. sogar nicht standortgerechten Baumart, handelt. Solche Bestände bieten häufig ideale Voraussetzungen für die Massenvermehrung forstlicher Schädlinge (z. B. Borkenkäferbefall in Fichtenreinbeständen). Daneben verhindert oftmals der geringe Lichtgenuss unter einem geschlossenen Kronendach, die Entwicklung anderer Baumarten und einer Kraut- und Strauchschicht, wodurch diese Waldbestände eine deutlich geringere Artenvielfalt beherbergen als mehrschichtig aufgebaute Mischbestände. Der Raum zwischen Oberschicht und Boden wird bei einem einschichtigen Bestandesaufbau nicht optimal genutzt. Besonders ungünstig wirkt sich ein einschichtiger Bestandesaufbau, z. B. in zu spät oder ungenügend gepflegten Fichtenreinbeständen aus, da neben der Kronenschicht (Licht) auch noch ein scharfer Konkurrenzkampf im fla-

chen Wurzelraum (Wasser und Nährstoffe) auftritt. Da nur sehr wenig Sonnenlicht auf den Waldboden trifft und diesen nur schwach erwärmt, läuft die Zersetzung der Bodenstreu (= Nährstoffmineralisierung) in solchen Nadelholzreinbeständen auch nur sehr langsam ab, was im Laufe der Zeit zur Bildung größerer Rohhumusschichten führt. In Verbindung mit dem starken Konkurrenzdruck im Kronen- und Wurzelbereich kann es durch die zusätzlich auftretende, mangelhafte Nährstoffmineralisierung in diesen Beständen zu Wuchsstockungen kommen.

Grundsätzlich ist ein einschichtiger Bestandesaufbau für sämtliche Lichtbaumarten wenig geeignet, da der durch das lichte Kronendach nicht genügend abgeschirmte Waldboden stark verwildert, d. h. dass der Waldboden von einer dichten Kraut- und Strauchschicht (Brombeere, Adlerfarn, Ginster, ...) bedeckt wird und dadurch das Auflaufen von natürlicher Verjüngung unter Umständen behindert wird. Im Extremfall kann es sogar zu einer flächigen Vergrasung des Waldbodens kommen, wie es häufig in lichten Kiefernwäldern der Fall ist. Eine Vergrasung wirkt sich jedoch nicht nur auf die natürliche Ansamung ausgesprochen negativ aus, sondern sie fördert zugleich auch die Entwicklung hoher und schädlicher Mäusepopulationen.



▲ Dr. Sperber, Forstamtsleiter im Forstamt Ebrach (Photo 1993) war ein eifriger Verfechter des naturnahen Waldbaus
© Marc Wagner

▲ Stufiger Mischbestand im Forstamt Florenville (B)
© Marc Wagner

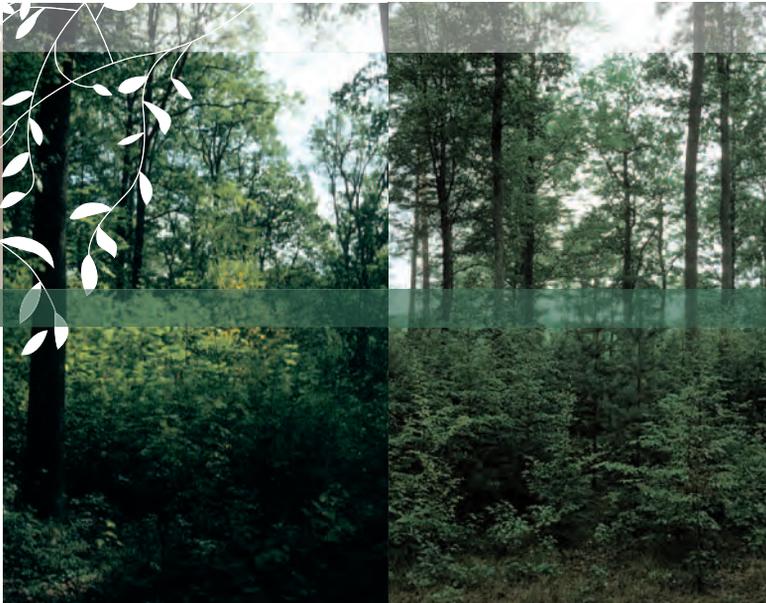
Der einschichtige Bestandesaufbau (Altersklassenwald)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Holzerntekosten durch hohe räumliche Ordnung und Übersichtlichkeit des Bestandes - einfache Bestandesbegründung 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Stabilität gegenüber biotischen und abiotischen Schäden - sehr anfällig gegenüber Pflegerückständen (Gefahr von Wuchsstockungen) - geringere Biodiversität - durch einschichtigen Bestandesaufbau nicht optimale Ausnutzung des standörtlichen Potenzials - höhere Kosten bei der Bestandesbegründung - größerer Anfall minderwertiger Schwachholzsortimente - v. a. bei Nadelbäumen langsame Streuzersetzung und somit schlechte Nährstoffversorgung der Bäume - geringerer ästhetischer Wert

Der stufige Bestandesaufbau

In stufigen, aus mehreren Schichten aufgebauten Wäldern, verursacht die Holzernte höhere Kosten als in einschichtig aufgebauten Beständen. Bedingt wird diese Tatsache dadurch, dass stufig aufgebaute Bestände unübersichtlicher sind und höhere Anforderungen an die Erschließung des Bestandes stellen aber auch dadurch, dass das Holzaufkommen in stufig aufgebauten Beständen weniger stark konzentriert anfällt als im schlagweisen Hochwald. Außerdem verlangt die eigentliche Holzernte mehr Sorgfalt, damit bereits vorhandene Naturverjüngung beim Fällen der Bäume nicht in größerem Maße zerstört und die künftige natürliche Entwicklung des Bestandes nicht beeinträchtigt wird.

Bei ganzheitlicher Betrachtung aller Aspekte ist festzustellen, dass ein stufiger Bestandesaufbau zahlreiche Vorteile besitzt, die die genannten Nachteile aufheben können: durch das Vorhandensein unterständiger, dienender Baumarten, die die Schäfte der Wertzuwachsträger umfüttern, lassen sich wertvolle Bäume von hoher Schaftqualität erziehen. Sehr förderlich auf die Qualität und somit auch den Wert der Bäume wirkt sich in stufigen Beständen die Möglichkeit aus, die Bäume in der Jugendphase im Halbschatten zu erziehen, was zu einer sehr feinästigen und gleichmäßigen Entwicklung führt. Man spricht in diesem Zusammenhang daher auch manchmal von der „edlen Halbschattenform“. Durch den stufigen Bestandesaufbau können die Bäume der Oberschicht gro-

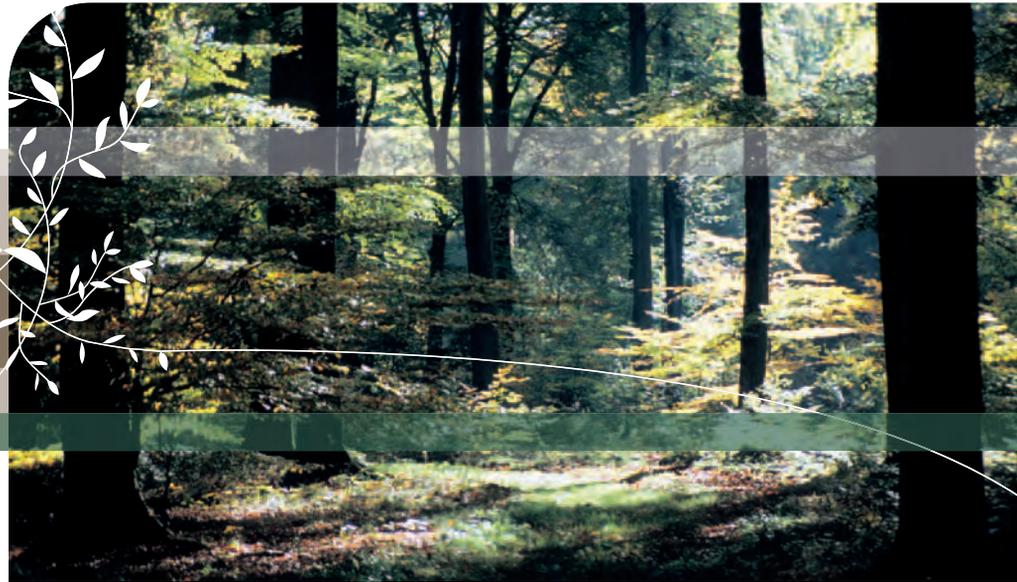


◀ (links und rechts)
 Mehrschichtiger Bestandesaufbau
 im Forstamt Ebrach (Bayern)
 © Marc Wagner

ße, verhältnismäßig tief angesetzte und gut aufgebaute Kronen entwickeln, die den Bäumen eine hohe Vitalität und einen hohen Zuwachs ermöglichen. Bedingt durch die hohe Vitalität der Bäume sind stufige Bestände, insbesondere dann, wenn es sich um artenreiche Mischbestände handelt, weniger anfällig gegenüber Krankheiten und Schadinsekten. Die Bäume der Oberschicht weisen durch ihr günstiges H/D-Verhältnis (siehe hierzu Kapitel 4.2.1) eine hohe Einzelbaumstabilität auf, weshalb stufige Bestände auch weniger windwurfgefährdet sind als einschichtige Bestände. Fallen in solchen Beständen jedoch trotzdem einmal Bäume einem Sturmereignis zum Opfer, so können die entstandenen Lücken durch die bereits vorhandenen Bäume aus der Unter- oder Zwischenschicht zügig geschlossen werden, die nun ihrerseits die Möglichkeit erhalten, in die herrschende Oberschicht einzuwachsen um sich dort gegebenenfalls selbst zu einem Wertzuwachssträger zu entwickeln. Man bezeichnet die Unter- und Zwischenschicht daher auch häufig als „Wartesaal“ für künftige Z-Baumanwärter. Durch das Vorhandensein einer entwicklungsfähigen Unter- und Zwischenschicht und eines lichten Altholzschirmes ermöglicht ein stufiger Bestandesaufbau, unter Ausnutzung der biologischen Automation, die kostengünstige Erziehung qualitativ hochwertiger Bäume. Daneben besitzt die Unter- und Zwischenschicht aber auch eine Bodenschutzfunktion, in-

dem sie Klimaextreme abschwächt, die Verdunstung reduziert und eine Erosion und Aushagerung des Waldbodens verhindert.

Ein stufiger Bestandesaufbau führt außerdem zu einer sehr unterschiedlichen Lichtverteilung im Bestand, wodurch eine heterogene Struktur der Pflanzengesellschaften gefördert wird. Auch auf den Humus und Boden wirkt sich die unterschiedliche Lichtverteilung förderlich aus, so fördert beispielsweise eine höhere Belichtung des Waldbodens die streuzersetzende Aktivität von Regenwürmern und Weißfäulepilzen, wodurch die in der Bodenstreu gebundenen Nährstoffe wieder schneller pflanzenverfügbar werden. Ein weiterer positiver Aspekt eines stufigen Bestandesaufbaus ist das dauerhafte Vorhandensein von Stark- und Altholz auf der gesamten Fläche, wodurch für eine Reihe verschiedener Tierarten (Vögel, Fledermäuse,...) attraktive Lebensraumbedingungen geschaffen werden und in solchen Wäldern eine hohe Biodiversität erreicht wird.



▲ Gleichaltriger Buchenwald mit Unterwuchs
© Marc Wagner

Der stufige Bestandesaufbau	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der Bestandesstabilität gegenüber biotischen und abiotischen Schadereignissen - Erhalt oder Verbesserung der Bodenqualität - höhere Biodiversität dank besseren Lebensraumangebots - wirtschaftliche Rentabilität durch bessere Ausnutzung des standörtlichen Potenzials und Produktion hochwertiger Holz - Kosteneinsparung durch geringeren Pflegeaufwand in der Jugendphase (Ausnutzen der biologischen Automation) - durch reichhaltiges Holzsortiment geringere Anfälligkeit gegenüber Schwankungen auf dem Holzmarkt - hoher ästhetischer Wert 	<ul style="list-style-type: none"> - In der Regel höhere Holzerntekosten

Abschließend ist noch zu erwähnen, dass stufig aufgebaute Waldbestände sich nicht nur durch ihre positiven ökologischen, ökonomischen und waldbaulichen Eigenschaften von einschichtigen Beständen hervorheben, sondern durch ihren Arten- und Strukturreichtum auch einen hohen ästhetischen Wert besitzen.

Schlussfolgerungen

Durch den Vergleich der Vor- und Nachteile des einschichtigen und stufigen Bestandesaufbaus wird die Überlegenheit stufiger Waldbestände gegenüber einschichtigen Beständen deutlich. Sieht man von den meist geringeren Holzerntekosten, der einfacheren Walderschließung und der leichteren waldbaulichen Erziehung und Behandlung

ab, so ist der einschichtige Bestandesaufbau den verschiedenen Ausprägungen des stufigen Bestandesaufbaus in allen Belangen unterlegen. Einer der entscheidenden Vorteile stufig aufgebauter Wälder ist wohl der, dass sich durch diese Bestandesform ein optimaler und harmonischer Ausgleich zwischen ökonomischen und ökologischen Zielen erreichen lässt und dem Bewirtschafter dabei zugleich ein Höchstmaß an Betriebssicherheit gewährt wird. Viele der positiven Eigenschaften stufig aufgebauter Bestände kommen in dem Maße stärker zum Tragen, in dem die Stufigkeit, die Struktur und Baumartenmischung in diesen Beständen zunimmt.



◀
Strukturierter Waldbestand
im Staatswald Larochette
© Marc Wagner



Aufgrund der vielen Vorteile, die ein strukturiert aufgebauter Mischbestand gegenüber einem gleichförmig aufgebauten Altersklassenwald besitzt, ist diese Bestandesform aus heutiger Sicht als zukunftsfähiger, waldbaulicher Idealzustand anzusehen. Dabei stellt der einzelbaumweise genutzte Plenterwald, mit seinem hohen Arten- und Struktureichtum, die höchste Kulturform strukturierter Mischwälder dar.

3.5.3. Die Struktur der forstlichen Fläche in Luxemburg

Luxemburg besitzt eine Gesamtwaldfläche von 89 150 ha, was einem Bewaldungsprozent von 34,3% entspricht. Gemäß den Daten des aktuellen Luxemburger Landeswaldinventars² bestehen 86,4% (73 400 ha) der Fläche aus Hochwald und 13% (11 050 ha) aus (Eichen-) Niederwald.

Betrachtet man die Zusammensetzung der Hochwälder ein wenig eingehender, so ergibt sich daraus folgendes Bild:

Hochwald (73 400 ha)	Laubwald: 47 200 ha (64,3%)	davon	<ul style="list-style-type: none"> - Buche: 20 550 ha (28%) - Eiche: 9 750 ha (13,3%) - Edellaubhölzer: 6 400 ha (8,7%) - Sonstige: 10 500 ha (14,3%)
	Nadelwald: 26 200 ha (35,7%)	davon	<ul style="list-style-type: none"> - Fichte: 17 350 ha (23,6%) - Douglasie: 2 700 ha (3,7%) - Kiefer & Lärche: 1 600 ha (2,2%) - Sonstige: 4 550 ha (6,2%)

² „La forêt luxembourgeoise en chiffres - Résultats de l'inventaire forestier national au Grand-duché de Luxembourg 19998-2000“. Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg oder „Der Luxemburger Wald in Zahlen - Ergebnisse der Luxemburger Landeswaldinventur 1998-2000“. Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg



▲ Manuelles Aufarbeiten von Schichtholz
© Marc Wagner

Flächenmäßige Aufteilung des Hochwaldes nach Art der Bestandesstruktur

Einschichtige Bestände (Altersklassenwald)	55 450 ha	75,5%
Zweischichtige Bestände	11 550 ha	15,7%
Dreischichtige Bestände	700 ha	1%
Plenterwälder	0 ha	0%
Verjüngungs- und sonstige Flächen	5 700 ha	7,8%
Total	73 400 ha	100%

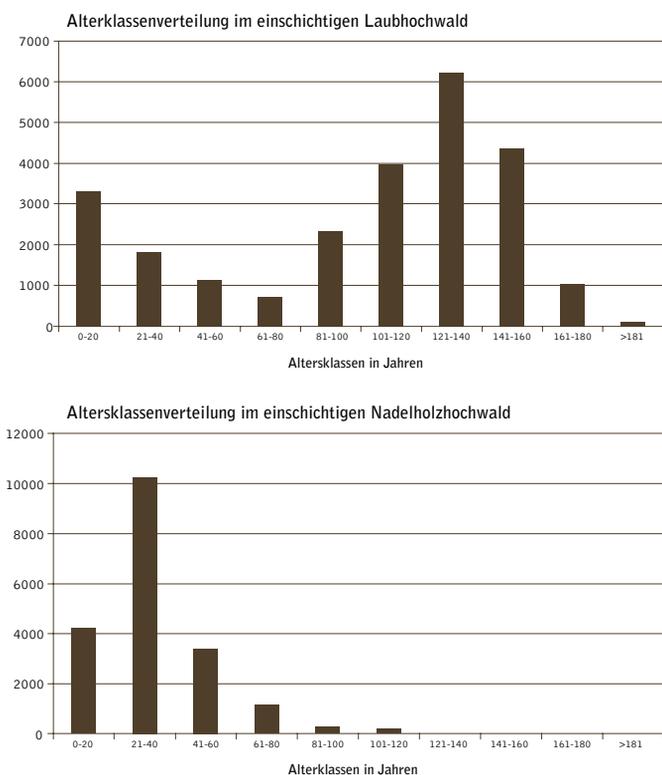
Zusammenfassend ergibt sich aus diesen Daten unter dem Gesichtspunkt der Bestandesstruktur für den Hochwald in Luxemburg folgendes Bild:

- der Hochwald setzt sich zu 2/3 aus Laubhölzern und zu 1/3 aus Nadelhölzern zusammen;
- mehr als 75% des Hochwaldes besteht aus **einschichtig** aufgebauten Altersklassenwäldern;
- ein stufiger Bestandaufbau ist nur auf knapp 17% der Fläche anzutreffen, plenterartig aufgebaute, stark strukturierte Bestände fehlen ganz;
- in Laubwäldern stellt die Buche die dominierende Baumart dar, in Nadelholzbeständen ist es die Fichte;
- für die einschichtig aufgebauten Laubwälder weist die Altersklassenverteilung einen deutlichen Überhang alter Bestände aus: der Großteil dieser Wälder ist über 100 Jahre alt, wobei der Gipfel der Verteilung in der Altersklasse zwischen 121-140 Jahren liegt;
- in den einschichtig aufgebauten Nadelholzbeständen stellt sich ein gegenteiliges Bild dar, hier dominieren junge Bestände zwischen 21-40 Jahren. Bestände mit einem Alter von mehr als 100 Jahren sind eine seltene Ausnahme.

▼ Strukturierter Mischbestand
im Staatswald Gruenewald
© Marc Wagner



◀ Alter Eichen-Hainbuchenwald
© Marc Wagner

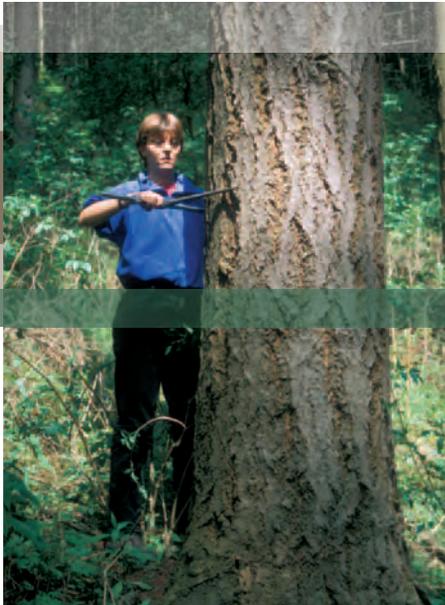


3.5.4. Die aktuelle und künftige Bedeutung strukturierter Mischwälder im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung

Der schlagweise, einschichtig aufgebaute Hochwald ist, wie die Daten des aktuellen Landeswaldinventars zeigen, in Luxemburg die vorherrschende Bestandesform. Strukturierte, stufig (=ungleichaltrig) aufgebaute Hochwälder spielen in der augenblicklichen Zusammensetzung der Waldfläche hingegen lediglich eine untergeordnete Rolle, ihr Anteil an der Gesamtfläche ist gering. Trotz einiger ökonomischer Vorteile führt eine kritische Betrachtung des einschichtig aufgebauten Hochwaldes zu der Erkenntnis, dass diese Form des Bestandesaufbaus den heutigen ökologischen, ökonomischen und waldbaulichen Ansprüchen nicht mehr in allen Belangen gerecht wird. Generell gilt, dass strukturierte, ungleichaltrig aufgebaute Mischwälder den Ansprüchen einer modernen multifunktionalen Waldbewirtschaftung eher gerecht werden, da den verschiedenen Aspekten des Waldes der gleiche Wert beigegeben wird und diese in einem harmonischen Verhältnis zueinander stehen.

In der forstlichen Praxis sollte dies allerdings nicht dazu führen, nun reflexartig nur noch eine Plenterwaldbewirtschaftung als die einzig richtige Bewirtschaftungsform anzusehen und zu propagieren, weil über diese ein Höchstmaß von Struktur und Mischung erreicht werden würde. Dies würde einen Wechsel von einem Extrem in das andere darstellen. Vielmehr sollte sich der Waldbau der Zukunft ein möglichst breites Spektrum waldbaulicher In-

▼ Starker Douglasienstamm
© Marc Wagner



▲ Alter Buchenwald
© Marc Wagner

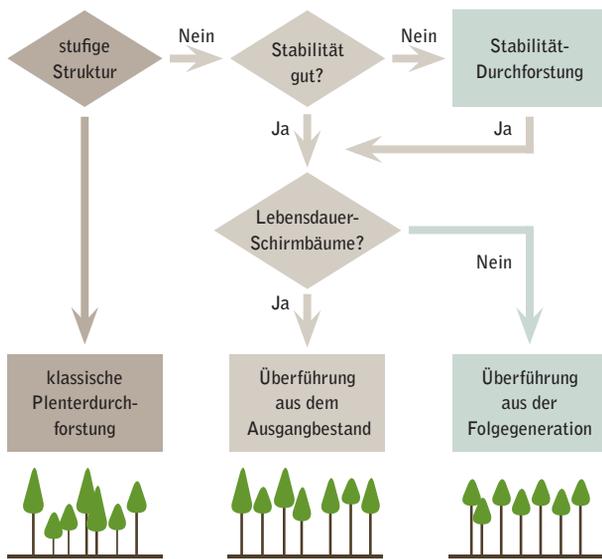
strumente und Verfahren zu Nutzen machen, deren Schwerpunkt zwar im Bereich des strukturierten Mischwaldes liegt, zugleich aber auch noch Freiraum für andere Formen des Waldbaus lässt, zu denen auch einschichtig aufgebaute und schlagweise genutzte Altersklassenwälder gehören. In Bezug auf das Baumartenspektrum ist das Hauptaugenmerk zwar in erster Linie auf einheimische Laubbaumarten zu legen, doch sollte unter geeigneten Standortverhältnissen und unter Berücksichtigung des Risikos, auch ein Anbau von Nadelbäumen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen, scheint nach heutigem Kenntnis- und Erfahrungsstand, insbesondere die Douglasie eine Baumart zu sein, die auch in Zukunft im Rahmen der waldbaulichen Planung auf geeigneten Standorten berücksichtigt werden sollte. Eine solche, breitgefächerte waldbauliche Vorgehensweise brächte nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus ökonomischer und landschaftsästhetischer Sicht, den größten Mehrwert mit sich und würde ein Höchstmaß an Zukunftssicherheit bieten.

Ein Banker würde eine solche Strategie wahrscheinlich mit folgenden Worten beschreiben: „Risikostreuung durch breit angelegtes Portfolio von Wertpapieren mit guter Performance“.

Augenblicklich wird der Luxemburger Wald jedoch noch überdeutlich von einschichtig aufgebauten Altersklassenwäldern dominiert, wobei es sich im Falle der Nadelbaumbestände außerdem fast ausschließlich um Reinbestände aus nur einer einzigen Baumart handelt. Aus diesem Grunde möchte die Forstverwaltung die Verbreitung des strukturierten, ungleichaltrigen und vorwiegend aus natürlich vorkommenden Laubbaumarten bestehenden Hochwaldes, im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung fördern. Die Abkehr vom klassischen, schlagweise betriebenen Hochwaldbetrieb und der Umbau der daraus entstandenen Altersklassenwälder in naturnahe, strukturreichere Mischbestände, stellt für die Forstwirtschaft eine überaus anspruchsvolle und schwierige Aufgabe dar und ist als eine der großen forstwirtschaftlichen Herausforderungen der nächsten Jahre und Jahrzehnte anzusehen. Eine besondere Erschwernis stellt dabei die Tatsache dar, dass es sich im Bereich des Laubholzes zu einem großen Teil um überalterte Buchen- und Eichenbestände handelt, die sich aufgrund ihres Alters und der daraus resultierenden fehlenden Entwicklungsdynamik, nicht mehr für eine direkte Überführung in strukturierte Mischwälder eignen. In diesen Fällen ist eine Überführung vom gleichaltrigen, schlagweisen Hochwald zu einem ungleichaltrigen, strukturierten Mischwald erst mit Hilfe



◀ Der ältere Fichtenbestand wird von dem Laubholz-Unterbau abgelöst (Forstamt Florenville (B))
© Marc Wagner

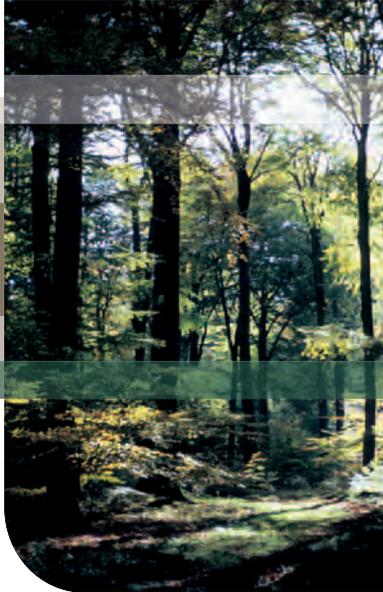


Überführungsschema nach SCHÜTZ (1999)

der nächsten Baumgenerationen möglich. Der Umbau dieser Wälder benötigt also viel Zeit und macht die Entwicklung und das Verfolgen einer langfristig orientierten Waldbaustrategie notwendig.

Vollkommen anders stellt sich dagegen die Situation im Falle der einschichtig aufgebauten Nadelholzbestände dar. Hier handelt es sich meist um noch relativ junge, entwicklungsfähige Bestände, deren Schwerpunkt in der Altersklasse zwischen 21-40 Jahren liegt. Aus diesen Beständen lässt sich durch Unterbau mit standortsgerechten Laubbaumarten und durch strukturierende Pflegeeingriffe in der Regel noch in derselben Baumgeneration der Aufbau strukturierter, ungleichaltriger Mischbestände einleiten. In Beständen, die mangels Pflege über eine nur unzureichende Bestandesstabilität verfügen, sind im Vorfeld stabilisierende Pflegeeingriffe notwendig. Stabilitätsdurchforstung oder stabilitätsfördernde Auslesedurchforstung stellen hierfür die passenden waldbaulichen Instrumente dar.

▼ Waldbild
© Marc Wagner



▼ Strukturierter Mischbestand
im Forstamt Florenville (B)
© Marc Wagner



3.6. Welche Auswirkungen hat die Überführung von gleichförmigen Altersklassenwäldern in naturnahe, strukturreiche Mischbestände auf die Forsteinrichtung?

Die Überführung gleichförmiger Altersklassenwälder in artenreiche Mischbestände von hoher Naturnähe und großem Strukturreichtum hat nicht nur erhebliche Auswirkungen auf die Waldbaupraxis und die Holzernte, sondern auch auf die forstliche Betriebsplanung – die Forsteinrichtung.

Aufgabe der Forsteinrichtung ist es, über regelmäßige Zustandskontrollen in einem Forstbetrieb die mittelfristigen (i. d. R. 10 Jahre) Zielsetzungen zu formulieren, die dafür notwendige waldbauliche Vorgehensweise zu definieren und die maximal nachhaltig nutzbare Holzmenge festzulegen. Das Vorhandensein einer funktionierenden Forsteinrichtung ist die Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes.

Forsteinrichtung im Altersklassenwald

Im gleichförmig aufgebauten Altersklassenwald erfolgt die Forsteinrichtung mit Hilfe sogenannter Ertragstafeln, aus denen das Wachstum, der Zuwachs und der Holzvorrat von Beständen der wichtigsten (Wirtschafts-)Bau-

arten auf unterschiedlichen Standorten und in den jeweiligen Altersklassen geschätzt werden kann und zur Festlegung des „klassischen“ Hiebsatzes führt. Die Bestimmung des Holzvorrats (und in einem geringen Maße auch des Gesamtwachses) ist dabei abhängig von der Dichte eines Bestandes (Bestockungsgrad). Die Werte in den Ertragstafeln basieren auf der engen Beziehung, die zwischen dem Alter und der Höhe eines Baumes/Bestandes besteht. Dies bedeutet, dass die Bäume eines gleichförmigen Reinbestandes, abhängig vom Standort, in einem bestimmten Alter eine bestimmte typische Höhe aufweisen. Zwischen den verschiedenen Baumarten existieren dabei große, artspezifische Unterschiede.

Durch die Berücksichtigung des Standortes wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die Oberhöhe eines Baumes/Bestandes in einem bestimmten Alter in entscheidendem Maße von der Leistungskraft des jeweiligen Standortes abhängt. So ist die Baumhöhe bei gleichem Alter auf einem guten Standort größer als auf einem schlechteren.

In der Praxis erfolgt die Ermittlung der Ertragstafelwerte in speziellen Ertragstafelreinbeständen. Es handelt sich dabei um definierte Bestände, die einer bestimmten, festgelegten waldbaulichen Behandlung unterworfen sind und deren Zuwachsdaten laufend ermittelt und analysiert werden. Mit Hilfe der daraus gewonnenen Aufnahmedaten lässt sich der Wachstums- und Entwicklungsverlauf der

▼ Gleichaltriger Buchenbestand
© Marc Wagner



▲ Ermittlung des
Stammmittdurchmessers
© Mireille Feldtrauer-Molitor

untersuchten Bestände in Form von Ertragstafeln modellhaft darstellen und auf andere Bestände übertragen, die aus derselben Baumart bestehen und vergleichbare Wuchsbedingungen (Standort, Lage, Art der Bestandeserziehung, ...) aufweisen.

Trotz ihrer weiten Verbreitung weist die klassische Forsteinrichtung mittels Ertragstafeln in der Praxis jedoch verschiedene Schwachstellen und Mängel auf, die ihre Anwendung in strukturierten Mischbeständen ausschließen:

- Fast alle verfügbaren Ertragstafeln basieren auf der beobachteten Entwicklung von Reinbeständen und setzen für ihre Anwendung einen gleichförmigen Bestandesaufbau voraus.
- Da der Verlauf der Bestandesentwicklung ganz entscheidend von der waldbaulichen Behandlung abhängt, gelten Ertragstafeln nur für ein ganz bestimmtes Erziehungskonzept (Durchforstungsart und -stärke). Wird also bei der waldbaulichen Behandlung von dem in der Ertragstafel vorgesehenen Konzept abgewichen, so kommt es zu Unstimmigkeiten zwischen Modell und Wirklichkeit, die umso größer sind, je weiter sich das waldbauliche Vorgehen vom dem in der Ertragstafel unterstellten Modell entfernt.

Der Gebrauch von Ertragstafeln ist daher nur solange sinnvoll, wie die darin festgelegten Eigenarten und Grenzen der ihnen zugrundeliegenden Modelle eingehalten werden. Einen weiteren Schwachpunkt von Ertragstafeln stellt die Tatsache dar, dass sich das Wachstum der Wälder in den letzten Jahren und Jahrzehnten durch die angestiegenen Stickstoffimmissionen verändert (erhöht) hat und vielerorts nicht mehr dem Wuchsverhalten entspricht, wie es ursprünglich in den Ertragstafeln ermittelt wurde.

Forsteinrichtung in strukturierten Mischbeständen

Im Zuge der Umsetzung der Ziele des naturnahen Waldbaus nimmt der Struktureichtum der Waldbestände zu. Der Waldaufbau entfernt sich dabei zunehmend von typischen Altersklassenstrukturen und damit auch von Ertragstafelmodellen. Daher führt die Anwendung von Ertragstafeln in strukturierten, artenreichen Mischbeständen zu Fehleinschätzungen bei Ermittlung der nutzbaren Holzmenge und ist deshalb für die Forsteinrichtung in diesen Beständen ungeeignet. Aus diesem Grunde macht die Forsteinrichtung in strukturierten Mischbeständen die Anwendung anderer Inventur- und Planungsmethoden notwendig und es bedarf einer bewussten Abkehr vom Altersklassendenken.



▲ Einmessung eines
Stichprobengitternetzes
© Marc Wagner

Eine besondere Erschwernis stellt dabei die Tatsache dar, dass zwischen den beiden Extremen – gleichförmiger Reinbestand und struktur- und artenreicher Plenterwald – eine Vielzahl unterschiedlichster waldbaulicher Übergangsformen existiert, die allesamt von der Forsteinrichtung erfasst werden müssen.

Für die Forsteinrichtung in strukturierten Mischbeständen existieren heute verschiedene Methoden und Systeme, die in ihren Grundzügen allesamt auf der bereits Ende des 19. Jahrhunderts entwickelten Kontrollmethode basieren, aus welcher sich durch die Integration statistischer Verfahren die heute weit verbreitete Kontrollstichprobe entwickelt hat. Bei dieser Methode wird der Zuwachs nicht mehr mittels festgelegter Ertragstafelwerte bestimmt, sondern über die regelmäßige Aufnahme (Stichprobeninventuren) des Vorrats und der Stärkeklassenstruktur. Auf kleinen Flächen besteht die Möglichkeit, diese Bestandesdaten über eine Vollaufnahme (Vollinventur) aller Bäume, die über einem bestimmten Durchmesser liegen, zu ermitteln. Bei größeren und großen Flächen werden die Bestandesdaten hingegen über permanente oder – in seltenen Fällen – temporäre Stichprobenflächen aufgenommen und anschließend mit Hilfe statistischer Verfahren auf die

gesamte Bestandesfläche hochgerechnet. Sowohl die Vollaufnahme, als auch die Stichprobenaufnahme liefern ausreichend genaue Resultate. Über die Wiederholungen dieser Aufnahmen, sowie Berücksichtigung der genutzten Holzmengen wird ein Vergleich der erhobenen Daten möglich. Dadurch erhält man ein sehr genaues Bild über den laufenden Zuwachs, die Vorratsentwicklung, die Vorratsstruktur, sowie über die Auswirkungen waldbaulicher Eingriffe. Darüber hinaus lassen sich aus den ermittelten Daten Vorgaben machen, welche Holzmengen zukünftig genutzt werden können bzw. sollen.

Der entscheidende Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es in allen Waldbeständen anwendbar und nicht an ein bestimmtes waldbauliches Behandlungskonzept gebunden ist. Dem Bewirtschafter wird somit ein Höchstmaß an waldbaulicher und planerischer Freiheit gewährt.

- ▼ Mittelalter Eichenstamm, welcher noch längere Zeit im Bestand verbleiben dürfte
© Marc Wagner



- ▲ Aufnahmen auf einem Stichprobenpunkt im Wald
© Marc Wagner

3.6.1. Von der Ertragstafel zur Kontrollstichprobe

Die Phase der Überführung gleichförmiger Altersklassenwälder in strukturierte Mischbestände stellt für die Forsteinrichtung eine besondere Herausforderung dar. Zum einen muss der Übergang von einem, auf der Anwendung von Ertragstafeln basierenden System, hin zu einer auf Vollaufnahmen, Stichproben und statistischen Berechnungen beruhenden Forsteinrichtungsmethode vollzogen werden. Zum anderen gilt es zugleich auch, besondere Aspekte und Schwierigkeiten die während der Phase der Überführung zutage treten, angemessen zu berücksichtigen.

Dabei wirkt sich eine Überführung nicht nur auf waldbaulicher Ebene aus, sondern sie führt auch zu einer Reihe langfristiger organisatorischer und ökonomischer Veränderungen innerhalb eines Forstbetriebes. All diese Veränderungen müssen von der Forsteinrichtung erfasst und analysiert werden und in entsprechendem Maße in die künftige Planung einfließen.

3.6.2. Veränderungen auf ökonomischer Ebene

Aus ökonomischer Sicht muss während der Überführungsphase trotz kurz- bis mittelfristig höheren Einnahmen mit Ertragseinbußen gerechnet werden. Diese resultieren aus der niedrigeren Baumzahl (vorzeitige Entnahme von Bäumen zur Anregung der natürlichen Verjüngung oder Förderung des Vorbaus) und des höheren Risikos während der Überführung. Langfristig werden die Ertragseinbußen jedoch durch den höheren zu erwartenden Wertholzanteil und den geringeren Kosten für Pflege- und Erziehungsmaßnahmen, kompensiert. In älteren Beständen, in denen eine Überführung aufgrund des physiologischen Alters der Bäume erst in der Folgegeneration möglich ist, gilt es zudem einige Schirmbäume auszuwählen, die zumindest zeitweise die spätere Oberschicht in einem strukturierten Mischbestand übernehmen können. Diese Schirmbäume sollen zur Förderung der Strukturdiversifizierung so lange wie möglich erhalten bleiben und erst bei Erreichen ihres biologischen Höchstalters genutzt werden oder als Alt- bzw. Totholz im Bestand belassen werden. Daher müssen diese Bäume vorherrschend sein und eine sehr gute Kronenentwicklung aufweisen. In aller Regel werden diese Kriterien nur von den Wertzuwachssträgern eines Bestan-



◀ Eine extensivere Bewirtschaftung hat in schwierigem Gelände öfter zu einer etwas ungleichaltrigen Struktur geführt
© Marc Wagner

des erfüllt. Das bedeutet also, dass ein Teil der starken und in der Regel wertvollsten Bäume erst zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden können, als dies im schlagweisen Altersklassenwald der Fall gewesen wäre.

3.6.3. Veränderungen aus waldbaulicher Sicht

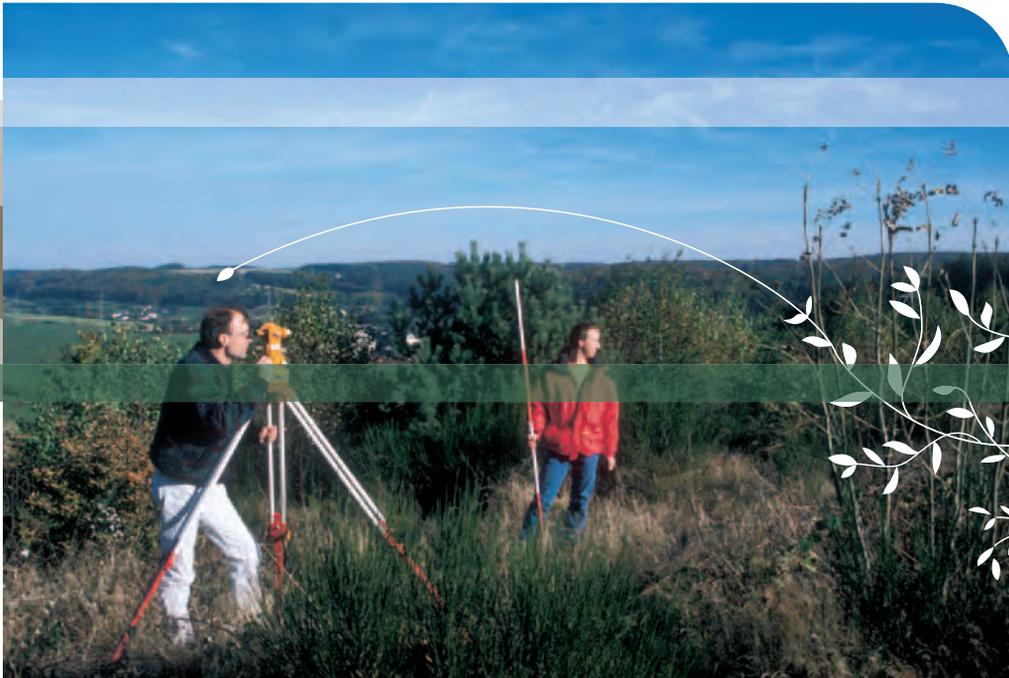
Grundsätzlich gilt, dass das waldbauliche Überführungskonzept so gut wie möglich an die jeweilige Ausgangssituation angepasst sein muss. Da zwischen den verschiedenen zu überführenden Beständen und den langfristigen waldbaulichen Zielsetzungen jedoch ein ausgesprochen hoher Variantenreichtum herrscht, ist die verbindliche Formulierung und die Festlegung einer konkreten allgemeinen waldbaulichen Vorgehensweise sehr schwierig. Zusätzlich erschwert wird diese Tatsache dadurch, dass man für unsere Gegenden noch nicht über ausreichende Erfahrungswerte verfügt um eindeutige Zielsetzungen für einen Endzustand (Zielvorrat, Stammzahlverteilung) in einem strukturierten Mischbestand zu definieren. Auch ist noch

nicht ausreichend erforscht, wie Einzelbäume und Bestände auf verschiedene Behandlungsstrategien reagieren und in welchem Maße das Wuchsverhalten durch die verschiedenen waldbaulichen Eingriffe, beeinflusst wird. Daher lassen sich das Risiko und der Wachstumsverlauf allenfalls abschätzen, jedoch nicht exakt vorhersagen. Aus diesen Gründen ist auch die Festsetzung eines konkreten Überführungszeitraums für den Einzelbestand derzeit noch nicht möglich.

3.6.4. Veränderungen auf der Ebene des Forstbetriebes

Die Überführung gleichförmiger Altersklassenwälder in strukturierte Mischbestände ist mit einem erheblichen zusätzlichen organisatorischen und personellen Mehraufwand verbunden. Während der heiklen Phase der Überführung bedarf es zur Überprüfung des Überführungserfolges regelmäßiger Kontrollen. Wichtig ist dabei, die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Kontrollen relativ

▼ Einmessung eines
Stichprobenpunktes
© Genot Engels



kurz zu halten um rechtzeitig auf drohende Strukturverluste reagieren zu können. Notwendig sind regelmäßige Kontrollen aber auch, um Informationen über die Entwicklung des Zuwachses zu erhalten um sich somit an den optimalen Vorrat hinsichtlich Höhe und Zusammensetzung langsam heranzutasten.

Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Überführung ist das Vorhandensein gut geschulten und motivierten Forsteinrichtungspersonals, mit einem hohen waldbaulichen Sachverstand.

Im Hinblick auf die Auswirkungen der Überführung auf die Forsteinrichtung bleibt folgendes festzuhalten: die Überführung gleichförmiger Altersklassenwälder in strukturierte Mischwälder hat erhebliche Auswirkungen auf die Forsteinrichtung und macht die Anwendung und Entwicklung neuer Forsteinrichtungsmethoden notwendig. Obwohl dieses Thema in den letzten Jahren bereits Inhalt zahlreicher forstlicher Forschungsprojekte gewesen ist, existieren noch immer eine Reihe offener, ungeklärter Fragen. Darüber hinaus verfügt man in einigen Bereichen noch nicht über ausreichend Erfahrung um konkrete Aussagen

darüber zu machen, wie ein optimales Überführungskonzept auszusehen hat und welche Auswirkungen sich daraus für die Forsteinrichtung im Detail ergeben. Aus diesem Grunde muss die Forsteinrichtung während der Überführungsphase, neben periodischen Kontrollen, auch eine betriebs- und bestandesbezogene Risiko- und Schadensanalyse beinhalten, um den Erfolg von Überführungsmaßnahmen sicherzustellen. So wäre es beispielsweise möglich die Gefahr und die Auswirkungen von Sturmereignissen (Vivian, Wiebke, Lothar, ...), mittels einer Risiko- und Schadensanalyse im Rahmen der Forsteinrichtung zu erfassen. Auch wenn sich Störungen, wie etwa Sturmereignisse nicht genau bezüglich ihres zeitlichen und räumlichen Eintretens vorhersagen lassen, so lässt sich doch zumindest die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens berechnen. Zusätzliche Relevanz erhalten Risiko- und Schadensanalysen auch vor dem Hintergrund einer globalen Klimaerwärmung, in deren Folge damit zu rechnen ist, dass die Heftigkeit und Häufigkeit extremer Klimaereignisse in Zukunft weiter zunehmen wird und dabei auch entsprechende Auswirkungen auf die Forstwirtschaft hat.



4. Konkrete Beispiele zur praktischen Umsetzung des naturnahen Waldbaus

4.1. Holzernte

Unter Holzernte ist die Nutzung ausgereifter Bäume zu verstehen, die eine bestimmte Zieldimension, z. B. einen Brusthöhendurchmesser (BHD) von 60 cm, oder ein bestimmtes Zielalter erreicht haben (entspricht der Umtriebszeit, in Luxemburg etwa 140 Jahre bei der Buche). Im Gegensatz dazu hat die Waldpflege, z. B. Durchförsung, bei der ebenfalls nutzbares Holz anfallen kann, nicht den Zweck der Nutzung, sondern das anfallende Holz ist lediglich ein Nebenprodukt von Pflegemaßnahmen.

Empfehlungen für einen naturnahen Waldbau

Erstes Ziel bei der Holzernte, wie es das für Luxemburg vorgeschlagene Konzept vorsieht, ist die Nutzung starker und qualitativ hochwertiger Bäume. Im naturnahen Wald gelten Bäume als erntereif, wenn sie ihre **Zielstärke** (und nicht etwa ein bestimmtes Zielalter) erreicht haben. Sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Holzpreise) al-

lerdings ungünstig, so kann der Zeitpunkt der Ernte hinausgeschoben werden, ohne aber dabei das Risiko einer Entwertung des Holzes durch Kernbildung, Stammfäule oder anderer Holzschäden einzugehen. Man spricht in diesem Zusammenhang daher auch häufig von einer Vorratsstreckung.

Zielstärken sind Mindestgrößen, d. h. dass ein Zukunftsbaum, der seinen Zieldurchmesser erreicht hat, genutzt werden **kann**, aber nicht genutzt werden **muss**. Entscheidungshilfen, ob ein Baum noch im Bestand verbleiben kann, sind wert- und qualitätsmindernde Faktoren wie Farbkernebildung bei Buche und Esche, Pilzbefall, oder auch Kronenschäden, die eine nachlassende Vitalität erkennen lassen.

Mögliche Zielstärken für unsere Hauptbaumarten, in Abhängigkeit der Standortsgüte, sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:



▲ Starker Eichen-Qualitätsstamm
© Marc Wagner

▲ Grossflächiger Kahlschlag im Oesling
© Marc Wagner

▲ Rotkern bei der Buche
© Mireille Feldtrauer-Molitor

	Ungenügende Nährstoff- und Wasserversorgung/ nicht standortgerecht	Mittlere Nährstoff- und Wasserversorgung	Gute Nährstoff- und Wasserversorgung
Buche, Eiche	60 cm	65 cm	70 cm
Kirsche		50 cm	50 cm
Andere Edellaub-holzarten	50 cm	55 cm	60 cm
Fichte	40 cm	50 cm	50 cm
Kiefer		60 cm	60 cm
Douglasie	50 cm	80 cm	80 cm

In einem naturnahen Bestand kann die Holzernte einzelbaum-, trupp-, gruppen- oder horstweise erfolgen.

Trupp: eine Anzahl von Bäumen, die auf einer Fläche mit dem Durchmesser von etwa einer halben Baumlänge wachsen (Flächengröße: bis zu 3 ar).

Gruppe: eine Anzahl von Bäumen, die auf einer Fläche mit dem Durchmesser von etwa einer Baumlänge wachsen (Flächengröße: von 3 bis 10 ar).

Horst: eine Anzahl von Bäumen, die auf einer Fläche mit dem Durchmesser von etwa zwei Baumlängen wachsen (Flächengröße: von 10 bis 50 ar).

Auf Kahlschlag wird, besonders bei Laubholz, grundsätzlich verzichtet. Als Kahlschlag versteht man im Prinzip Kahlfelder von mehr als 1 Hektar, auf denen freilandähnliche (mikroklimatische) Bedingungen herrschen. Kahlfelder unterhalb dieser Größe werden als Kleinkahlschlag bezeichnet. Nicht als Kahlschlag anzusehen sind Zonen- oder Streifenschirmhiebe, sowie andere Verjüngungshiebe die nur kleinflächige Löcher im Bestand schaffen und weder das Bestandsinnenklima nachhaltig beeinflussen noch die Bodenerosion verstärken.

▼ Künstlich eingebrachte
Buchenverjüngung in ein Loch
eines Fichtenaltbestandes
© Marc Wagner



▲ Waldarbeiter beim
Holzeinschlag im Nadelholz
© Mireille Feldtrauer-Molitor



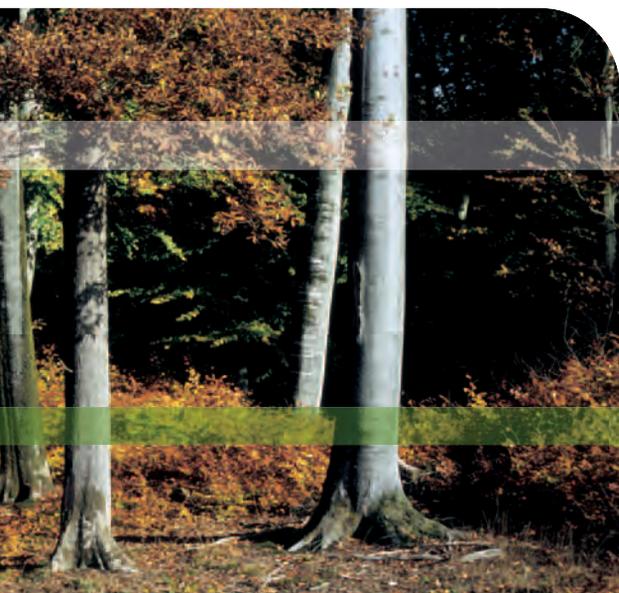
Im naturnahen Waldbau können Kahlschläge ausnahmsweise gerechtfertigt sein, um gleichaltrige Reinbestände in ungleichaltrige Mischbestände umzuwandeln – falls gewünschte Bestände mit Lichtbaumarten nicht anders begründet werden können – um weitere Baumarten gruppenweise einzubringen, wenn die Baumart des ausscheidenden Bestandes nicht standortgerecht ist, oder wenn punktuell Freiflächen für den Erhalt und den Schutz lichtliebender Tier- oder Pflanzenarten aus konkreten Naturschutzgründen erforderlich sind.

Der naturnahe Waldbau vermeidet Bodenbeeinträchtigungen bei der Holzernte durch den Einsatz geeigneter Techniken und die Berücksichtigung von Boden- und Witterungsbedingungen. Die entsprechenden Maßnahmen werden in Kapitel 4.7 Walderschließung und Projekte im Wald-Wegebau erläutert.



Allgemeine Empfehlungen zur Umwandlung naturferner Bestände entsprechend den Vorgaben des naturnahen Waldbaus

Die Holzernte im hiebsreifen Bestand bietet die beste Gelegenheit, arten- und strukturarme Bestände mit nicht standortsangepassten Baumarten in standortgerechte Bestände von größerer Naturnähe umzuwandeln. Um das Standortspotenzial und die natürliche Wuchsdynamik gezielt zu nutzen, orientiert sich der Bewirtschafter idealerweise an forstlichen Leitbildern. Diese Leitbilder beschreiben den gewünschten Zustand eines Waldes und sind Teil der Waldbau-Richtlinien. Während des Bestandeslebens kann durch kontrollierte Eingriffe auf ein Ziel (Leitbild) hingearbeitet werden. Die forstliche Standortkartierung und die Forsteinrichtung sind zwei wesentliche Dokumente für die Umsetzung forstlicher Leitbilder welche den lokalen und regionalen forstlichen Gegebenheiten Rechnung tragen.



▲ Verjüngungskegel in gleichaltrigem Buchenbestand
© Marc Wagner



▲ Rändelhieb am Rand einer Naturverjüngung: die eingeschlagene Buche wird zugeschnitten und gemessen
© Marc Wagner

Zu den Inhalten dieser Leitbilder gehören unter anderem die anzustrebenden Baumartenmischungen in Abhängigkeit des Standortpotenzials, sowie die horizontale und die vertikale Strukturierung der Bestände.

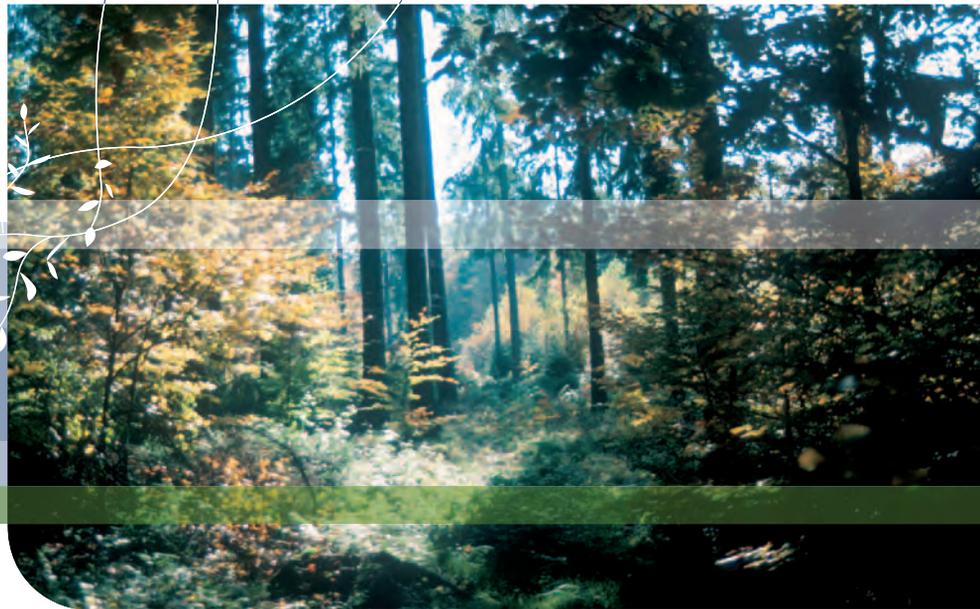
Ein alter, wenig strukturierter Bestand aus Schattbaumarten, wie beispielsweise der Buche, wird im Sinne eines naturnahen Waldbaus femelartig genutzt, wobei die Ernte der Bäume mit der benötigten Zielstärke gruppen- oder horstweise erfolgt und auf einen längeren Verjüngungszeitraum geachtet werden muss. Femelartig bedeutet, dass die Verjüngung eines Bestandes unter dem aufgelichteten Kronendach des Altholzes vorgenommen wird, wobei mit unregelmäßig über die Fläche verteilten Auflichtungen oder Lichtschächten gearbeitet wird, die im Laufe der Zeit allmählich vergrößert und in zunehmendem Maße aufgelichtet werden.

Einschichtige, strukturarme Fichtenaltholzbestände stellen die wohl schwierigsten Ausgangsbedingungen für eine Überführung in naturnahe Bestände dar, da hier die Entnahme der dicksten und somit stabilsten Bäume eine erhebliche Schwächung des Bestandesgefüges zur Folge haben kann. Ob und wo in einschichtigen Beständen eine Umwandlung zu naturnäheren Beständen machbar ist, kann nur einzelfallweise entschieden werden, wobei

das Höhen/Durchmesser-Verhältnis (H/D-Verhältnis) der Bäume als Indikator für die Baum- und Bestandesstabilität dient. Bei der Entscheidungsfindung gilt es jedoch auch die Hanglage und die Tiefgründigkeit des jeweiligen Standortes in angemessenem Maße zu berücksichtigen.

Eine Möglichkeit, Fichtenaltholzbestände in naturnähere, ungleichaltrige Bestände mit erhöhtem Laubholzanteil umzuwandeln, stellt das Durchführen sogenannter „Lochhiebe“ (Femellöcher) dar, die über einen Zeitraum von 20 bis 40 Jahren zu verjüngen sind. Dieses Vorgehen setzt allerdings eine ausreichend hohe Bestandesstabilität voraus. Die Mindestgröße eines Lochhiebes sollte über 1 500 qm liegen, der Anteil der Lochhiebe an der Bestandesfläche sollte etwa ein Drittel der Gesamtfläche betragen. Die Verjüngung in den Lochhieben erfolgt durch Pflanzung oder Saat.

Naturnaher Waldbau schließt Ganzbaumnutzungen bei der Holzernte aus, um möglichst viel organisches Material – das für die nachwachsenden Bäume ein wichtiges Nährstoffreservoir darstellt – auf der Fläche zu belassen.



▲ Strukturierter Mischbestand
im Forstamt Florenville (B)
© Marc Wagner

4.2. Die Überführung oder Umwandlung gleichförmig aufgebauter Altersklassenwälder in strukturierte Laub- bzw. Laub-/Nadelholz-Mischwälder durch Voranbau unter Schirm

Überführung

Als Überführung wird die Verwendung der vorhandenen Bestockung für die Begründung einer anderen Betriebsart verstanden. Ziel der Überführung ist, durch Waldpflege und (Natur-) Verjüngung einen qualitativ möglichst zuwachskräftigen, stufigen, hochwaldähnlichen Bestand zu erreichen. Während der Überführungsphase sollen Pflegeeingriffe die Mischung und Qualität durch entsprechende Auslese verbessern.

Umwandlung

Unter Umwandlung versteht man die Änderung der Bestandesart oder der Betriebsart durch das Entfernen der vorhandenen Bestockung durch Lichtung oder Kahlschlag. Die Begründung des neuen Bestandes erfolgt durch Einbringen von künstlicher Verjüngung durch Pflanzung oder Saat.

Beim Umbau von gleichförmigen, artenarmen Altersklassenwäldern in naturnahe, strukturierte Mischbestände, ist die Überführung ohne Zweifel die schwierigste und bei instabilen Beständen auch die heikelste Methode. Prinzipiell gilt aber, dass sich alle Bestände in andere Betriebsarten oder Bestandesformen überführen lassen. Ausnahmen bilden lediglich vollkommen degradierte und er-

schöpfte Niederwälder, (Eichen- oder Haselnussniederwälder), in denen sich keine wertvollen Sämlinge finden. Die Entscheidung für ein bestimmtes Überführungskonzept ist dabei immer auf der Grundlage des Ausgangszustands eines Bestandes und der vorherrschenden standörtlichen Gegebenheiten zu treffen. Die Definition eines allgemeingültigen Überführungskonzeptes ist aufgrund der großen standörtlichen und bestandesweisen Unterschiede daher nicht möglich. Es gelten jedoch einige Gesetzmäßigkeiten und grundsätzliche Rahmenbedingungen, die auf alle Formen der Überführung zutreffen und bei der Planung der waldbaulichen Vorgehensweise berücksichtigt werden sollten:

- Je jünger Bestände sind, desto einfacher lassen sich diese überführen.
- Je differenzierter ein Ausgangsbestand ist, umso einfacher und rascher lässt sich eine Überführung durchführen.
- Je instabiler ein gleichförmiger Ausgangsbestand ist, desto geringer ist die Möglichkeit, noch in derselben Generation eine Überführung durchzuführen.
- Je stabiler und vitaler ein Bestand bei gleichförmiger Ausgangssituation ist, umso flexibler lassen sich Nachwuchskerne (aus künstlicher oder natürlicher Verjüngung) entwickeln und umso länger können Bäume aus der Oberschicht erhalten werden.

Im Idealfall erfolgt die Überführung von Altersklassenwäldern in strukturierte Mischwälder unter Ausnutzung der auflaufenden natürlichen Verjüngung, vorausgesetzt

▼ Gelungener
Naturverjüngungskegel
© Marc Wagner



▼ Fortschreitende großflächige Naturverjüngung
am Rande eines Buchen-Altholzes
© Mireille Feldtrauer-Molitor



◀ Gelungene
Naturverjüngung unter Schirm
© Mireille Feldtrauer-Molitor



sie besteht aus den gewünschten und auch langfristig geeigneten Baumarten. Allerdings stellt das Vorhandensein von Naturverjüngung für die Überführung von Beständen weder eine Norm noch ein Dogma dar. In einem gesunden Wald kommt sie von ganz allein auf; bleibt die Naturverjüngung allerdings aus oder stellt sich nicht das gewünschte Mischungsverhältnis ein, so muss entsprechend gepflanzt oder gesät werden.

Die Ursachen für ein flächiges Ausbleiben von natürlicher Verjüngung sind dabei sehr vielschichtig, wie etwa:

- Ein zu hoher Verbissdruck durch Schalenwild (v. a. Rehwild), der dazu führt, dass sich evtl. auflaufende Naturverjüngung nicht etablieren kann oder durch selektiven Verbiss entmischt wird;
- große Rohhumusaufgaben, wie sie insbesondere in dichten Nadelholzreinbeständen aufgrund der schlechten Streuzersetzung häufig anzutreffen sind;
- eine unzureichende Fruktifikation der Bäume des Ausgangsbestandes (bedingt durch hohes Alter oder schlecht gepflegte kleine Kronen und daraus resultierender geringer Vitalität der Bäume);
- das Vorhandensein einer, die Naturverjüngung hemmenden oder verhindernden Kraut- und Strauchvegetation (Brombeere, Waldrebe, Adlerfarn,...).

Bereits jede einzelne dieser Ursachen für sich, kann die natürliche Entwicklung einer Verjüngung stark beeinträchtigen oder ganz verhindern. In der Realität wirken jedoch häufig mehrere dieser Aspekte zeitgleich auf einen

Bestand ein, wodurch die natürliche Entwicklung der Verjüngung zusätzlich erschwert wird.

Im Prinzip lässt sich in diesen Fällen ein Auflaufen von Naturverjüngung dadurch fördern, dass man den Ursachen für deren Ausbleiben durch gezielte Maßnahmen entgegensteuert (Bodenbearbeitung, Reduktion des Wildbestandes, Anregen der Fruktifikation). Allerdings sind diese Maßnahmen meist sehr kostspielig, langwierig, zeit- und arbeitsaufwendig und erbringen zudem häufig nicht immer den gewünschten Erfolg.

In solchermaßen beeinflussten Beständen hat es sich als erfolversprechender und einfacher erwiesen, eine Überführung durch die künstliche Einbringung von Verjüngung unter dem Schirm der Altbäume einzuleiten. Man bezeichnet diese Vorgehensweise als Vorbau. Vorbaumaßnahmen bieten sich jedoch nicht nur bei fehlender Naturverjüngung an, sondern auch um in Beständen ein gewünschtes Baumartenmischungsverhältnis zu erreichen. Unter den in Mitteleuropa vorherrschenden klimatischen Bedingungen ist dies häufig in reinen Buchenbeständen der Fall. In solchen Beständen ist die Konkurrenzkraft der Buche auf vielen Standorten so groß, dass sich darin von selbst keine anderen Mischbaumarten dauerhaft etablieren und für eine Überführung genutzt werden können. Der Aufbau struktureicher Mischbestände ist in diesen Fällen oft nur durch die künstliche Einbringung geeigneter Mischbaumarten möglich, wobei die eingebrachten Mischbaumarten einer kontinuierlichen Pflege und Förderung bedürfen.



▲ Pflanzarbeiten
(hier auf einer Freifläche)
© Marc Wagner



▲ Aktiver Buchen-Vorbau unter Fichten-Altholz
© Marc Wagner

4.2.1. Der Vorbau unter Schirm

Beim Vorbau werden ausreichend schattentolerante Schlusswaldbaumarten künstlich, durch Pflanzung oder Saat, in einen Altbestand eingebracht, mit dem Ziel der langfristigen Überführung dieses Bestandes in einen gleichaltrigen, strukturierten und naturnahen Mischwald. Dabei unterscheidet man zwischen **passivem** und **aktivem Vorbau**.

Beim **passiven Vorbau** wird die neue Generation ausschließlich in bereits natürlich entstandenen Störungslücken (z. B. Sturmwurf, Käferbefall,...), normalen Durchforstungslücken oder unter dem Schirm von Baumarten etabliert, die aufgrund ihres lichten Kronendaches keine aktiven, regelnden Eingriffe in den Altbestand erfordern (Birken, Lärchen).

Beim **aktiven Vorbau** erfolgt die Pflanzung oder Saat hingegen erst nach einer zielgerichteten Auflockerung des zu dichten Altholzschirmes. Entscheidend für die Entwicklung der eingebrachten Mischbaumarten ist dabei die Sicherstellung eines ausreichend großen Lichtgenusses, der sich für die verschiedenen Baumarten sehr unterschiedlich darstellt und durch die Stärke der Eingriffe in das Kronendach (Lichtungshiebe) des überschirmenden Altbestandes geregelt wird. Wichtig ist dabei, dass sich die Hiebsstärke an der mechanischen Stabilität des

Hauptbestandes orientiert. Als etwas risikoreicher erweisen sich hierbei Eingriffe in ältere, ungepflegte Fichtenreinbestände mit schlechten H/D-Verhältnissen und einer entsprechend geringen Einzelbaumstabilität. In diesen Fällen ist es unbedingt anzuraten, Hiebseingriffe nur mäßig, dafür aber in kürzeren zeitlichen Intervallen (3-4 Jahre) durchzuführen.

H/D-Verhältnis:

Als Maß für die Stabilität von Bäumen hat sich der Quotient aus Höhe und Durchmesser bewährt, wobei beide Größen in derselben Längeneinheit ausgedrückt werden. Der Quotient selbst wird als **Schlankheitsgrad** bezeichnet. Grundsätzlich gilt dabei, dass ein Baum umso stabiler ist, je kleiner sein Schlankheitsgrad (H/D-Wert) ist. Für die Stabilität von Nadelbäumen gilt folgende Werteskala:

- $h:d > 100$ sehr instabil
- $h:d 80-100$ instabil
- $h:d < 80$ stabil
- $h:d < 45$ Solitärbaum

Für Laubbäume gilt zwischen Schlankheitsgrad und Stabilität grundsätzlich der gleiche Zusammenhang. Durch die meist höhere Holzdichte und infolge des Laubwurfs im Winterhalbjahr sind Laubbäume bei gleichem H/D-Wert jedoch meist deutlich stabiler als Nadelbäume.



▲ Passiver Buchen-Vorbau in einer Sturmwurflecke
© Marc Wagner

▲ Buchen-Vorbau unter Schirm
© Marc Wagner

4.2.2. Vorteile des Vorbaus unter Schirm

Der Vorbau unter dem Schirm des Altbestandes bietet gegenüber einer Verjüngung auf der Freifläche einige wichtige ökologische, ökonomische und auch praktische Vorteile:

- So führen die unterschiedlichen lichtökologischen Verhältnisse zu einer natürlichen Differenzierung;
- die Feinstigkeit bzw. Astreinigung wird gefördert (=> „edle Halbschattform“);
- Klimaextreme werden durch den Schirm abgeschwächt;
- Extensivierung der Bestandespflege und damit geringere Pflegekosten im Jungwuchs- und Läuterungsstadium (biologische Automation).

4.2.3. Methoden des Vorbaus unter Schirm

Sowohl beim passiven als auch beim aktiven Vorbau hat man die Wahl zwischen der Pflanzung und der Saat. Die Entscheidung für eine der beiden Methoden ist auf der Grundlage der standörtlichen Gegebenheiten, der Höhe der Wilddichte und des vorhandenen Kapitals zu treffen. Bei fachgerechter Anwendung und günstigem Witterungsverlauf führen beide Vorgehensweisen zum Erfolg. Sehr wichtig ist dabei, dass sowohl bei der Vorsaart als auch der Vorpflanzung größter Wert auf autochthones, standortsangepasstes Saat- und Pflanzgut gelegt wird. Hier entscheidet nicht der Preis, sondern die Qualität und Herkunft des Pflanzmaterials.

Die Vorpflanzung unter Schirm	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> - geringere Abhängigkeit vom Witterungsverlauf (Trockenheit, Spätfrost); - größere Unabhängigkeit von Vorbestand und Verjüngungsbereitschaft des Bodens; - schnelleres Entwachsen aus dem Wildäser (Verkürzung der Umtriebszeit); - Nutzung kostengünstiger und standortsangepasster Wildlinge möglich; - es lassen sich einfacher bestimmte Baumartenmischungsverhältnisse herbeiführen; - zeitliche Unabhängigkeit von Samenjahren. 	<ul style="list-style-type: none"> - höhere Kosten als bei der Saat; - autochthones Pflanzmaterial nicht immer in ausreichenden Mengen verfügbar; - Gefahr von Wurzeldeformationen bei unsachgemäßer Pflanzung; - Gefahr eines vorübergehenden „Pflanzschocks“ (anfängliche Wuchsstockungen).

▼ Strukturierter Mischwald
© Marc Wagner



▲ Eichel
© Mett Bartimes

Vorpflanzung

Die Vorpflanzung wird vorzugsweise mit 3-4 jährigen Wildlingen oder Freibeetpflanzen mit Schräg-, Hohlspalten- oder Winkelpflanzung durchgeführt, wobei allerdings auf jeden Fall auf die Stellung der Wurzeln geachtet werden muss. Die Verwendung von lokal gewonnenen Wildlingen anstelle von Beetpflanzen bietet dabei den Vorteil, dass die Pflanzen sehr gut an die vorherrschenden Standortverhältnisse angepasst sind und mit ihrer Beschaffung nur geringe Kosten verbunden sind.

Vorteilhaft wirkt sich bei der Pflanzung aus, dass die ausgebrachten Mischbaumarten nach der Pflanzung aufgrund des bereits vorhandenen Wurzelwerks weniger anfällig gegenüber Trockenheit und Mäusefraß sind. Ein weiterer Aspekt der für eine Pflanzung spricht, ist das schnellere Entwachsen aus dem Äser des Wildes.

Vorsaat

Für den Erfolg einer Saat ist die Schaffung eines günstigen Keimbettes sehr wichtig. Daher ist bei der Saat darauf zu achten, dass das Saatgut mit dem Mineralboden in Kontakt kommt und gleichzeitig von Erde bedeckt ist. Auf diese Weise lässt sich ein hoher Keimerfolg und eine gute Entwicklung der Sämlinge erreichen. Die Saattiefe bzw. die Höhe der Erdbedeckung wird von der Größe des Sa-

mens bestimmt. Nadelbaumarten sollten höchstens 1 cm, Eicheln dagegen bis 5 cm tief eingebracht werden, auf spätfrostgefährdeten Standorten sogar noch tiefer, um ein zu frühes Erreichen der Oberfläche zu vermeiden.

Die Ausbringung des Saatgutes kann auf kleinen Flächen von Hand erfolgen. Bei größeren Flächen (in nicht zu steilem Gelände) ist jedoch der Einsatz einer leistungsfähigeren Sämaschine in Betracht zu ziehen. Besonders interessant ist die Verwendung einer solchen Sämaschine in Kombination mit dem Einsatz eines Arbeitspferdes. Im Gegensatz zu einer schweren Maschine arbeitet das Pferd überaus boden- und bestandesschonend. Zudem ermöglicht der Pferdeeinsatz eine sehr flexible Arbeitsweise bei gleichzeitig hoher Arbeitsleistung. Die Saat selbst erfolgt breitwürfig auf Streifen oder Rillen (Buche, Eiche) oder auf Streifen oder Plätzen (Fichte, Douglasie).

Aus Saat hervorgegangene Verjüngung weist eine bessere Wurzelentwicklung auf als solche aus Pflanzung. Es besteht außerdem nicht die Gefahr von Wurzeldeformationen, wie sie sich bei einer unsachgemäß ausgeführten Pflanzung ergeben können. Darüber hinaus passt sich Verjüngung aus Saat direkt an die vorherrschenden standörtlichen und lichtökologischen Gegebenheiten eines Standorts an. Die Gefahr eines Pflanzschocks und damit



▲ Verschiedene Samen von Sträuchern
© Marc Wagner

Die Vorsaat unter Schirm	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> - geringere Kosten als für Pflanzungen - ungestörte Wurzelentwicklung und keine Gefahr von Wurzeldeformationen und –verletzungen - Herkunftssicherheit bei eigener Saatguternte - optimale Anpassung an örtliche Gegebenheiten - Auslese- und Entnahmemöglichkeit von Wildlingen - wenig aufwendige Möglichkeit, bestehende Jungwüchse zu ergänzen - gute Qualität der Jungwüchse bei ausreichend dichtem und gleichmäßigem Wuchs 	<ul style="list-style-type: none"> - Schlechtere Kalkulierbarkeit des Verjüngungserfolges, da der Saaterfolg von vielen Faktoren beeinflusst wird - im Vergleich zu Pflanzungen begrenzter Einsatzbereich (höhere Witterungsabhängigkeit, geringere Widerstandskraft gegenüber Konkurrenzvegetation, längere Etablierungszeit) - Abhängigkeit von Mastjahren; - höherer Saatgutbedarf als bei Pflanzenanzucht in Baumschulen - hohe Abhängigkeit des Saaterfolges vom Witterungsverlauf - längerer Zeitbedarf für das Entwachsen der Jungpflanzen aus dem Wildäser - in den ersten Jahren hohe Gefahren durch Konkurrenzvegetation

verbundene anfängliche Wuchsstockungen besteht nicht. Allerdings ist der Erfolg einer Saat sehr viel stärker vom Witterungsverlauf abhängig als dies bei einer Pflanzung der Fall ist, außerdem ist für das Gelingen einer Saat und deren ungestörte Entwicklung bei hohen Wilddichten zu-

dem eine kostenaufwändige Zäunung der Verjüngungsfläche oftmals unumgänglich. Neben hohen Wilddichten können aber auch hohe Mäusepopulationen das erfolgreiche Auflaufen einer Saat gefährden.



▲ Buchen-Vorbau unter Schirm
© Marc Wagner



▼ Buchenbestand
© Marc Wagner

4.3. Geeignete Mischungsformen für die Überführung gleichförmiger Altersklassenwälder in strukturierte Mischbestände (unter Anwendung des Vorbbaus unter Schirm)

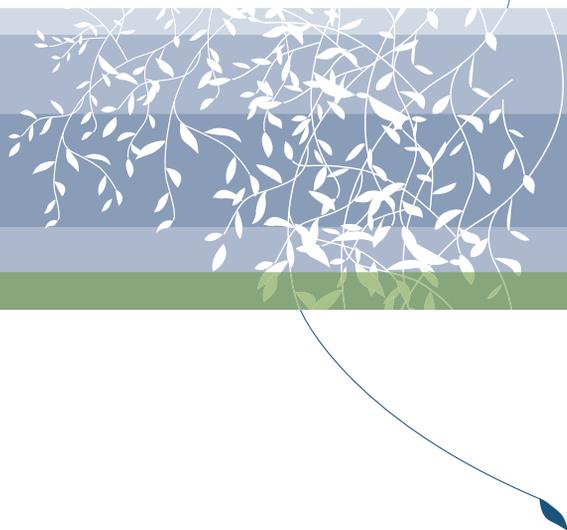
Um einen artenarmen, gleichförmigen Altersklassenwald in einen artenreichen Mischbestand von hohem Strukturreichtum zu überführen, kommt beim Vorbau unter Schirm dem Aspekt der räumlichen Ordnung – im Folgenden als Mischungsform bezeichnet – eine entscheidende Bedeutung zu. Dabei hängt die Eignung einer Mischungsform für den Vorbau von der arttypischen Entwicklungsphysiologie (Lichtansprüche, Wuchsverhalten, natürliches Astreinigungsverhalten ...) einer Baumart, den standörtlichen Gegebenheiten und dem vorherrschenden Bestand ab.

Als grundsätzlich ungeeignet sind flächige Vorbauten anzusehen, da eine solche Vorgehensweise einer gewünschten Strukturdifferenzierung entgegenwirkt. Besonders in älteren und alten Beständen führt dieses Vorgehen zu einer flächigen Folgegeneration, die sich aufgrund der fortschreitenden, altersbedingten Auflösung des Kronenschirms gleichförmig entwickelt und dadurch nach dem Auflösen des Altbestandes wieder einen einschichtig aufgebauten Altersklassenwald bildet. Wesentlich günstiger ist es, Vorbauten von unterschiedlicher Größe, Baumartenzusammensetzung und Auffichtungsgrad über die gesamte Bestandesfläche zu verteilen. Dies fördert die Ausbildung einer heterogenen, mosaikartigen Bestandesstruktur und es lassen sich mit einer solchen Vorgehensweise verhältnismäßig einfach Bestände mit hohem Arten- und Strukturreichtum erziehen.

Die über die Bestandesfläche verteilten Vorbauten müssen mindestens Trupp-, besser aber noch Gruppengröße besitzen, um innerhalb der Verjüngungskerne eine möglichst hohe natürliche Differenzierung zu erreichen. Durch eine möglichst lange zeitliche Staffelung des Vorbbaus lässt sich die Strukturdifferenzierung in den Beständen zusätzlich fördern. Der beste Garant für die dauerhafte Entwicklung strukturreicher Bestände ist allerdings eine möglichst hohe Baumartenvielfalt.

- **Truppweise Mischung**
Eine Anzahl von Bäumen, die auf einer Fläche mit dem Durchmesser von etwa einer halben Baumlänge wachsen (Flächengröße: bis zu 3 ar)
- **Gruppenweise Mischung**
Eine Anzahl von Bäumen, die auf einer Fläche mit dem Durchmesser von etwa einer Baumlänge wachsen (Flächengröße: von 3 bis 10 ar)
- **Horstweise Mischung**
Eine Anzahl von Bäumen, die auf einer Fläche mit dem Durchmesser von etwa zwei Baumängen wachsen (Flächengröße: von 10 bis 50 ar).

Für die Schaffung von trupp- und gruppenweisen Verjüngungskernen (idealerweise in Mastjahren) bietet sich in der waldbaulichen Praxis die Durchführung des **Femelschlagverfahrens**, des **Gruppenschirmschlagverfahrens** oder der **Gruppenplenterung** an. Diese Schlagformen zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus, die für die Schaffung strukturierter Mischbestände notwendig sind:



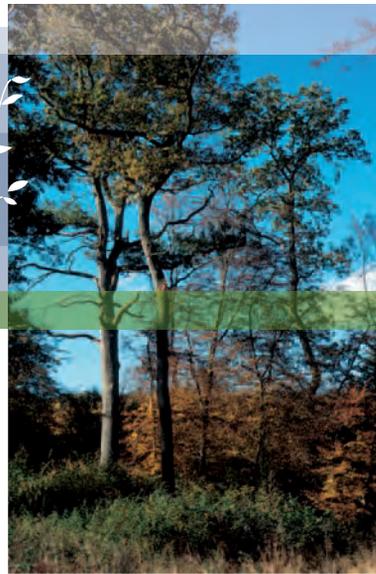
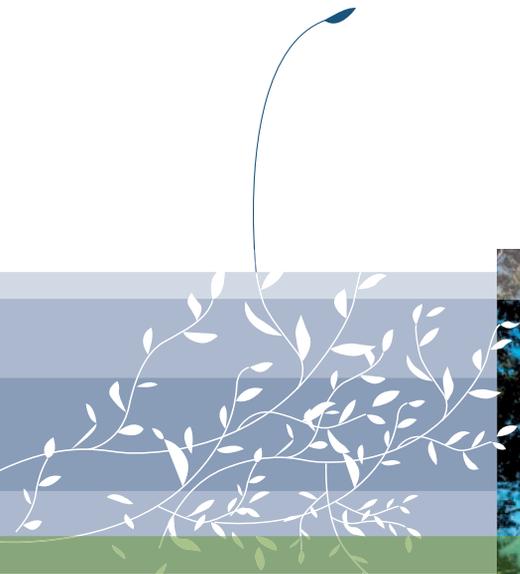
- Räumliche Trennung der Verjüngungsflächen;
- zeitliche Unabhängigkeit ihrer Entstehung;
- Möglichkeit, den Verjüngungszeitraum auszudehnen;
- Ausnutzung vieler Samenjahre ist möglich.

Bereits im Vorfeld einer Überführung gilt es eine geländegerechte, räumliche Ordnung festzulegen, an der sich auch die Verteilung der Vorbauten orientieren muss. Wichtig ist dabei, die räumliche Ordnung so festzulegen, dass eine Ernte der Altbäume aus der Oberschicht ohne größere Gefahren für die heranwachsende Verjüngung ablaufen kann. Ist dies geschehen, so werden in den entsprechenden Vorbauflächen (femelartige) Lichtungshiebe zur Auflockerung des Kronendaches durchgeführt, deren Intensität

sich am Lichtbedarf der Baumart, der Größe der angestrebten Mischungsform und vor allem an der Stabilität des Ausgangsbestandes orientieren muss. Allgemein gilt dabei folgende Faustregel: die Auffichtung des Kronendachs muss stärker erfolgen, je höher der Lichtbedarf einer Baumart und je kleiner die angestrebte Mischungsform ist. Somit lassen sich durch entsprechende Hiebsführung auch lichtbedürftige Baumarten wie etwa Esche oder Traubeneiche gruppen- oder horstweise in einen Grundbestand aus Schattbaumarten einbringen. Negativ wirkt sich eine zu starke Auffichtung des Kronendaches jedoch beim Vorbau mit Schattbaumarten, wie der Buche aus und führt zur Ausbildung qualitativ unbefriedigender, nicht wipfelschäftiger, starkastiger Bäume.

Lichtansprüche ³ verschiedener Baumarten				
gering	gering-mittel	mittel	hoch	sehr hoch
Buche	Fichte	Traubeneiche	Stieleiche	Kirsche
Eibe	Spitzahorn	Douglasie	Esche	Lärche
	Hainbuche	Roteiche	Vogelbeere	Birke
	Winterlinde	Sommerlinde	Kiefer	Schwarzerle
	Feldahorn	Elsbeere		Speierling
		Bergahorn		Aspe
		Bergulme		
		Feldulme		

³ Die Lichtansprüche variieren standörtlich. In der Jugendphase vertragen Baumarten bei guter Nährstoff- und Wasserversorgung eine stärkere Beschattung als unter nährstoffarmen und trockenen Bedingungen.



▲ Stark aufgelichteter Eichenbestand
© Marc Wagner



▲ Buchen-Vorbau unter Schirm im Westerwald
© Marc Wagner

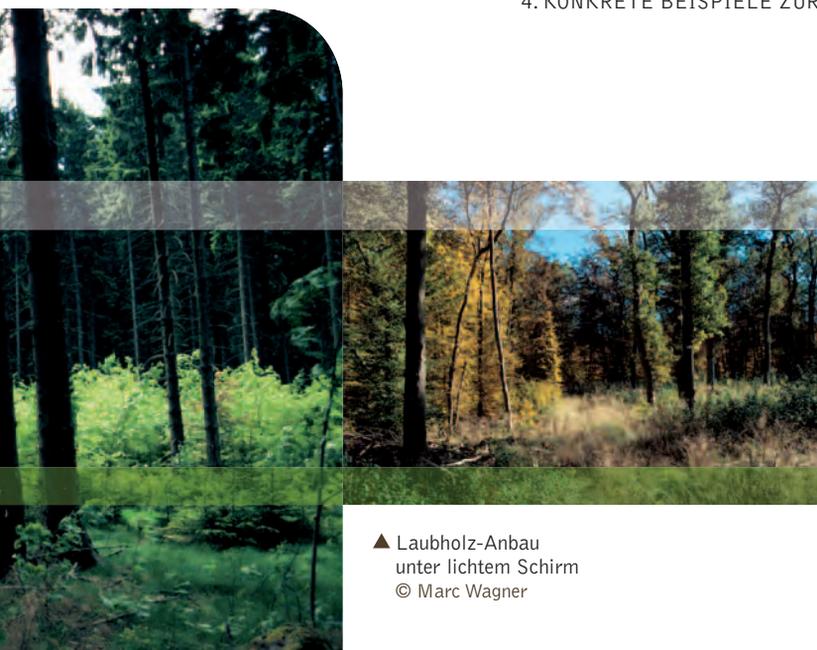
Neben dem Grad der Überschirmung und der Mischungsform, hat auch die Pflanz- und Saatedichte erheblichen Einfluss auf die qualitative Entwicklung eines Vorbaus. Geringe Pflanz- und Saatedichten mit weiten Pflanzverbänden halten die Kosten von Vorbauten zwar niedrig, allerdings wirkt sich eine zu weitständige Erziehung nachteilig auf die Wertentwicklung der Bäume aus. Über einen engeren (optimalen) Pflanzverband der Vorbauten lässt sich dagegen bei Laubbäumen (Totastverlierer) eine natürliche Astreinigung und ein gerader, wipfelschäftiger Wuchs herbeiführen, was insbesondere für sperrig wachsende Baumarten, wie etwa der Eiche, von Vorteil ist. Die Anfangskosten liegen bei engeren Pflanzverbänden zwar höher, dafür entstehen jedoch im Anschluss niedrigere Folgekosten, da der Pflegeaufwand aufgrund der besseren natürlichen Astreinigung und Differenzierung geringer ausfällt als bei weitständiger Erziehung. Ungeachtet dieser Tatsache ist bei vielen Laubbaumarten eine ausreichende Pflanz- oder Saatedichte eine unabdingbare Grundvoraussetzung um überhaupt qualitativ hochwertiges Holz erziehen zu können.

Im Falle von Nadelbaumarten stellt sich die Situation ein wenig anders dar. Da Nadelbaumarten zu den sogenannten Totasterhaltern zählen, lässt sich, anders als bei Laubbäumen, über einen engeren Pflanzverband keine natürli-

che Astreinigung erzielen. Daher sind bei Nadelbäumen künstliche Ästungsmaßnahmen für die Produktion wertvollen, astfreien Stammholzes grundsätzlich notwendig. Daneben zeichnen sich Nadelbäume selbst im Freiland durch ein wipfelschäftiges Wuchsverhalten aus, wodurch sie sich in starkem Maße von den meisten Laubbaumarten unterscheiden. Anders als bei Laubbäumen bedarf es bei Nadelbäumen also keines zusätzlichen Seitendrucks zur Erziehung gerader, wipfelschäftiger Bäume.

Bedeutungslos ist die Pflanzdichte aber auch bei Nadelhölzern nicht, da sie Einfluss auf das Absterbeverhalten der Seitenäste der Bäume besitzt. Allgemein ist die Pflanz- und Saatedichte für die Wertentwicklung aber von deutlich geringerer Bedeutung als bei Laubbäumen, so dass sich Vorbauten aus Nadelhölzern auch weitständiger, d. h. mit geringeren Pflanzzahlen, begründen lassen.

Im folgenden Abschnitt wird ein kleiner Überblick über gängige Pflanz- und Saatedichten verschiedener Wirtschaftsbaumarten im Falle von Vorbaumaßnahmen gegeben.



▲ Laubholz-Anbau
unter lichtem Schirm
© Marc Wagner

Baumart	Pflanzungsdichte (N/ha)	Standraum (m ²)
Laubbaumarten		
Eiche	7 000 - 15 000 ⁴	0,7 - 1,3
Buche	5 000 - 10 000	1 - 2
Esche, Ahorn, Kirsche	2 500 - 7 000	2 - 4
Hainbuche (Elsbeere, Feldahorn)	2 000 - 5 000	2 - 5
Linde	3 000 - 8 000	1,3 - 3
Erle	2 000 - 5 000	2 - 4
Roteiche	3 000 - (10 000)	2,5
Nadelbaumarten		
Douglasie	2 000 - 3 500	3 - 5
Fichte	2 000 - 5 000	2 - 4
Lärche	1 300 - 1 500	4 - 7,5

Tab. 1: Vorgeschlagene Pflanzdichten nach dem klassischen Bild einer flächigen bestandesweisen Erziehung (nach BURSHEL & HUSS (1997))

Empfehlungen für Pflanz- und Saatkichten beim Vorbau unter Schirm:

Allgemein ist der Pflanz- und Saatgutbedarf bei einem trupp- oder gruppenweisen Vorbau unter Schirm wesentlich geringer als bei einer klassischen, flächigen Bestandesbegründung (Tab. 1), wo Pflanzzahlen von 5 000 und mehr keine Seltenheit sind.

Im Vergleich zur Freifläche erlaubt ein Anbau unter Schirm grundsätzlich eine weitständigere Begründung der Vorbauten, ohne dass dabei mit relevanten negativen Auswirkungen auf die qualitative Entwicklung des Jungwuchses zu rechnen ist.

⁴ Im Hinblick auf die Wertholztauglichkeit wird bei Traubeneichen oft der obere Grenzwert, bei Stieleichen hingegen eher der untere Grenzwert eingehalten.

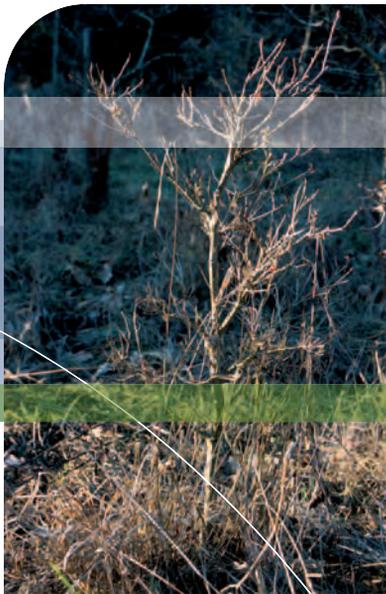


Baumart	Ø-Keim- erfolg	1000 Korngewicht in g	Keimfähige Samen je kg	Durchschnittlicher Samenbedarf in kg					Bedeckungstiefe in cm
				Abstand in m	Rillensaat je 1000 lfm	Rillensaat je ha	Plätzesaat je ha	Punkt- saat	
Traubeneiche	65	3 800	230	1,3	45,0	350	-	180	5,0 - 7,0
Stieleiche	75	3 800	200	1,3	52	400	-	200	3,0 - 5,0
Buche	80	225	4 000	1,3	41,0	80,0	40	10	1,5 - 3,0
Esche (geflügelt)	70	70	10 000	1,5	3,0	20,0	8	-	1,0 - 2,0
Ahorn (geflügelt)	75	100	7 400	1,5	3,8	25,0	10	-	1,0 - 2,0
Hainbuche	70	45	15 500	-	-	-	10	-	2,0 - 3,0
Linde	70	30	10 000	-	-	-	-	-	1,0 - 2,0
Roteiche	60	3 300	200	1,6	40,0	250,0	150	50	8,0 - 7,0
Schwarzerle	35	1,4	250 000	-	-	-	(3)	-	-
Fichte	90	9	120 000	2,0	0,4	2,0	-	-	0,5 - 1,0
Lärche	70	6	120 000	-	-	-	1	-	2,5 - 3,0

Tab. 2: Pflanzenbedarf bei trupp- und gruppenweisem Vorbau verschiedener Wirtschaftsbaumarten

Baumart	Standraum je Pflanze (m ²)	Pflanzenbedarf bei:		Beispiel: Pflanzenbedarf/ha (bei 6 Vorbauten in Gruppengröße) (42 ar)
		Truppgröße (2 ar)	Gruppengröße (7 ar)	
Eiche	1,3	153	538	3 766
Buche	2	100	350	2 450
Es, Ah, Ki	4	50	175	1 225
Hbu (Els, FAh)	5	40	140	980
Linde	3	66	233	1 631
Erle	4	50	175	1 225
Roteiche	3	66	233	1 631
Douglasie	5	40	140	980
Fichte	4	50	175	1 225
Lärche	7,5	27	94	658

Tab. 3: Saatgutbedarf im Freiland (nach RITTERSHOFER (1999))



▼ Schlagabraum auf Haufen gelegt
© Marc Wagner



▲ Öfter verbissene Eichen-Pflanze
© Marc Wagner

In Anlehnung an die obige Tabelle ist für Vorbauten unter Schirm, bezüglich des Standraumes der einzelnen Pflanzen, mindestens der obere Wert einzuhalten. Werden die Vorbauten in Form von Quadratverbänden trupp- oder gruppenweise begründet, so ergeben sich daraus folgende Pflanzzahlen: (siehe Tab. 2)

Werden Vorbauten nicht durch Pflanzung, sondern durch Saat begründet, so sind die unterschiedlichen Keimprozentage der verschiedenen Baumarten zu beachten. Einen umfassenden Überblick zum Saatgutbedarf verschiedener Wirtschaftsbaumarten bei den unterschiedlichen Saatarten und Saatformen liefert die folgende Tabelle: (siehe Tab. 3)

4.4. Bestandespflege

Definition

Zur Bestandespflege gehören sowohl Maßnahmen zur Sicherung der Verjüngung (Naturverjüngung und Pflanzung), als auch die Jungwuchs- und Jungbestandespflege. Auch Durchforstungseingriffe zur Förderung von Wertzuwachssträgern (Z-Bäume), gehören zur Bestandespflege.

Als Jungwuchs bezeichnet man Jungwald bis zu einer Oberhöhe von 3 m, Bestände mit einer Oberhöhe zwi-

schen 3 und 12 m werden als Jungbestand bezeichnet.

Empfehlungen für einen naturnahen Waldbau

Eine sehr wichtige Maßnahme zur Sicherung von Verjüngungen ist die Reduzierung des Wildverbisses auf ein wirtschaftlich tragbares Maß. Da der Verbiss durch das Schalenwild sehr selektiv erfolgt und sich auf bestimmte Baumarten konzentriert, kann er die Begründung von Mischbeständen verhindern. Um eine Reduzierung des Wildverbisses zu erreichen, gilt es in erster Linie den Abschuss zu erhöhen. Wo dies nicht gelingt, ist die Errichtung kostenaufwendiger Zäunungen oder Einzelschutzmaßnahmen unumgänglich. In diesem Zusammenhang muss aber darauf hingewiesen werden, dass generell die mit einer Zäunung verbundene Beschränkung des Nahrungsangebotes automatisch zu erhöhtem Verbissdruck auf anderen Flächen führt. Besonders schwerwiegend ist dies vor allem deshalb, weil zu einer naturnahen Waldbewirtschaftung auch das Übernehmen von verstreut ankommender Naturverjüngung gehört. Allerdings lässt sich diese Naturverjüngung kaum mit einem technisch und finanziell zu vertretenden Aufwand durch Einzelschutz oder Zäunung vor Verbiss schützen. Daher ist für eine erfolgreiche Anwendung des naturnahen Waldbaus, eine dauerhafte Anpassung des Schalenwildbestandes auf ein dem Lebensraum angepasstes Maß zwingend notwendig.



▲ Buchenbestand mit dichtem Adlerfarnteppich
© Marc Wagner

▲ Brombeere am Rand einer Verjüngung
© Marc Wagner

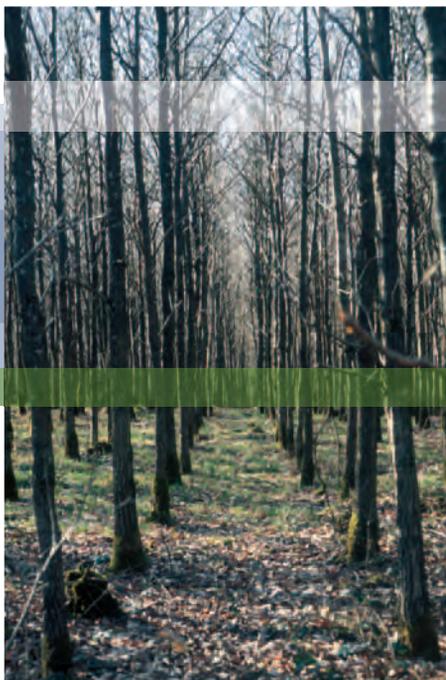
▲ Jungwuchs-Dickung aus Naturverjüngung
© Danièle Murat

Maßnahmen gegen die Begleit- oder Konkurrenzvegetation haben zum Ziel, die Verjüngung vor der Begleitvegetation zu schützen, wenn diese im Konkurrenzkampf um Wasser und Licht die Überhand zu gewinnen droht. Wenn keine akute Gefährdung der Zielbaumarten in ihrer Entwicklung besteht, kann auf derartige Maßnahmen verzichtet werden. Als Konkurrenzvegetation gelten beispielsweise Adlerfarn, Besenginster, Brombeeren (lokal auch die Waldrebe). Vorausgesetzt, sie bilden keine allzu dichten „Teppiche“, sind diese Arten nützliche Begleiter der Forstpflanzen, indem sie Schutz vor allzu starker Besonnung oder Spätfrösten bieten. Ist die Beschattung allerdings zu stark, leidet das Höhenwachstum der Forstpflanzen und sie verkümmern. Ein dichter **Adlerfarnbestand** stellt neben dem Aspekt der Konkurrenz eine zusätzliche Gefahr dar, da er sich nach dem herbstlichen Absterben über die Verjüngung legt und diese so zu Boden drückt. Um dies zu vermeiden, sollte der Adlerfarn ab August in unmittelbarer Nähe der Jungpflanzen (oder reihenweise) gemäht oder geknickt werden, um ein späteres Niederdrücken der Verjüngung zu verhindern. Ein derartiges gezieltes Vorgehen ist auch aus wirtschaftlichen Gründen einem kostenaufwendigen, flächenhaften Mähen vorzuziehen.

GINSTER kann einen hervorragenden Schirm für die jungen Forstpflanzen darstellen. Muss er allerdings zurückgedrängt werden, so kann dies durch Abknicken oder -brechen während oder nach der Blüte erfolgen.

Die **Brombeere** (auf Kalkstandorten auch die **Waldrebe**) kann junge Forstpflanzen durch Überwachsen, Übershatten, Herunterziehen und Überranken verdämmen und beschädigen. Eine Bekämpfung kann durch das Auskesseln von Jungpflanzen erfolgen, die sich durch das Brombeerdickicht durchgeschoben haben, aber noch überrankt oder heruntergedrückt werden könnten. Soll die Brombeere auf (kleinen) Flächen entfernt werden, so ist das Abschneiden der Ranken auf Bodenhöhe zu empfehlen. Diese Arbeiten werden am besten im August durchgeführt, weil zu diesem Zeitpunkt die Wurzelreserven der Brombeere noch ziemlich leer sind und so der Wiederaustrieb im nächsten Frühjahr stark verringert wird.

Gegen **Pionierbaumarten** sind meistens keine Maßnahmen zum Schutz der Verjüngung notwendig. Für die schattenliebenden Baumarten sind sie eher ein Schutz gegen Klimaextreme wie Spätfrost und sommerliche Hitze und Trockenheit. Für Lichtbaumarten mit ihrem ausge-



▲ Stangenholz; hier allerdings durch Pflanzung begründet
© Danièle Murat



▲ Begehungslinie im Jungwuchs
© Marc Wagner

prägen Höhenwachstum stellen die Pionierarten normalerweise keine Bedrohung dar. Unter schwierigen standörtlichen Voraussetzungen kann eine Verjüngung mit Voranbau erheblich bessere Chancen haben zu gelingen als eine Verjüngung auf einer Freifläche, etwa nach einem Kahlschlag eines Fichtenbestandes.

In **Jungwüchsen** mit Schattbaumarten (Buche) auf **Freiflächen** sind keine oder nur wenige Pflegeeingriffe notwendig. Auf den systematischen Aushieb von Pionierbaumarten sollte nach Möglichkeit verzichtet werden. **Lichtbaumarten** (Eichen) können bei einem allzu dichten Pionierbaumbestand in ihrem Höhenwachstum gehemmt werden. Hier ist das Konkurrenzverhalten zu beobachten und wo nötig sind **punktueller** Auflockerungen des Pionierbaumbestandes durch **Abknicken** der Bedränger durchzuführen. Dieses Abknicken in halber Höhe hat den Vorteil, dass starke Wachstumsschübe der Pionierbäume (Stockausschlag) verhindert werden und gleichzeitig ihre Rolle im Bestandesgefüge erhalten bleibt. Das Abknicken erfolgt am besten in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode, um Beschädigungen des Hauptbestandes zu vermeiden. Ein punktueller Pflegeeingriff anstelle einer flächigen Vorgehensweise bedingt, dass der Bestand einsehbar ist, was über das Anlegen von **Begehungslinien** in Abständen von

10 bis 20 m erreicht werden kann. Diese dienen der Orientierung und der Arbeitskontrolle, sie erleichtern außerdem die Zugänglichkeit des Bestandes und können zu einem späteren Zeitpunkt als Rückegassen genutzt werden, um ein Befahren des Bestandes in der Fläche zu vermeiden.

Unter dem Schirm eines **Altbestandes** ist in der Regel keine Jungwuchspflege notwendig. Eine Ausnahme hiervon bildet jedoch die Jungwuchspflege nach Baumnutzungen im Altholzschirm. Vor Beginn der Vegetationsperiode werden die durch die Kronen der gefällten Bäume beeinträchtigten Jungbäume freigeräumt und aufgerichtet. Geschädigte Naturverjüngung, insbesondere von seltener vorkommenden Baumarten, sollte durch „Auf-den-Stock-setzen“ neu verjüngt und somit in der Verjüngung erhalten werden.

Im **Jungbestand** sind sämtliche Maßnahmen, die die natürlich ablaufenden wertbildenden Prozesse, wie Astreinigung und Trockenastbildung verhindern könnten, zu unterlassen. Eingriffe sollen grundsätzlich nur im Oberstand stattfinden. Im Zwischen- und Unterstand führen sie nur zu einer Verringerung der Strukturvielfalt und erhöhen die Kosten. Pflegeeingriffe werden auf vitale Bäume mit schlechter Qualität (Zwiesel) beschränkt, die geringelt werden sollen. Die Vertreter seltener Baumarten, wie etwa



▲ Buchecker
© Marc Wagner



▲ Grossflächige Naturverjüngung
© Mireille Feldtrauer-Molitor

▲ Angehendes Baumholz
© Marc Wagner

Elsbeere, Ulme oder Speierling, werden auch bei unbefriedigender Qualität, unbedingt erhalten.

Um stabile und gemischte Bestände zu erhalten darf sich der Bewirtschafter bei **überdichten Jungbeständen** jedoch auch im naturnahen Waldbau nicht allein auf die biologische Automation verlassen. Hier hat die Bestandespflege zur Verringerung der Stammzahl und der Dichte des Kronendaches eine Erhöhung des Wassergehaltes im Boden zur Folge. Dieses Wasser steht den verbleibenden Jungbäumen zur Verfügung, was positive Auswirkungen auf deren weitere Entwicklung hat. Durch die Verringerung von Überdichten erhöht sich auch der Zuwachs (Volumen- und Durchmesserzuwachs) der verbleibenden Bäume. Je früher diese Eingriffe durchgeführt werden, umso effizienter und kostengünstiger sind sie.

Der Jungwaldpflege folgen die **Durchforstungen**, deren Aufgabe es auch im naturnahen Waldbau sein sollte, eine begrenzte Anzahl besonders vitaler und qualitativ wertvoller Bäume zu fördern, um den Zeitraum zur Produktion von starkem und wertvollem Holz so kurz wie möglich zu halten. Anzustreben sind hier Durchforstungsmaßnahmen, die dazu dienen sollen, eine bestimmte Anzahl von Auslese- oder Zukunftsbäumen gezielt zu fördern.

Durchforstungen im Interesse der Zukunftsbäume (Z-Bäume) entnehmen überwiegend Konkurrenten, so dass Eingriffe in den Zwischen- und Unterstand die Ausnahme sind, während in den Bestandesteilen mit wenigen oder ohne Zukunftsbäume keine Eingriffe vorzunehmen sind.

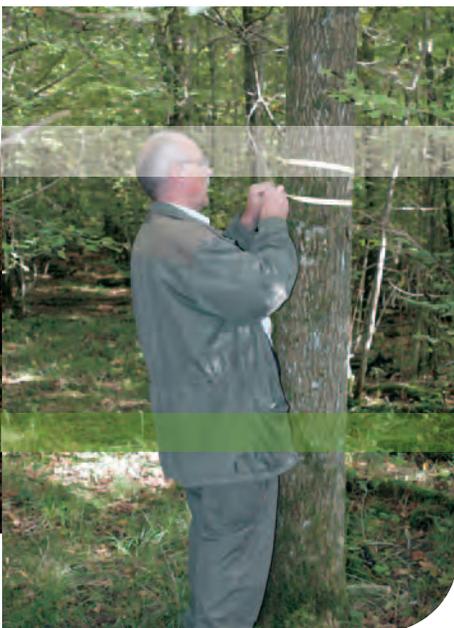
Die zukunftsbaumbezogene Durchforstung erleichtert es, seltene Mischbaumarten, auch unabhängig von ihrer Holzqualität, zu fördern.

Eine konsequent zukunftsbaumbezogene Durchforstung bedeutet eine Abkehr vom Bestandesdenken und eine Hinwendung zur Einzelbaumwirtschaft.

Ausgewählt werden vitale und qualitativ wertvolle Bäume, auch wenn sie nur in geringer Zahl in einem Bestand vorhanden sind. Wo nur wenige Zukunftsbäume den hohen Ansprüchen an Vitalität und Qualität gerecht werden, werden auch nur diese gefördert. Wo keine Zukunftsbäume im Bestand vorhanden sind, gibt es demnach auch keine Bedränger, die zu entnehmen wären. Durch diese zukunftsbaumbezogenen Eingriffe kann so ein Nebeneinander von intensiv und extensiv bewirtschafteten Waldflächen entstehen.

Die Pflege der Zukunftsbäume erfolgt, bis diese Bäume ihre Zielstärke erreicht haben und geerntet werden können.

Die Rolle der Bäume im Nebenbestand ist vielfältig: sie können zur Reserve für Zukunftsbäume werden, können Biotopbäume sein, oder als Mischbaumarten zur Artenvielfalt beitragen. Im Zwischen- und Unterstand sind sie Nachwuchsbäume für geerntete Zukunftsbäume und tragen zur Bodenpflege, vor allem aber zur Schaftpflege der Zukunftsbäume bei, indem sie die Bildung von Wasserreissern und die Ausbildung starker Äste verhindern.



▼ Kontrollgatter
© Marc Wagner



◀ Z-Baum-Auswahl
© Marc Wagner

4.5. Verjüngung

Bei der Bestimmung der zu verjüngenden Baumarten und der Verjüngungsverfahren trifft der Waldbewirtschafter Entscheidungen mit langfristigen Konsequenzen für die Art und Höhe der Holzproduktion, das finanzielle Resultat, die Schutz- und Sozialfunktionen des Waldes und das Landschaftsbild. Diese sehr langen Zeiträume der wirtschaftlichen Produktion sind das wohl herausragendste Merkmal der Forstwirtschaft: in keinem anderen Wirtschaftsbereich muss in vergleichbar langen Zeiträumen gedacht, geplant und gehandelt werden. Die Entscheidung für eine Baumart bei der Bestandesbegründung bindet den Waldbewirtschafter und seine Nachfolger über viele Jahrzehnte.

Der naturnahe Waldbau gibt der **Naturverjüngung** den Vorzug gegenüber Pflanzung oder Saat, mit der Einschränkung, dass die anfallende Naturverjüngung dem Standort angepasst sein muss (siehe auch 4.6 Standort, Konkurrenzverhalten und Baumartenwahl). Eine weitere Grundvoraussetzung für die Naturverjüngung ist natürlich auch, dass die für die Verjüngung gewünschten Baumarten in gut veranlagten Samenbäumen in genügender Anzahl und günstiger Verteilung über der zu verjüngenden Fläche vorhanden sind. Für die Naturverjüngung spricht, dass ihr genetisches Potenzial dem Standort durch einen, viele Baumgenerationen andauernden, Selektionsdruck besonders gut angepasst ist. Die Tatsache, dass zum Erhalt der Biodiversität auch der Erhalt der **genetischen** Vielfalt der Arten zählt, spricht in der Regel ebenfalls für die Naturverjüngung unserer Wälder.

Auch von einem wirtschaftlichen Standpunkt und im Sinne der biologischen Automation im naturnahen Waldbau kann die Naturverjüngung günstiger sein als eine Pflanzung. Im Zusammenhang mit einer Einzelbaumbewirtschaftung wie sie unter 4.4 Bestandespflege beschrieben wurde, fallen Verjüngungsflächen im naturnahen Waldbau in der Regel eher kleinflächig aus. Dabei gilt, je kleiner und verstreuter die Verjüngungsflächen sind, umso schwieriger und kostspieliger wird es, sie gegen übermäßigen **Wildverbiss** zu schützen. Dies bedeutet auch, dass die Wilddichte (insbesondere des Rehwildes, regional aber auch von Hirsch und Mufflon) bestimmte Grenzwerte nicht übersteigen darf, wenn die Naturverjüngung von Mischbeständen gewährleistet werden soll. Ob die Wilddichte in einem Wald im Einklang mit dem Nahrungsmittelangebot des Lebensraumes steht, kann auf einfache Weise durch die Anlage von **Kontrollgattern** festgestellt werden. Dabei wird der Bewuchs innerhalb kleiner, gegatterter Flächen mit Flächen gleichen Standortes ohne Wildschutz verglichen.

Dass ein wichtiges Ziel des naturnahen Waldbaus das Schaffen ungleichaltriger, strukturierter Bestände ist, wurde bereits erwähnt. Es leuchtet ein, dass man durch Pflanzung auf größeren Flächen nur altersgleiche Bestände erhalten kann. So ist es auch bei einer Naturverjüngung, die über einen kurzen Zeitraum erfolgt: wird der Schirmbestand zu schnell abgedeckt, haben die jungen Bäume alle mehr oder weniger das gleiche Alter. Gelingt es aber, die Verjüngung eines alten Buchenwaldes über einen längeren Zeitraum, d. h. mehrere Jahrzehnte, auszu-



▲ Pionierv egetation
© Mireille Feldtrauer-Molitor



▲ Schlagabraum in einer Verjüngung
© Marc Wagner

dehnen, so entwickelt sich in der Nachfolge eines gleichaltrigen Bestandes ein ungleichaltriger Bestand von hohem Strukturreichtum.

Bei der Umwandlung nicht standortgerechter Bestände, oder wenn eine vorhandene Baumartenzusammensetzung aus bestimmten Gründen nicht mehr gewünscht ist, ist die **Verjüngung durch Pflanzung** oder, in seltenen Fällen, durch Saat, unvermeidbar. Um Kahlschläge zu vermeiden und ungleichaltrige Mischbestände zu begründen, besteht die Möglichkeit, die Pflanzung unter dem Schirm des zu verjüngenden Bestandes durchzuführen. Hierzu bedarf es in der Regel eines Lichtungshiebes, ehe die Pflanzung von Schattbaumarten, wie der Buche oder den verschiedenen Ahornarten erfolgen kann. Danach wird der Alt- oder Schirmbestand in mehreren Eingriffen, die sich über einen längeren Zeitraum ziehen können, abgedeckt. Diese Vorgehensweise führt, ähnlich wie die sich über einen langen Zeitraum ziehende Naturverjüngung, zu einem strukturreichen Bestandesaufbau. Des Weiteren bietet sie den Vorteil, dass sich der Anfall von Hiebsresten und Schlagabraum auf mehrere Hiebseingriffe verteilt und so mengenmäßig reduziert anfällt. Eine Räumung oder Schlagab-

raumbeseitigung, die stets mit relativ hohen Kosten verbunden ist, und bei maschineller Durchführung eventuell zu Bodenverdichtungen führt, kann damit entfallen.

Durch Pflanzung lässt sich eine größere Baumartenmischung erreichen als über die natürliche Verjüngung. Die **Möglichkeit zur Baumartenmischung** besteht auch beim Auspflanzen mit Mischbaumarten in den Lücken (Ausfall) der Naturverjüngung. Grundsätzlich verlangt der naturnahe Waldbau allerdings bei der Bestandsbegründung den „Mut zur Lücke“, dies sowohl aus wirtschaftlichen als auch aus ökologischen Erwägungen: Lücken und Löcher in der Verjüngung können der Sukzession überlassen werden, sie werden von Kraut- und Straucharten oder auch von Weichhölzern und Pionierbaumarten (verschiedene Weidenarten, Aspe, Birke und Vogelbeere) besiedelt, und tragen so zur biologischen Vielfalt des Lebensraumes bei.



▲ Holzlagerplatz entlang Weg
© Marc Wagner

▲ Natürliche Waldvegetation entlang der Eisch zwischen Hobscheid und Septfontaines
© Marc Wagner

▲ Strukturierter Bestand (Engelsratt bei Capellen)
© Marc Wagner

Zum Erhalt der lokalen Rassen unserer Hauptbaumarten ist die Pflanzung von Wildlingen aus benachbarten Verjüngungsflächen zu erwägen. Im Sinne des naturnahen Waldbaus ist bei Pflanzarbeiten folgendes zu berücksichtigen:

Bei Pflanzungen sollen zu den Hauptforstwegen Mindestabstände von ca. 6 m eingehalten werden. So können die Pflanzzahlen und damit die Kosten der Maßnahme gesenkt werden. Diese Freiflächen können sich zu artenreichen Kraut- und Strauchgesellschaften entwickeln und später als Holzlagerplätze genutzt werden.

Entlang von Wasserläufen sollte grundsätzlich auf eine Bepflanzung verzichtet werden, um hier einer natürlichen Waldentwicklung den Vorzug zu geben.

Einen Sonderfall für die Verjüngung stellen größere Freiflächen dar, wie sie z. B. durch Windwurf insbesondere in strukturarmen, ungepflegten und somit instabilen Altersklassenwäldern entstehen können.

4.6. Standort, Konkurrenzverhalten und Baumartenwahl

Im forstlichen Sprachgebrauch bezeichnet der **Standort** einen Teil des Waldes, in dem gleiche oder annähernd gleiche Wuchsbedingungen vorherrschen. Diese Wuchsbedingungen werden vom vorherrschendem Klima und Mikroklima, der Hangexposition und -neigung, der Humusform, der Bodenart und dem Gesteinsuntergrund, der Nährstoffausstattung, der Wasserversorgung sowie der Wasserführung bestimmt.

Der Standort lässt sich in der Praxis vor Ort am einfachsten mit den beiden Parametern Wasserhaushalt und Nährstoffgehalt beschreiben. Alle mitteleuropäischen Hauptbaumarten sind in der Lage, eine breite Palette von Standorten zu besiedeln und haben ähnliche **Optima** in Bezug auf ihre Standortsansprüche. Das Optimum liegt immer im Bereich besonders guter Standorte mit ausgeglichener Wasser- und Nährstoffversorgung. Trotz dieser ausgeprägten Ähnlichkeit der Standortsansprüche zwischen Baumarten unterscheiden sie sich doch fundamental in Bezug auf ihre Durchsetzungskraft im langen Prozess der Waldentwicklung. Bei gleichen oder ähnlichen Standortsansprüchen ist es die **Durchsetzungskraft** der einzelnen Baumarten, die die Artenzusammensetzung in



▲ Buchen-Reinbestand
© Marc Wagner

naturnahen Wäldern bestimmt. So ist die Buche generell die konkurrenzstärkste Baumart Mitteleuropas, die in unseren Regionen ohne Eingriff des Menschen den Naturwald wohl eindeutig beherrschen würde, auch wenn Eichen und einige andere Laubbaumarten mit beteiligt sein könnten. So kann beispielsweise die Stieleiche die Buche unter sehr sauren und nährstoffarmen, aber auch unter sehr trockenen oder feuchten bis ausgesprochen wechselfeuchten Bedingungen verdrängen. Unter solchen Standortverhältnissen lässt die Konkurrenzkraft der Buche stark nach, wodurch die Eiche, die an solche Standortbedingungen wesentlich besser angepasst ist, die Möglichkeit erhält, sich im Prozess der Waldentwicklung gegen die Buche durchzusetzen und dauerhaft zu behaupten. Gleiches gilt zum Beispiel auch für die an sich eher konkurrenzschwache Erle, welche eine permanent hoch anstehende Feuchtigkeit im Boden nicht verlangt, aber weitaus besser verträgt als die meisten anderen Baumarten, und daher unter solchen Standortbedingungen bestandesbeherrschend werden kann.

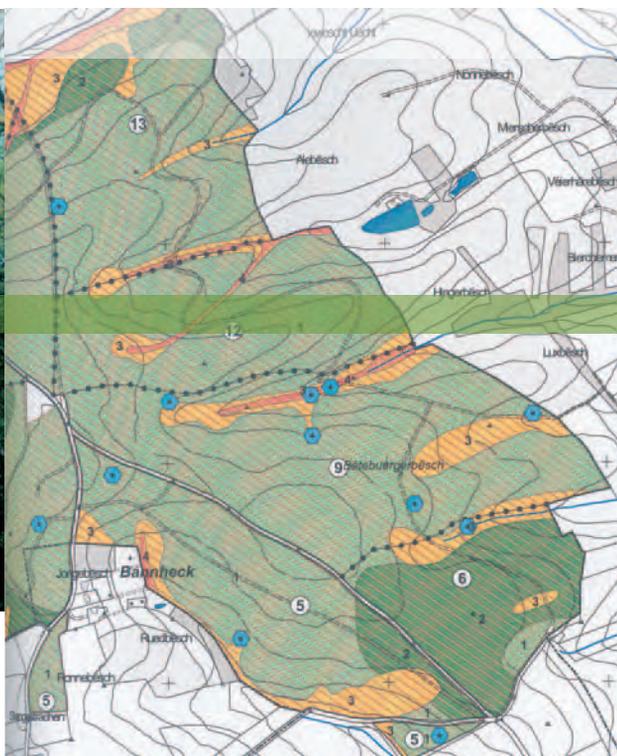
Anpassung an den Standort und Konkurrenzstärke der verschiedenen heimischen Baumarten sind also die beiden Schlüsselemente, welche die Baumartenzusammensetzung in einem gänzlich vom Menschen unberührten Wald regeln würden. Hier ist sich vor Augen zu halten, dass das Durchsetzungsvermögen der Buche in unseren Gegenden Resultat eines sehr langen Selektionsdruckes ist. Daher bildet die Buche bei uns auch häufig Reinbestände, da sie auf vielen Standorten allen anderen einheimischen Laubbaumarten überlegen ist und diese verdrängt. Eine derar-

tige Monopolstellung einer Baumart entspricht jedoch nicht der bestmöglichen Ausnutzung des verfügbaren Wurzelraums, und ist außerdem nicht die schonendste Art der Bodennutzung.

So lehrt die Standortkunde, dass Mischbestände, z. B. von Buche und Eiche, eine bessere Bodenerschließung gewährleisten als ein Reinbestand einer dieser beiden Baumarten. Während die Buche die obersten Bodenhorizonte durchwurzelt, erschließt das Wurzelwerk der Eiche auch tiefere Schichten. So gelingt es ihr für ihr Wachstum wichtige Mineralien in Bodentiefen zu erreichen, die dem flachen Wurzelsystem der Buchen nicht mehr zugänglich sind. Die Eiche verbessert so mit ihrem mineralstoffreichen Laub die Qualität der Streuschicht, die besser und schneller von den Bodenorganismen zersetzt und ins Bodengefüge eingebaut werden kann. Dies führt zu einer günstigen Bodenstruktur, die wiederum positive Auswirkungen auf die Wasser- und Nährstoffversorgung der Bäume hat. Indem der Mensch über die Baumartenmischung in das Bestandesgefüge eingreift, erhöht er die produzierte Holzmasse und verbessert die Bodenqualität. Zugleich bewirken diese Eingriffe auch eine Erhöhung der Artenvielfalt, die nicht nur in der Anzahl der Baumarten ihren Niederschlag findet, sondern auch in den Artenspektren der verschiedenen Pilze, Algen, Insekten, ... die an die einzelnen Baumarten gebunden sind.



▲ Strukturierter Mischbestand
(Engelsratt bei Capellen)
© Marc Wagner



◀ Standortskarte
© Eau et Forêts

Der naturnahe Waldbau, der die Bedeutung strukturierter Mischbestände betont, ist also mehr als ein blindes Nachahmen natürlicher Prozesse, die auch ohne den Menschen ablaufen würden, sondern vielmehr das gezielte Nutzen und Steuern natürlicher Prozesse zum Zweck der nachhaltigen Erbringung verschiedener Leistungen des Waldes, die für den Menschen von Interesse sind. Zu diesen Leistungen des Waldes gehört nicht nur die wirtschaftliche Funktion der Holzproduktion, sondern auch der Schutz der Landschaft und der wertvollen Biotope, die Absicherung der Schutzgüter Wasser und Boden, der sozialen Funktionen wie Erholung und Tourismus, sowie der Erhalt bzw. die Verbesserung der Biodiversität im Wald.

Die Standortkartierung ist das Instrument, das dem Waldbewirtschafter zur Verfügung stehen soll, wenn er einen neuen Bestand zu begründen hat, wenn er die Zweckmäßigkeit einer Naturverjüngung abzuschätzen hat, oder wenn er eine artenarme Naturverjüngung mittels Nachpflanzung in einen artenreicheren Mischbaumbestand verwandeln will.

Bei der Verjüngung eines Waldbestandes richtet sich die Wahl der Baumarten nach ihren Eignungen für den jeweiligen Standort.

Die Forstverwaltung hat, in Zusammenarbeit mit ausländischen Forschungsinstituten, Methoden der Standortkartierung für Luxemburg entwickelt, mit denen für jeden Standort die am besten geeigneten Baumarten bestimmt werden können. Hierbei wird zwischen den wirtschaftlichen, bodenverbessernden und ökologischen Eigenarten der verschiedenen Baumarten differenziert.



▲ Forstschlepper
© Marc Wagner



▲ Rückeschaden am Boden
© Mike Wagner



▲ Bodenprofil
© Marc Wagner

4.7. Walderschließung und Projekte im Wald-Wegebau

Ein wesentliches Merkmal des naturnahen Waldbaus sind die häufigen, aber immer nur mäßigen Hiebe auf jeder Flächeneinheit. Im Gegensatz dazu erfolgen Durchforstungen und Erntehiebe in den nach Altersklassenmodellen bewirtschafteten Wäldern nach einem strengeren Schema, wobei die Schläge seltener und konzentrierter erfolgen. Dies bedeutet in der Regel, dass die Eingriffe lokal stärker sind und folglich auf kleinerer Fläche größere Holzmengen anfallen. Holznutzung bedeutet in jedem Fall, dass Holz eingeschlagen wird, um anschließend aus dem Bestand gerückt und dann auf Holzlagerplätzen zwischengelagert zu werden. In einem weiteren Arbeitsschritt erfolgt der Abtransport des Holzes mit LKWs über Waldwege und das öffentliche Straßennetz, um einer Weiterverarbeitung zugeführt zu werden. In größeren Waldgebieten, in denen eine Holznutzung erfolgt, ist das Einrichten ganzjährig befahrbarer Waldwege unverzichtbar, unabhängig davon, ob die Bewirtschaftung naturnah oder naturfern erfolgt. Ein gut geplantes Waldwegenetz verringert die Rückedistanzen vom Hiebsort bis zum Holzlagerplatz, wodurch die Bestandeschäden und die Kosten dieser Arbeit pro Erntefestmeter Holz möglichst gering gehalten werden können. Der naturnahe Waldbau, der sich ja durch eine geringe Eingriff-

sintensität bis hin zur Einzelstammnutzung auszeichnet, setzt ein optimales Wegenetz voraus, um die Erntekosten so gering wie möglich zu halten und um Schäden am verbleibenden Bestand weitestgehend zu vermeiden.

Die Forstwirtschaft, wie jede andere wirtschaftliche Tätigkeit auch, kann sich nicht dem permanenten Zwang zur Rationalisierung und Verbesserung der Effizienz entziehen, und der Waldwegebau ist eine Möglichkeit der Effizienzsteigerung, sowohl bei der Holzernte, als auch bei der Bestandeskontrolle und -pflege. Der Zwang zur Effizienzsteigerung beinhaltet dabei zugleich aber auch die Prämisse, dass nicht mehr Mittel in Waldwegebau und -unterhalt gesteckt werden, als unbedingt notwendig.

Bestandeserschließung

Der Transport des geschlagenen Holzes aus dem Bestand bis an einen Holzlagerplatz am Rande eines befestigten Weges kann zu erheblichen Schäden am verbleibenden Bestand führen, wenn dieser nicht fachgerecht und mit großer Umsicht durchgeführt wird. Schwere Rückemaschinen können unter ungünstigen Bedingungen (z. B. auf stark vernässten Keuperböden) schon bei einem einmaligen Befahren des Bestandes eine dauerhafte **Verdichtung des Waldbodens** verursachen.

4. KONKRETE BEISPIELE ZUR PRAKTISCHEN UMSETZUNG DES NATURNAHEN WALDBAUS



▲ Alter Rückeschaden an einer Fichte
© Marc Wagner



▲ Begehungsline in einem Stangenholz
© Danièle Murat



▼ Rückegasse in einem Fichtenbestand
© Marc Wagner

Die Folgen einer solchen Bodenverdichtung sind:

- Die Verringerung der Wasserspeicherkapazität des Oberbodens;
- Die Verringerung der Sickerkapazität und damit die Erhöhung des Oberflächenabflusses;
- Die Verringerung des Gasaustausches und der Durchwurzelbarkeit;
- Sowie die Abnahme der biologischen Bodenaktivität.

Zur Bodenverdichtung durch schwere Rückemaschinen gesellen sich Oberbodenabrieb und -zerstörung, die durch die Scherkräfte der drehenden Räder verursacht werden. Zu diesen Schäden am Boden kommen häufig noch **Rückeschäden** an den Stämmen des verbleibenden Bestandes, die als Eingangspforten für holzbewohnende Pilze dienen und u. U. zu einer völligen Entwertung eines Baumes führen können.

Es dürfte einleuchten, dass dem Waldboden als dem **wichtigsten Produktionsfaktor** der Holzerzeugung höchster Schutz einzuräumen ist, und dass Erntemaßnahmen, die zu einer Zerstörung des Waldbodens führen, einen Raubbau an unseren Wäldern darstellen. Die Erfüllung aller Waldfunktionen, von der Holznutzung bis hin zum Boden- und Wasserschutz, hängt daher von einem pfleglichen Umgang mit dem Produktionsfaktor Boden ab. Der Boden ist sowohl Produktionsmittel als auch ein wichtiges und schützenswertes Element des Ökosystems Wald, das es zu erhalten gilt.

Der Waldboden ist ein „verkanntes Objekt“ des Natur- und Ressourcenschutzes. Er zeichnet sich, nach einer Jahrtausende andauernden Entwicklung, durch eine typische physikalisch-chemische Struktur sowie eine, den Standort reflektierende, arten- und individuenreiche Lebensgemeinschaft aus. Er bestimmt den auf ihm gedeihenden Waldbestand und wird von diesem beeinflusst. Einmal zerstört, ist er in menschlichen Zeiträumen nicht mehr wiederherstellbar.

Grundsätzlich muss der Einsatz von schweren Maschinen im Wald von den Standorts- und Witterungsverhältnissen abhängig gemacht werden. Auf stark vernässten Böden kann nicht gerückt werden.

Idealerweise ist in wirtschaftlich genutzten Wäldern ein flächendeckendes System von (dauerhaften) **Rückegassen** in die Bestände zu legen, auf denen Rückeschlepper mit Seilwinden bzw. Krangreifern das Langholz aus dem Bestand ziehen können. Diese Rückegassen stellen die Verbindung zwischen Fällort und Holzlagerplatz am Waldweg dar und machen ein Befahren des Waldbodens in der Fläche überflüssig. Die Bewegungen der Rückeschlepper im Bestand müssen sich auf die Rückegassen beschränken.

Das Vorhandensein einer guten und durchdachten Feinerschließung durch Rückegassen wird von verschiedenen Autoren als grundlegende Voraussetzung für einen naturnahen Waldbau angesehen.

▼ Doppelspänniges Rücken
im mittelstarken Laubholz
© Mireille Feldtrauer-Molitor



▲ Rückarbeiten mit dem Pferd im Nadelholz
© Mireille Feldtrauer-Molitor

▲ Waldweg
© Marc Wagner

Bei der praktischen Bestandeserschließung mittels Rückegassen gilt es folgende Grundregeln zu beachten:

Schon Jungbestände von 2 bis 4 m Oberhöhe sind über **Behebungslinien** zu erschließen (siehe auch 4.4 Bestandspflege). Diese erleichtern die Beobachtung der Abläufe im Bestand und vereinfachen die Jungbestandspflege. Sie sollten im Abstand von 10 bis 20 m angelegt werden, und eine Breite von mindestens 2 m besitzen um dadurch einem zu schnellen Zuwachsen entgegenzuwirken. Bei Pflanzungen können sie schon durch Auslassen von Pflanzreihen vorgesehen werden. Aus einem Teil dieser Behebungslinien ergibt sich später das Rückegassennetz. Die Abstände zwischen den 3,5 bis 4 m breiten Rückegassen sollen in angehendem Baumholz 20 bis 40 m betragen. Um den Bodenschutz und den Erhalt der Befahrbarkeit dieser Rückegassen zu gewährleisten, muss die Holzbringung auf günstige Witterungsperioden beschränkt werden, es müssen Niederdruckbreitreifen verwendet werden oder die Auflage von Schlagreisig, und gegebenenfalls müssen punktuell Nassstellen befestigt werden.

Können regelmäßige Rückegassen nicht angelegt werden, oder nur in sehr viel größeren Abständen als hier angegeben, so bietet sich als interessante Alternative die Holzrücken

ckung mit dem Pferd an. Einspännig kann das Pferd Stämme bis $0,4 \text{ m}^3$ rücken, stärkeres Holz kann zweispännig gezogen werden. Beim Pferdeinsatz kann das Holz entweder bis an die Rückegassen oder bis an den Holzlagerplatz gezogen werden.

Waldwegebau

Waldwege werden vor allem gebaut, um die Holzernte zu ermöglichen. Außerdem ermöglichen sie eine bessere Zugänglichkeit der einzelnen Waldbestände und erleichtern so die Arbeit des Försters und der Waldarbeiter. Auch Wanderer und Jäger sind auf das Vorhandensein von Waldwegen angewiesen.

Obschon das Wegenetz für einen naturnahen Waldbau außerordentlich wichtig ist, stellen Wegebauten immer Eingriffe in die Landschaft und den Naturhaushalt dar und können zu einer Fragmentierung oder Zerschneidung der Wälder führen. Zudem können Waldwege auch ohne häufige Befahrung zu einer Ausbreitungsbarriere für Kleinsäuger, Käfer und andere Tiere werden und so zur Verinselung von Lebensräumen beitragen.

- ▼ Ein neu angelegter Weg braucht ein paar Jahre, bevor man ihn nicht mehr als Eingriff in das Landschaftsbild empfindet
© Marc Wagner



▲ Waldweg
© Mireille Feldtrauer-Molitor

Waldwege bringen den Waldrand sozusagen in das Waldinnere, sie wirken als Windschneisen und beeinflussen das Bestandsinnenklima, indem sie die Luftfeuchtigkeit reduzieren. Durch den erhöhten Lichteinfall an den Waldwegen verändert sich hier die Bodenvegetation und damit auch die Artenzusammensetzung der Tierwelt, wobei sich der Anteil der Waldrandbewohner auf Kosten der Waldinnenbewohner vergrößert, was zu einer Nivellierung der Artenausstattung führen kann. Im Gegenzug bedeuten die lichtliebenden Strauch- und Krautsäume, welche die Waldwege begleiten, aber auch ein zusätzliches Nahrungsangebot für Tiere wie Rehwild und Hase, sowie auch für zahlreiche Insektenarten. Verschiedene Fledermausarten nutzen die Schneisen der Waldwege als Orientierungshilfen und profitieren von einem erhöhten Angebot an Fluginsekten, welches durch das Vorhandensein einer wegbegleitenden Vegetation gefördert wird.

Eine Sekundärbelastung des Wegebaus, insbesondere für die Tierwelt ergibt sich aus der verstärkten Inanspruchnahme der Wälder für Erholungszwecke, wie Wandern und Mountainbikefahren. Vor diesem Hintergrund haben beispielsweise Untersuchungen zum Rothirsch ergeben, dass dieser die Nähe von frequentierten Wegen meidet und auch Salzlecken erst ab einer Mindestdistanz von 300 m zu

Wegen annimmt. So lässt sich leicht ausrechnen, dass ein neuer Waldweg von etwa 1 km Länge in einem Rotwildhabitat zu einer Reduzierung des verfügbaren Lebensraumes von etwa $1\ 000 \times 300 \times 2 = 60$ ha führen kann!

Besonders im Mittelgebirge oder in starken Hanglagen ist darauf zu achten, dass sich der Wegebau harmonisch in das Landschaftsbild einfügt. Gleichzeitig gilt es aber auch zu berücksichtigen, dass der Wegebau die Bodenwasserführung beeinflusst und bei unsachgemäßer Planung die Tendenz zu Hangrutschungen verstärken kann.

Diese möglichen Auswirkungen des Waldwegebaus sind bei der Planung und der Bauausführung zu berücksichtigen. Um sie so gering wie möglich zu halten, bedarf jeder neue Waldweg einer sorgfältigen Planung. Erschließungspläne für größere Waldgebiete haben den Vorteil, dass sie über Eigentumsgrenzen hinweg gehen. Gegenüber der herkömmlichen eigentumsbezogenen Planungsweise erlauben derartige Planungen eine größere Flexibilität bei der Trassenführung, wodurch sich z. B. besonders störungsempfindliche Waldbereiche leichter vermeiden lassen, und isolierte Kleinprojekte mit geringem wirtschaftlichen Nutzen im stark parzellierten Privatwald verhindert werden. Die Erschließung größerer Waldgebiete wird allerdings dadurch



▲ Neu angelegter Waldweg
© Marc Wagner



▲ Zufahrtsweg
© Frank Wolter



erschwert, dass alle an dem Planungsvorhaben beteiligten Besitzer konsultiert werden müssen, was den Planungsablauf erheblich erschweren und verlängern kann.

Auch für den naturnahen Waldbau sollte eine Wegedichte von 15 bis 30 m/ha in der Ebene bzw. 30 bis 50 m/ha in den Hanglagen genügen. Die Breite der Fahrbahn sollte mindestens 3,5 m betragen. Sie wird durch beidseitige Bankette ergänzt, was eine Kronenbreite von 4,5 bis 5 m ergibt.

Die Trassierung von Wegen soll sich in die Landschaft einfügen und naturschützerisch relevante Flächen meiden. Beim Erstellen der Tragschicht sollen Steinmaterialien verwendet werden, welche die lokalen bodenchemischen Prozesse nicht verändern. Gebundene Tragschichten wie Beton- oder Teerdecken sind aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen grundsätzlich zu vermeiden. Eine Berechtigung finden sie höchstens beim Stabilisieren kurzer und sehr steiler Teilstrecken, falls diese sich auch bei sorgfältiger Wegeplanung nicht vermeiden lassen.

Grundsätzlich gilt, dass der Wegebau für den naturnahen Waldbau unerlässlich, ja sogar wichtiger als im schlagweisen Altersklassenwald ist, dass er aber auch einer sorgfältigen Planung und Interessensabwägung bedarf, um Fehl- und Übererschließungen mit negativen ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen zu vermeiden.

4.8. Die Bedeutung von Totholz und Biotopbäumen im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung

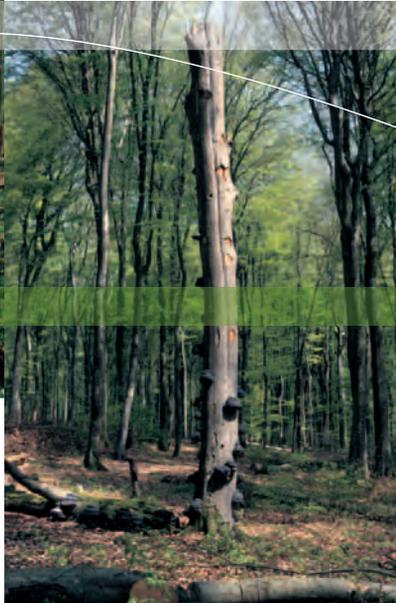
Im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung wird dem Erhalt von Totholz und von Biotopbäumen (Höhlenbäume, Horstbäume, Bäume mit größeren Stammverletzungen, sehr alte Bäume), ein hoher Stellenwert beigemessen. Eine Vielzahl von Insekten, Vögeln, Fledermäusen, Pilzen und Flechten hängt in ihrem Lebenszyklus ganz oder teilweise vom Vorhandensein von Totholz- oder Biotopbäumen ab. Tote Bäume dienen ihnen auf vielfältige Weise: als Nahrungsquelle und Überwinterungsplatz, als Ort für die Jungenaufzucht, als Versteck und als Brücken zum Überqueren kleiner Wasserläufe für kleine Säugetiere, als Trommelbäume für Spechte, als Ansitzposten für Greifvögel oder einfach für das Sonnenbad von Eidechsen.

4.8.1. Totholzbäume

Den letzten Entwicklungsschritt im langen natürlichen Leben eines Baumes stellt das Totholz dar. Durch das Absterben des Baumes entsteht für eine große Zahl von Tier- und Pflanzenarten ein neuer und für deren Überleben elementarer Lebensraum. Totholzbäume besitzen eine Vielzahl kleinster Habitatstrukturen mit einem spezifi-



▲ Liegendes Totholz
© Marc Wagner



▲ Biotopbaum
© Marc Wagner

schen Mikroklima. Aufgrund von Beschattung herrschen in Bodennähe ausgeglichene, kühl-feuchte Verhältnisse vor, wohingegen der Kronenraum windexponiert und starken Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen ausgesetzt ist. Der mittlere Stammbereich ist teilweise besonnt und wärmebegünstigt und daher relativ trocken. Allerdings ist nicht jeder Baum sofort nach seinem Absterben ein wertvolles, artenreiches Biotop. Für die meisten Insekten ist Holz ein unverwertbarer Stoff. Erst die holzerzetzende Tätigkeit verschiedener Holzpilze erschließt den Baum und das Holz als Lebensraum und Nahrungsquelle. Im Laufe des Abbauprozesses entsteht an einem Totholzbaum eine Vielzahl unterschiedlicher Substrateigenschaften. Diese reichen von harten, ausgetrockneten rindenlosen Stammteilen bis hin zu weichen, feuchten und verpilzten Mulmbereichen. An diese abwechslungsreichen Kleinstrukturen haben sich zahlreiche Organismen wie Pilze, Moose, Flechten, Schnecken und andere Weichtiere, Regenwürmer, Insekten, Spinnen, sowie Vögel und Kleinsäuger (Fledermäuse) angepasst. So ist es auch nicht überraschend, dass Totholzabfälle neben den Waldböden den größten Artenreichtum in unseren Wäldern beherbergen. So leben allein in Mitteleuropa ca. 1 500 verschiedene Großpilzarten, sowie etwa 1 350 totholzbewohnende und holzabbauende Käferarten, von denen eine ganze Reihe als gefährdet einzustufen ist.

4.8.2. Formen von Biotopbäumen

Häufig werden auch Totholzabfälle als Biotopabäume bezeichnet, was prinzipiell durchaus richtig ist. Um Missverständnissen vorzubeugen ist es jedoch sinnvoller zwischen Totholzabfällen und (noch) lebenden Biotopabäumen zu unterscheiden. Demnach umfasst der Begriff „Biotopbaum“ folgende Arten von Bäumen:

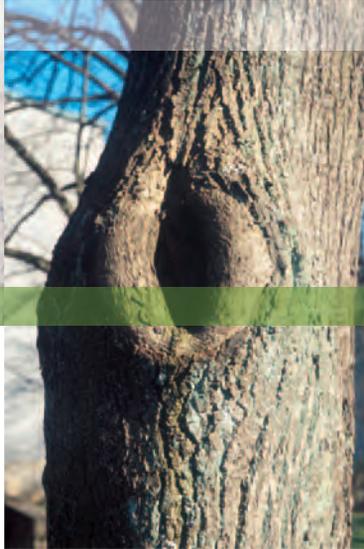
- Bäume mit größeren Stammverletzungen, Stammfäulen, Pilzbefall und viel Kronentotholz
- Bäume mit Natur- und Spechthöhlen („Höhlenabäume“)
- Bäume mit Horsten baumbrütender Vogelarten („Horstbäume“)
- uralte, aber noch lebende Bäume („Methusalems“)

Im Folgenden werden die verschiedenen Formen von Biotopabäumen bezüglich ihrer Entstehung und ihrer besonderen Habitateigenschaften näher beschrieben. Zweckmäßigerweise bietet es sich an, Biotopabäume durch ein bestimmtes Symbol, z. B. eine Fledermaus oder einen Hirschkäfer, oder eine deutliche anderweitige Markierung kenntlich zu machen um ein versehentliches Fällen solcher Bäume zu verhindern. Darüber hinaus erleichtert eine solche Kennzeichnung auch dem Förster die Kontrolle und Überwachung solcher Bäume im Bestand.

▼ Baum-Höhle
© Danièle Murat



▲ Ablösende Rinde bei einer Buche
© Marc Wagner



▲ Altbaum aus früherem Mittelwaldbetrieb im „Bois de Biver“
© Marc Wagner

4.8.3. Höhlenbäume

Höhlen im Baum entstehen überwiegend durch die Arbeit der Spechte, in seltenen Fällen auch durch Fäulnisprozesse. Diese Höhlen dienen jedoch nicht nur dem Specht selbst als Nist- und Brutraum, sondern auch noch einer großen Zahl an Folgebrütern (z. B. Meisen oder Hohltauben) und Insektenarten (Bienen, Hornissen, Wespen, Fliegen,...), die auf das Vorhandensein solcher Höhlenbäume angewiesen sind. Im Laufe der Jahre ändert sich durch eindringende Feuchtigkeit und damit verbundene Zersetzungsprozesse, die Beschaffenheit solcher Höhlen, was zu einer Besiedlung durch eine Vielzahl unterschiedlicher Tierarten führt. Im Idealfall entsteht somit durch Pilzbefall nach mehreren Jahren aus der anfänglich kleinen Spechthöhle eine große so genannte Mulmhöhle. Solche Mulmhöhlen sind von herausragender ökologischer Bedeutung. Sie dienen nicht nur Vögeln, sondern auch einigen in unseren Wäldern mittlerweile sehr seltenen Säugetieren (Baummarder, Fledermäuse, Wildkatze, Baum-, Garten- und Siebenschläfer,...) als Unterschlupf. Außerdem beherbergen Mulmhöhlen auch eine große Zahl hochgradig gefährdeter und nach der europäischen FFH-Richtlinie geschützter Käferarten, wie etwa den Eremit, ein nach Leder riechender Rosenkäfer, oder den Veilchenblauen Wurzelhalsschnellkäfer.

4.8.4. Horstbäume

Eine ganze Reihe größerer Vogelarten, wie der Rotmilan, der Wespenbussard oder der seit einigen Jahren wieder in Luxemburg brütende Schwarzstorch, legt ihre Nester in Form von Baumhorsten in der Krone von Bäume an. Da der Horstbau sehr aufwendig ist, benutzen die meisten Vogelarten ihren Horst über viele Jahre hinweg. Allerdings eignet sich nicht jeder Baum als Brutplatz. In aller Regel werden Greifvogelhorste nur in den kräftigen, stabilen Kronen älterer Bäume angelegt.

Zudem müssen – abhängig von der jeweiligen Vogelart – bestimmte Schlüsselstrukturen am Neststandort vorhanden sein. Dazu zählen Anflugschneisen, Deckung und/oder geeignete Bäume als Beobachtungswarten und zur Beuteübergabe. All dies sind Voraussetzungen, wie sie in besonderem Maße in naturnah bewirtschafteten Mischwäldern mit hohem Struktureichtum in größerer Zahl vorzufinden sind. Ebenso wie die Höhlenbäume, empfiehlt es sich auch die Horstbäume deutlich sichtbar zu kennzeichnen um ein versehentliches Fällen auszuschließen.

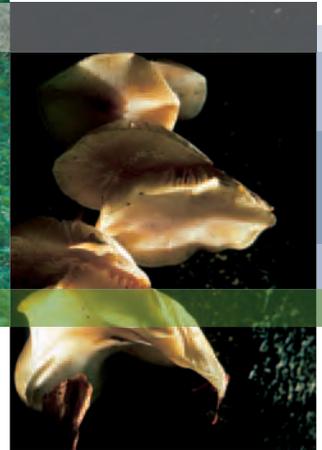
4.8.5 Altbäume

Auch bei noch lebenden Bäumen findet man häufig schon Totholz, und zwar in der Krone. Insbesondere alte Eichen sind oft sehr reich an Kronentotholz. Besitzt ein Baum sehr viel davon, macht ihn das zu einem wertvollen Bio-





▲ Ziemlich stark zersetztes liegendes Totholz
© Mike Wagner



▲ Pilz-Fruktkörper
© Marc Wagner

topbaum. Vielen wärmeliebenden Arten aus der Familie der Bock- und Prachtkäfer, bietet Kronentotholz ein warmes und trockenes Habitat. So lebt z. B. der seltene Wendekreiswiderbock an den abgestorbenen Ästen alter Eichen. Auch Mittel- und Kleinspecht legen in ausreichend dicken Ästen gerne ihre Höhlen an.

4.8.6 Rindentaschen

So genannte Rindentaschen bilden sich bei absterbenden oder toten Bäumen, bei denen sich Teile der Rinde vom Baum lösen. In diesen Rindentaschen herrscht ein besonderes Mikroklima. Verschiedene Käfer-, Milben- und Spinnenarten verbringen ihr gesamtes Leben unter solchen, sich ablösenden Rindenpartien. Einige Vogelarten, wie etwa der Baumläufer, nutzen sie als Brutraum und Unterschlupf. Aber auch viele Fledermausarten, wie zum Beispiel die Mopsfledermaus, nutzen die Rindentaschen als Tagesversteck.

Die 3 Phasen des Holzabbaus

Der Abbau von Totholz lässt sich in drei unterschiedliche Phasen einteilen:

1. Phase: Die Besiedlung des Totholzes durch primäre Holzbewohner (primäre Xylobionten)

Es handelt sich dabei um Arten, die sich meist baumartenspezifisch von der Rinde oder dem Splintholz ernähren. Hierzu gehören vor allem verschiedene Käferfamili-

en, wie die Bock- und Prachtkäfer (Cerambycidae, Buprestidae) oder die bekannten Borkenkäfer (Scolytidae), sowie die Holzwespen. Diese Pioniere lösen die Rinde vom Holz und erschließen das Holz durch ihre Bohr- und Fraßtätigkeit für weitere Insekten und Pilze. Das dabei anfallende Material (Bohrmehl, Kot) ist für die nachfolgenden Organismen leichter zu verarbeiten. Bereits in dieser Phase, die üblicherweise etwa 2 Jahre dauert, setzt auch bereits der mikrobielle Abbau des Holzes ein.

2. Phase: Der Zerfall des Holzes

In dieser zweiten Phase beginnt der eigentliche Zersetzungsprozess des Holzes: Zweige und Äste fallen ab, die Rinde löst sich vom Stamm und Pilze und Bakterien beginnen das Holz abzubauen. In dieser Zeit beginnt sich das Insektenspektrum zu ändern. Das Holz wird von Organismen besiedelt, die entweder auf vorhandene Bohrgänge angewiesen sind, bereits teilabgebautes Holz benötigen, sich als Räuber von primären Holzbewohnern ernähren oder von Pilzen leben. Wiederum sind es viele Käferfamilien, die in dieser Phase dominieren, wie z. B. Feuerkäfer (Pyrochroidae), Schröter (Lucanidae), Schwarzkäfer (Tenebrionidae) und Schnellkäfer (Elate-ridae). Darüber hinaus entwickeln sich aber auch eine ganze Reihe verschiedener Fliegen- und Mückenarten in den Gängen und im Mulm. Man nennt diese Gruppe sekundäre Xylobionten (Holzbewohner). Zu Beginn dieser 10-20 Jahre dauernden Phase wird das Holz aber auch noch von einigen primären Xylobionten aus der ersten Zersetzungsphase bewohnt.



▲ Das „neuartige Buchensterben“ hat stellenweise zu einem unerwünscht hohen Totholzanteil geführt
© Marc Wagner



▲ Am Wegrand stehendes Baummonument
© Marc Wagner

3. Phase: Humifizierung

In der letzten Phase des Zersetzungsprozesses zerfällt das Holz vollends und geht langsam in Boden über. Man nennt diesen Vorgang Humifizierung. Das Substrat besteht dabei zu großen Teilen aus dem Kot der bisherigen Besiedler. Abgesehen von den noch verbleibenden sekundären Xylobionten leben jetzt vor allem Fliegenlarven (Diptera), Springschwänze (Collembola) und Milben (Acari) im Mulm. Nun steigen aber auch die eigentlichen Bodenlebewesen (Schnecken, verschiedene Würmer, Asseln, Tausendfüßler und Fadenwürmer) in das vermodernde Holz auf, wo sich die meisten von ihnen von den eigentlichen Holzzersetzern dieser 3. Phase, den Pilzen und Bakterien, ernähren. Die Pilze bauen Zellulose, Lignin usw. ab, und führen den Mulm in Humus über.

Selbstverständlich kommen während allen Abbauphasen immer auch parasitische und räuberische Arten vor, die sich von anderen holzbewohnenden Organismen ernähren.

4.8.7. Wieviel und was für Totholz braucht ein naturnaher Wald?

In welchem Umfang und in welchen Zeiträumen bewirtschaftete Wälder Totholz – insbesondere in stärkeren Dimensionen – bilden können, hängt neben der Art und Intensität der Bewirtschaftung auch in wesentlichem Maße von der Baumartenzusammensetzung, dem Alter und dem Zuwachs ab, der wiederum entscheidend von der Leistungsfähigkeit des Standortes beeinflusst wird. Die Frage,

welche Totholzmenge ein naturnah bewirtschafteter Wald enthalten sollte, lässt sich daher aufgrund der vielen Unwägbarkeiten kaum sinnvoll in absoluten Zahlen ausdrücken. Pauschale Durchschnittsforderungen an Totholzmenge wären zudem sehr praxisfern und würden den mitunter großen Unterschieden zwischen den verschiedenen Wald- und Bestandestypen kaum in ausreichendem Maße Rechnung tragen. Es ist jedoch auch zu bedenken, dass unterhalb gewisser Mindest-Totholzmenge die Erhaltung der biologischen Vielfalt nicht mehr gewährleistet ist.

Selbst in mitteleuropäischen Urwäldern schwanken die Totholzmenge zwischen 50 und 200 m³/ha. Für den Luxemburger Wald weist das aktuelle Landeswaldinventar⁵ über alle Waldflächen folgende durchschnittliche Totholzmenge (stehendes und liegendes) aus: (siehe Tab.4)

Ob diese Totholzmenge aus der Sicht der biologischen Vielfalt für einen naturnahen Waldbau ausreichend sind, lässt sich nach heutigem Wissensstand nicht klar beantworten. Es wird von wissenschaftlicher Seite lediglich die Vermutung geäußert, dass die heutigen Totholzmenge noch nicht ausreichen. Wenn also von einem „angemessenen“ Totholzanteil die Rede ist, so hängt dessen Einschätzung vom jeweiligen Blickwinkel des einzelnen Betrachters ab und ist in höchstem Maße subjektiv.

⁵ „La forêt luxembourgeoise en chiffres - Résultats de l'inventaire forestier national au Grand-duché de Luxembourg 1998-2000“. Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg oder „Der Luxemburger Wald in Zahlen - Ergebnisse der Luxemburger Landeswaldinventur 1998-2000“. Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg



▲ Eichen-Hainbuchenwald mit liegendem Totholz
© Marc Wagner



▲ Buchdruckerbefall an Fichte
© Jean-Pierre Arend

Totholz mengen nach Baumarten	Durchschnittliche Totholz mengen
Buche	13,5 m ³ /ha
Eiche	12,8 m ³ /ha
Hainbuche	3,8 m ³ /ha
Sonstige Laubbaumarten	4,0 m ³ /ha
Totholz Laubbäume	13,5 m³/ha
Fichte	14,0 m ³ /ha
Waldkiefer	15,5 m ³ /ha
Sonstige Nadelbaumarten	9,1 m ³ /ha
Totholz Nadelbäume	14,1 m³/ha

Tab. 4: Totholz mengen im Luxemburger Wald nach Baumarten

Wichtig ist es vor allem, ein möglichst breites Spektrum an unterschiedlichen Totholz- und Biotopbäumen zu schaffen, um für eine möglichst große Zahl von Lebewesen, die direkt oder indirekt auf das Vorhandensein von Totholz angewiesen sind, ein attraktives Lebensraumangebot zu schaffen. Voraussetzungen für die Schaffung einer hohen Artenvielfalt sind dabei:

- unterschiedliche Baumarten (Laub- und Nadelholzarten, Hart- und Weichhölzer)
- unterschiedliche Durchmesser
- Alter
- Zersetzungsgrad
- verschiedenstarke Besonnung
- stehendes und liegendes Totholz (auch stehengelassene Wurzelstöcke)

Wichtig ist, dass das Totholz dauerhaft und im ganzen Bestand gleichmäßig verteilt vorhanden ist. Von großer Bedeutung für die zahlreichen, an Alt- und Totholz gebundenen Arten, ist auch das Vorhandensein von Alt- und Totholzinseln, die in nicht zu großen Abständen in der Landschaft verteilt und dazwischen über vereinzelte Tot- und Altholzbäume verbunden sind. Man spricht in diesem Zusammenhang auch häufig von so genannten „Trittsteinbiotopen“, die für die Vernetzung und den Austausch zwischen den verschiedenen größeren Tot- und Altholzinseln von großer Bedeutung sind.

Auf Flächen, die nach Einschätzung des Försters/Waldbesitzers nicht über ausreichend Totholz verfügen, lässt sich dessen Anteil auf einfache Weise durch Ringelung von Bäumen auf das gewünschte Maß erhöhen. Für den Waldbesitzer sind mit dem Erhalt oder dem aktiven Schaffen von Totholzbäumen kaum negative ökonomische Folgen verbunden. In fast jedem Waldbestand findet sich immer eine bestimmte Menge an qualitativ schlechten Bäumen, die auf dem Holzmarkt ohnehin nicht kostendeckend abgesetzt werden können und sich für die Schaffung von Totholzbäumen anbieten.

Die Fichte ist die einzige Baumart, bei der wegen der Gefahr von Buchdrucker⁶ (Ips typographus)-Massenvermehrungen eine gewisse Vorsicht an den Tag zu legen ist. Es ist jedoch hervorzuheben, dass sich dieser Käfer in mehr als einjährigem Totholz im Normalfall nicht mehr entwickeln können, da die Rinde bereits zu trocken ist.

⁶ = Borkenkäfer-Art

▼ Heckenrose
© Marc Wagner

▼ Schlehendorn
© Marc Wagner



▲ Eichen-Niederwald mit Narzisse
© Marc Wagner



5. Erhaltung der Biodiversität im Rahmen eines naturnahen Waldbaus

Ebenso wie die nachhaltige Entwicklung ist auch die biologische Vielfalt durch die Umweltkonferenz von Rio 1992 stärker ins öffentliche Interesse gerückt. Beide Begriffe zeugen von der weltweiten Besorgnis um den Erhalt und die Bewahrung der menschlichen Lebensgrundlagen.

Es gibt zahlreiche Definitionen für die Biodiversität oder „Vielfalt des Lebens“ (griech. bios = Leben, lat. diversitas = die Verschiedenheit). Man kann sie knapp als „Leben auf Erden“ oder auch als „die Variabilität aller Lebewesen auf der Erde und ihre Voraussetzungen“ interpretieren. Im Text der Konvention über biologische Diversität der Konferenz von Rio wird sie als „die Varietät und Variabilität der Lebewesen und Ökokomplexe in welchen sie leben, einschließlich der Diversität innerhalb und zwischen Arten und den Ökosystemen“ charakterisiert.

Die Biodiversität lässt sich dabei auf folgenden Ebenen betrachten:

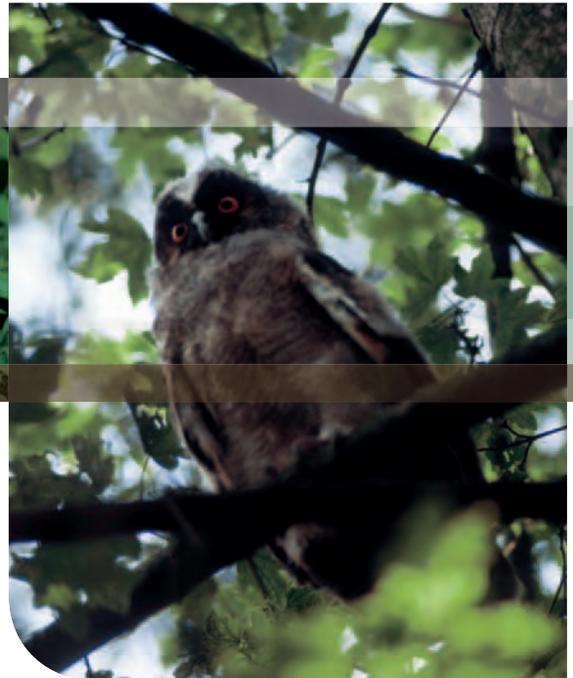
- **Genetische Diversität:** Variation innerhalb einer Art, bzw. einer Population;
- **Artenvielfalt:** Variation zwischen den Arten von Lebewesen;
- **Ökologische Diversität:** Vielfalt der Lebensräume.

Diese drei Bereiche stehen miteinander in Beziehung und lassen sich nicht voneinander trennen. Sie beeinflussen sich gegenseitig.

Die Erhaltung der Biodiversität, oder zumindest die Bemühungen darum, sind eine Grundeinstellung zur Bewahrung des ganzen Lebens auf der Erde. Es gibt sowohl ethische als auch materielle Gründe die für den Erhalt der Biodiversität sprechen. Das Leben in seiner Gesamtheit ist ein komplexes System, in dem Arten und Populationen in Beziehung zueinander und zu ihrer unbelebten Umwelt stehen. Konkurrenz und Kooperation unter Arten beeinflussen die Evolution, also das sich Weiterentwickeln der Arten. Auch wenn sich dem menschlichen Verständnis die komplexen Abläufe in diesem Netzwerk der Arten wohl nie ganz erschließen werden, so lässt sich doch zumindest erahnen, dass jede Art einmalig ist und ein Teil eines großen Ganzen darstellt. Diese Einsicht in etwas Größeres, eine höhere Instanz, kann den Menschen zu ethischem Handeln bewegen. Arten sollen erhalten bleiben, unabhängig vom materiellen Nutzen, den sie uns Menschen bringen.



▲ Hohltaube
© Raymond Gloden



▲ Junge Waldohreule
© Marc Wagner

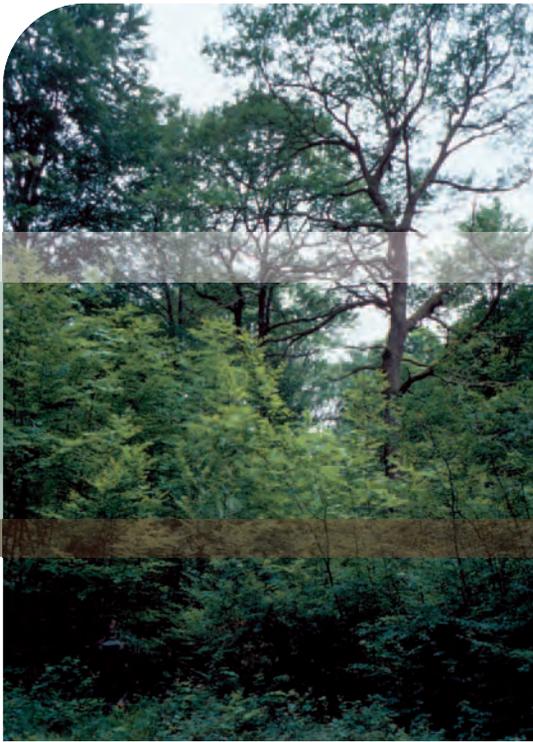
Der Mensch, als Bestandteil der Biodiversität, ist auf ihre Produkte angewiesen um zu leben. So zieht er einen enormen materiellen Nutzen aus den Werkstoffen und Nahrungsmitteln welche die Vielfalt an Arten ihm bietet. Auch heute noch werden unbekannte, wertvolle Inhaltsstoffe von Pflanzen für die Medizin entdeckt (siehe hierzu auch Kapitel 8 Walderneuerung und Vorteile des vielseitigen Rohstoffes Holz). So dürften allein die Tropenwälder noch einen ungeheuren Reichtum an bisher unbekanntem, medizinisch wirksamen Pflanzenarten beherbergen.

Biodiversität und Waldbewirtschaftung

Für eine zeitgemäße, naturnahe Waldbewirtschaftung gehören Schutz und Pflege einer möglichst großen Artenvielfalt genauso zur Waldbehandlung, wie Maßnahmen zur Holzproduktion oder zum Erhalt der verschiedenen Schutzfunktionen des Waldes, wie Boden- und Wasserschutz. Die Biodiversität ist auf den Ebenen der genetischen Diversität und der Artenvielfalt sowie auf der Ebene der Lebensraumvielfalt zu fördern; Patentrezepte gibt es hier allerdings nicht.

Die verschiedenen Waldbetriebsarten, wie sie in Mitteleuropa zur Anwendung kommen, unterscheiden sich in ihren Auswirkungen auf die Artenzusammensetzungen und Organismenvielfalt der in ihnen lebenden Tier- und Pflanzenarten.

So zeichnet sich der oft als besonders naturnah bezeichnete Plenterwald durch eine ausgeprägte vertikale Struktur und damit einem Mangel an lichten und lückigen Waldpartien aus, so dass lichtbedürftige Pflanzenarten häufig ausgedunkelt werden und somit aus diesen Wäldern verschwinden. Lichtliebende Arten oder auch Baumartenmischungen lassen sich demnach im Plenterwald nur mit intensiven Pflegeeingriffen dauerhaft erhalten. Tier- und Pflanzenarten, die an lichte Wälder gebunden sind, können daher in einem dichten Waldbestand mit ausgeprägter vertikaler Struktur nicht überleben. Die Bestandesstrukturen, wie sie bei einer schlagweisen Altersklassenbewirtschaftung entstehen, unterscheiden sich sehr von denen eines femelartig genutzten Waldes oder des Plenterwaldes. In diesen Waldformen herrschen (kleinflächig) unterschiedliche Lichtverhältnisse vor, die es erlauben sowohl Schatt- als auch Lichtbaumarten zu verjüngen. Bei der Bestandesverjüngung entstehen in diesen Wäldern sehr vielfältige innere Grenzlinien und fließende Übergangszonen, die für viele Tierarten eine wichtige Lebensraumfunktion besitzen.



▲ Strukturreicher Laubholzbestand bei Langres (F)
© Marc Wagner



▲ Laubholz-Mischbestand im Gemeindewald Koerich
© Marc Wagner

Die verschiedenen Waldbetriebsarten unterscheiden sich demnach bezüglich der vorherrschenden Lichtverhältnisse und des verfügbaren Nahrungsangebotes. In der Folge entstehen unterschiedliche Lebensräume, welche auch von unterschiedlichen Arten und Artengemeinschaften genutzt werden. Zur bestmöglichen Förderung der Biodiversität sollte der Waldbau danach streben, eine möglichst große Vielfalt an forstlichen Biotopen zu schaffen bzw. zu unterhalten. Ein entsprechender Waldbau kann sich also nicht nur auf eine einzige Behandlungsweise beschränken, sondern sollte eine möglichst große Vielfalt an waldbaulichen Instrumenten sinnvoll nutzen und kombinieren. Durch die Anwendung unterschiedlicher Behandlungsweisen kann ein Nebeneinander von Beständen entstehen, die licht und geschlossen sind, gleich- und ungleichförmig, buntgemischt und rein, und sowohl groß- als auch kleinflächiger oder kontinuierlicher Verjüngung wie im Plenterwald entspringen. Das übergeordnete Ziel zur Förderung der Biodiversität im Wald sollte also lauten, so vielfältige Waldstrukturen wie möglich zu verwirklichen.

Neben diesem allgemeinen Ziel, macht der Erhalt und die Förderung der Biodiversität aber auch noch weitere gezielte und punktuelle Maßnahmen erforderlich, wie sie auf den folgenden Seiten beschrieben werden.

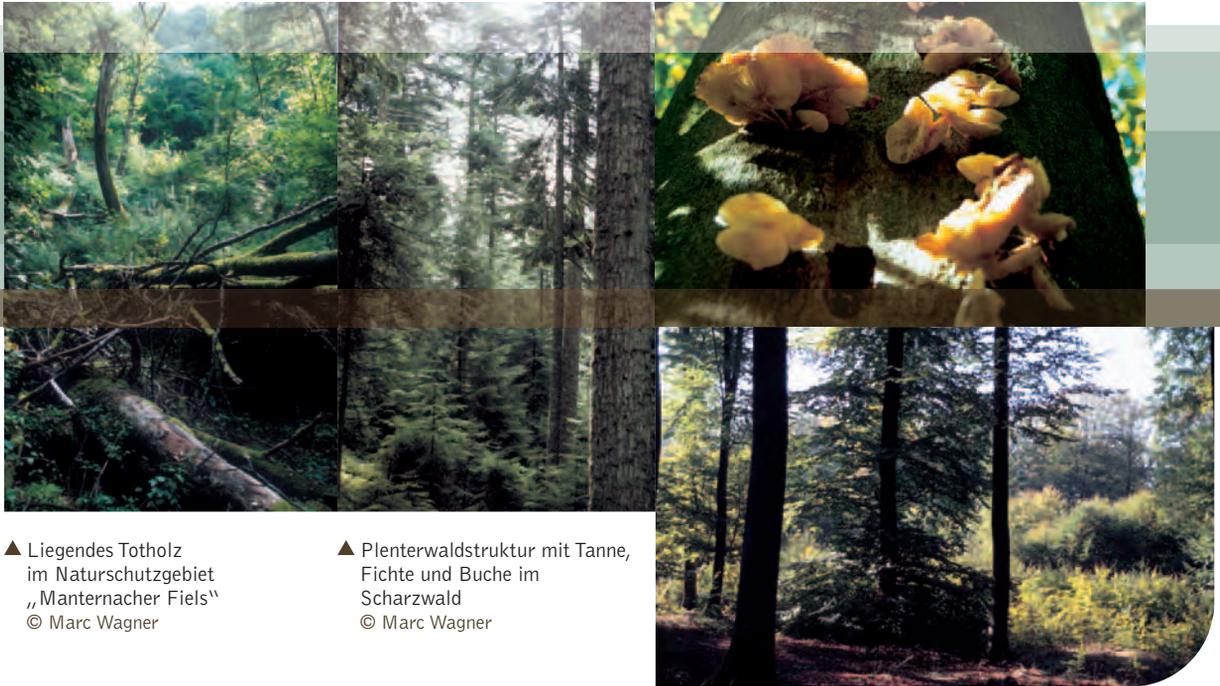
5.1. Praktische Maßnahmen im Sinne der Artenvielfalt und des Naturschutzes

Der naturnahe Waldbau erfüllt nicht automatisch alle Ansprüche des Naturschutzes an die Struktur und Gestaltung von Waldlebensräumen. Zusätzlich zu den in Kapitel 4 beschriebenen Maßnahmen, können Eingriffe notwendig sein, um die Qualität des Waldes als Lebensraum zu erhöhen. Der Bewirtschafter verfügt über zahlreiche Mittel, die Artenvielfalt im Wirtschaftswald zu erhalten, zu fördern oder zu erhöhen:

Baumartenwahl und Bestandspflege

- Fördern des einheimischen Baumartenspektrums, da zahlreiche Tier- und Pflanzenarten damit in koevolutiver Entwicklung vernetzt sind. Für Luxemburg bedeutet das gleichzeitig ein Fördern der Laubbaumarten auf Kosten der Nadelbaumarten, vor allem der Fichte und der Douglasie, da es sich hier um so genannte Exoten, also vom Menschen eingebrachte Arten handelt;
- Mischbestände begründen und erhalten, wobei eine günstige Baumartenvielfalt durch eine gezielte Anwendung unterschiedlicher Verjüngungstechniken zu erreichen ist. Seltene und schwierig zu verjüngende Baumarten können durch Pflanzung eingebracht werden;

▼ Totholz mit etlichen Pilz-Fruchtkörpern
© Marc Wagner



▲ Liegendes Totholz im Naturschutzgebiet „Manternacher Fiels“
© Marc Wagner

▲ Plenterwaldstruktur mit Tanne, Fichte und Buche im Scharzwald
© Marc Wagner

▲ Strukturierter Laubholzwald
© Marc Wagner

- Verschiedene Baumarten wie Eichen, Weiden und Birken sind von besonderer Bedeutung für pflanzenfressende Insekten, sie sollten gezielt gefördert werden; die Eichen durch Pflanzung auf relativ großen Flächen; Weiden, Birken und andere Weichholzarten indem sie bei der Jungwaldpflege nach Möglichkeit im Bestand belassen werden;
- Lichtbedürftigere Halbschattbaumarten geringer Höhe wie Feldahorn und Elsbeere, aber auch der sehr lichtbedürftige Speierling sind gezielt an den Waldrändern zu fördern;
- Erhöhung der vertikalen und horizontalen Strukturvielfalt als Voraussetzung einer dichten Nischenanordnung in Raum und Zeit. Horizontale Strukturierung durch Bestandsinnenränder kann durch geeignete Verjüngungstechniken und durch horst- oder truppweise Baumartenmischungen erreicht werden. Eine günstige vertikale Strukturierung kann nur durch wiederholte waldbauliche Maßnahmen dauerhaft erhalten werden.

Biotopholz

- Als Biotopholz werden sowohl lebende Bäume mit Höhlen oder großen Astabbrüchen als auch absterbende und tote Bäume bezeichnet. Höhlenbäume sind wichtig für höhlenbrütende Vögel, wie Spechte, Hohltauben, Käuze, Meisen, Kleiber u. a., für baumbewohnende Fledermausarten und zahlreiche Insektenarten;
- Bäume mit Höhlen sollten grundsätzlich nicht mehr genutzt werden, auch wenn dem Waldbesitzer durch diesen Nutzungsverlust ein geringer finanzieller Nachteil entstehen sollte. Das gleiche muss auch für Bäume mit Schwarzstorch- oder Greifvogelhorsten gelten;
- Biotopholz sollte sich nicht auf bestimmte Baumarten oder Baumdimensionen beschränken. Da die verschiedenen Alt- und Totholzbewohner äußerst unterschiedliche Ansprüche an ihren Lebensraum stellen, sollte die Vielfalt der Baumarten, der Durchmesser und der verschiedenen Zersetzungsstadien so groß wie möglich sein, obschon stärkeres Holz im Allgemeinen bedeu-



▲ Gut aufgebaute Waldrandstruktur
© Marc Wagner

▲ Mardelle im Wald
© Marc Wagner

▲ Aufnahme des liegenden und des stehenden Totholzes im Rahmen der Luxemburger Landeswaldinventur
© Marc Wagner

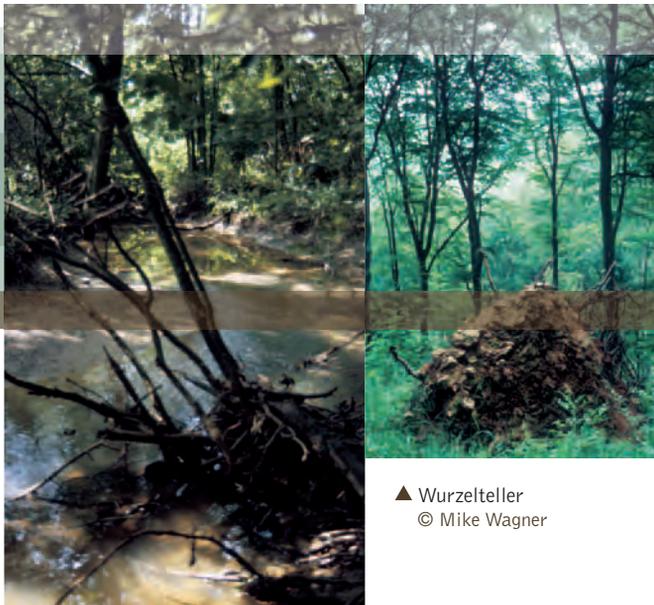
tend wertvoller ist als schwaches Holz. Auch die Feuchtigkeitsgrade des Holzes, welche z. B. dadurch bestimmt werden, dass ein Baum steht oder liegt, dass er beschattet wird oder dem Sonnenlicht ausgesetzt ist, gehören zu den bestimmenden Faktoren für die Lebensgemeinschaften und Artenzusammensetzungen der Alt- und Totholzbesiedler;

- Zum Totholz im weitesten Sinne gehört auch der Schlagabraum (die Baumkronen geernteter Bäume); er sollte, auch aus Gründen der Kosteneinsparung, nicht aus dem Bestand weggeschafft oder verbrannt werden. Neben einem erhöhten Totholzangebot können diese Baumkronen als Schattenspender und Wildschutz günstige Bedingungen für die Naturverjüngung schaffen;
- Das im Rahmen der Jungbestandspflege und ersten Durchforstungen anfallende Holz, dessen Verkauf normalerweise defizitär ist, kann im Bestand verbleiben, um das Totholzangebot zu erhöhen, vorausgesetzt, es stellt kein Waldschutfrisiko dar;
- Totholz ist nicht nur Lebensraum zahlreicher Zersetzerarten, sondern es stellt auch eine Nährstoffreserve für das Waldökosystem dar, welche bei der langsamen Vermoderung des Totholzes an den Boden zurückgegeben wird und so den lebenden Bäumen, Sträuchern und Kräutern wieder zur Verfügung steht;

- Es gibt keine verbindlichen, auf wissenschaftlichen Untersuchungen basierenden **Mindestanforderungen** an die Alt- und Totholzausstattung eines Waldbestandes. Gleichzeitig entspricht es wohl dem Prinzip der größtmöglichen Vielfalt, dass das Totholzaufkommen in naturnahen Wäldern örtlich stark variiert. Eine Vorgabe, um einen gewissen Alt- und Totholzanteil in naturnah bewirtschafteten Beständen zu halten, könnte darin bestehen, bewusst auf jede Nutzung eines Baumes zu verzichten, wenn diese Nutzung keinen finanziellen Gewinn abwirft. Das Einsammeln einzelner, vom Sturm gebrochener oder geworfener Bäume ist meistens nicht kostendeckend und kann deshalb meistens sowohl aus naturschützerischen wie auch aus wirtschaftlichen Gründen unterbleiben. Die Wurzelteller derartiger Windwurfbäume sind stehend zu belassen, wenn mögliche Gefährdungen für den Menschen ausgeschlossen werden können. Auf größeren Windwurfflächen sollte ein gewisser Anteil von bspw. 10 oder 30% der geworfenen Holzmenge auf der Fläche verbleiben.

Anlegen und Pflegen von Waldrändern

- Als Grenzlinie zwischen Wald und offener Landschaft bilden Waldränder besonders artenreiche Sonderbiotope. Außerdem sind sie von großer Bedeutung für die Ausbil-



▲ Fließgewässer im Wald
© Marc Wagner

▲ Wurzelteller
© Mike Wagner



▲ Bachbegleitender Erlen-Bruchwald
(Fels bei Manternach)
© Marc Wagner

- derung eines Waldinnenklimas und puffern gleichzeitig Einflüsse aus der Landwirtschaft (z. B. Abdrift von Pestiziden) ab. Innere Waldränder umgeben Baumsturzlücken, Lichtungen und Waldwege. „Naturnahe Waldränder“ setzen sich aus Krautflur, Gebüsch und Pionier- oder Lichtbaumarten zweiter und dritter Ordnung zusammen, die auf einer Breite von 30 bis 60 m graduell vom Offenland in den Hauptbestand übergehen;
- Seltene Gehölzarten, wie etwa Speierling, Elsbeere, Wildbirne und andere Wildobstarten können gezielt über die Waldrandpflege erhalten und gefördert werden;
 - Anpflanzungen mit Baumschulmaterial sind aber wegen dem Schutz der genetischen Ausbildungen der lokalen Rassen weniger sinnvoll als Anpflanzungen mit Wildlingen oder mit Pflanzen aus Eigenanzucht aus vor Ort gesammeltem Saatgut;
 - Waldränder bieten normalerweise gute Aufwuchsbedingungen für die schattenliebenden oder schattenverträglichen Jungbäume der Hauptbaumarten des Bestandes und zeichnen sich durch eine hohe Sukzessionsdynamik mit einer Tendenz zur Entmischung aus. Der oft als „naturnah“ bezeichnete Waldrand bedarf energischer menschlicher Eingriffe, um ihn zu gestalten und in seinem arten- und strukturreichen Idealzustand zu erhalten. Waldrandpflege bedeutet nichts anderes als ein regelmäßiges Zurückwerfen der Sukzession.

Natürliche Sukzession

Kleinflächige Bestandeszusammenbrüche, wie sie durch lokalen Windwurf oder Insektenkalamitäten entstehen können, sowie Ausfälle bei Pflanzungen sollen nicht in jedem Fall geräumt und neu angepflanzt werden. Hier bietet sich die Gelegenheit, natürliche Sukzessionen ablaufen zu lassen, um auch lichtbedürftigen Pflanzen und Tieren des Waldes einen Lebensraum anzubieten.

Schutz von Sonderbiotopen

Feuchtbiotope wie Quellstandorte, Mardellen oder Fließgewässer, Felspartien, Saumbiotope oder andere Sonderbiotope sollen erhalten bleiben und dürfen auch nicht durch waldbauliche Nutzungen in den angrenzenden Beständen in ihren Funktionen beeinträchtigt werden.

Sonderstandorte

Seltene, nur kleinflächig vorkommende Waldgesellschaften wie Bruchwälder, bachbegleitende Erlen-Eschenwälder, Schluchtwälder oder wärmeliebende Stieleichenwälder, die sich oft noch in einem sehr naturnahen Zustand befinden, können aus der Nutzung herausgenommen werden.



▲ Informationstafel
© Studio C.Bosseler



▲ Einzelbaumschutz ist aufwendig
© Marc Wagner

Verbesserung der natürlichen Lebensbedingungen für das Wild

- Gezielte Förderung von Weichlaubhölzern und anderen für die Äsung geeigneten Gehölzen;
- Belassen von kleinen unbestockten Flächen, sowie die Erhaltung von Deckungsmöglichkeiten;
- Erhöhung des Anteils masttragender Baum- und Wildobstarten im Rahmen von Verjüngungs- oder landschaftspflegerischen Maßnahmen.

Maßnahmen zum Schutz seltener und bedrohter Tierarten

- Beunruhigung der Tiere, insbesondere zur Hauptfortpflanzungszeit sollen soweit wie möglich vermieden werden. Daher sind die Pflegemaßnahmen in der Zeit von Anfang April bis Mitte Juli soweit wie möglich einzuschränken;
- in Horstnähe seltener und bedrohter Vogelarten wie Schwarzstorch, Wespenbussard und Habicht sollten von Februar bis August keine forstlichen Arbeiten erfolgen.

Besucherlenkung

Grundsätzlich ist es sicher im Interesse der Fauna, dass Teile eines größeren Waldbestandes nicht oder nur wenig zur Erholungsnutzung herangezogen werden. Waldentdeckungswege, Trimpfpfade und Abenteuerspielplätze können als Mittel der Besucherlenkung eingerichtet werden und dazu beitragen den Erholungsdruck von ökologisch wertvollen Gebieten abzulenken. Eine regional abgestimmte Planung von Wanderwegen und anderen Erholungseinrichtungen ist ein probates Mittel, um dieses Ziel der Besucherlenkung zu erreichen. Das Einrichten von Schutzhütten, Aussichtstürmen oder Ruhebänken im Wald ist auf ein absolutes Minimum zu beschränken und sollte nur dort stattfinden, wo keine Gefährdung besonderer Schutzgüter zu befürchten ist.



▲ Gatter zum Schutz einer Pflanzung
© Marc Wagner



▲ Kontrollgatter
© Marc Feldtrauer

6. Spezifische Schutzmaßnahmen



6.1. Wald und Wildverbiss

Der naturnahe Waldbau setzt verstärkt auf Naturverjüngung und Laubbaumarten. Durch die Besonderheiten des naturnahen Waldbaus, der sich von einer strikten räumlichen Organisation der waldbaulichen Arbeiten abwendet und einer einzelbaumweisen Nutzung den Vorzug gibt, entstehen zahlreiche kleine Verjüngungsflächen, die sich über ein großes Waldgebiet verteilen. Derartige Flächen sind kaum oder nicht mehr durch Gatter vor Wildverbiss zu schützen und auch der Einzelbaumschutz ist wirtschaftlich kaum zu vertreten. In Luxemburg bedeuten für den Waldbau vor allem die überhohen Populationsdichten des selektiv verbeißenden Rehwildes erhebliche praktische, aber auch finanzielle Schwierigkeiten. Das Rehwild verbeißt die verschiedenen Baumarten selektiv, d. h. dass bestimmte Baumarten, wie etwa die Eiche oder die Kirsche besonders attraktiv zu sein scheinen, während dagegen beispielsweise die Buche weit weniger gerne angenommen wird und in wesentlich geringerem Umfang verbissen wird. Dieser gezielte Verzehr der schmackhaften und weniger häufigen Jungpflanzen kann diese Baumarten zurückdrängen und so das Entstehen eines naturnahen, artenreichen Waldes verhindern.

Im Interesse des naturnahen Waldes sind Wilddichten anzustreben, die eine Naturverjüngung, auch der für das Wild besonders attraktiven Baumarten, ohne Zaun ermöglichen. Dieses Ziel ist, wie bereits erwähnt, in erster Linie über eine Erhöhung des Abschusses zu erreichen. Aber auch biotopgestaltende Maßnahmen, wie das Anlegen von Wildäckern, oder das Belassen von Weichhölzern in den Jungbeständen können zu einer Entschärfung der Situation führen. Das Einrichten von kleinen Kontrollgattern ist ein einfaches und bewährtes Mittel, um die Auswirkungen des Wildverbisses auf die Waldflora zu dokumentieren und um festzustellen, ob die Höhe eines Wildbestandes im Einklang mit dem verfügbaren Nahrungsangebot eines Lebensraumes steht.

Wo Wildschutzzäune errichtet werden, sollen sie so früh wie möglich, nachdem die jungen Forstpflanzen nicht mehr durch Verbiss bedroht sind, abgebaut und entsorgt werden, um den Lebensraum des Wildes möglichst wenig einzuschränken.



▲ Naturwaldreservat „Grouf“
© Marc Wagner

6.2. Naturwaldreservate

In ihrem Konzept zur nachhaltigen Entwicklung (Plan National pour un Développement Durable), sieht die Luxemburger Regierung unter anderem das Ausweisen von "Naturwaldreservaten" (Bannwälder) vor. Bis 2010 sollen 5% der Luxemburger Waldfläche als Totalreservate ausgewiesen sein. Auf diesen Flächen, die typische Vertreter der in Luxemburg vorkommenden natürlichen Waldgesellschaften darstellen sollen, ist auf jegliche waldbauliche Maßnahme zu verzichten. Das Ausweisen von Naturwaldreservaten ist ein Instrument zur Förderung der biologischen Vielfalt und soll eine natürliche Waldentwicklung ermöglichen. Naturwaldreservate sind eine flächenmäßig eingeschränkte Ergänzung zu einem naturnahen Waldbau, wie er auf der größtmöglichen Fläche stattfinden soll. Die einzigen zu duldbaren Eingriffe sind solche, die dazu beitragen können, die natürliche Artenvielfalt zu erhöhen oder solche, die zur Wahrung der Sicherheit im Wald unumgänglich sind, wie etwa das Entfernen toter oder destabilisierter Bäume entlang häufig genutzter Waldwege. Die Naturwaldzellen sollten mindestens 50 ha groß sein, um alle natürlichen Entwicklungsphasen eines Waldökosystems beinhalten zu können.

Ein wissenschaftliches Monitoring der ablaufenden Prozesse vorausgesetzt, können diese Naturwaldreservate langfristig Aufschluss über die natürlichen ökosystemaren Prozesse (Stoffströme, Konkurrenzsituation, Sukzession) in vom Menschen kaum gestörten Wäldern geben. Die Kenntnis und das Verstehen dieser Prozesse kann dabei u. U. auch für die Waldbewirtschaftung dienlich sein, indem sie eine Überprüfung und Weiterentwicklung der Ideen und Methoden des naturnahen Waldbaus ermöglicht. Bannwälder können also langfristig auch der Forstwirtschaft zugute kommen. Die Naturwaldreservate stellen außerdem einen Genpool für einheimische bzw. lokale Rassen der Gehölzflora dar.



▲ Großflächige Tropenwald-Zerstörung
© Frank Wolter



▲ Übernutzung des Tropenwaldes
© Frank Wolter

7. Wald- und Holzzertifizierung

Seit 1945 wurde die Hälfte der Regenwälder vernichtet, ein Ende ist nicht absehbar. In den 1980er Jahren wurden pro Jahr durchschnittlich 15.400.000 Hektar tropischen Regenwaldes abgeholzt und zerstört, in einem Jahrzehnt (1981 - 1990) insgesamt über 150 Mio. ha. Diese Fläche entspricht etwa dem **600fachen** der Fläche des Luxemburger Landes. Von 1991 bis 2000 waren es laut FAO immer noch über 14 Mio. Hektar pro Jahr die unwiederbringlich zerstört wurden; dies entspricht einem Verlust von etwa 4% natürlicher Wälder über 10 Jahre.

Im Zeitraum von 1981 – 1990 wurden nur knapp 44 Mio. ha neu gepflanzt, weniger als 31 Mio. ha gelten als erfolgreich aufgeforstet. Im Zeitraum 1991-2000 hat eine Zunahme an Wäldern durch Wiederaufforstung und natürliche Ausdehnung von insgesamt 52 Mio. ha stattgefunden.

Diese gigantische Zerstörung der Tropenwälder führt zu einer Gefährdung der Artenvielfalt und einer Beeinflussung des Weltklimas. Zu den Gründen und Ursachen der massiven Waldzerstörungen gehören folgende Faktoren:

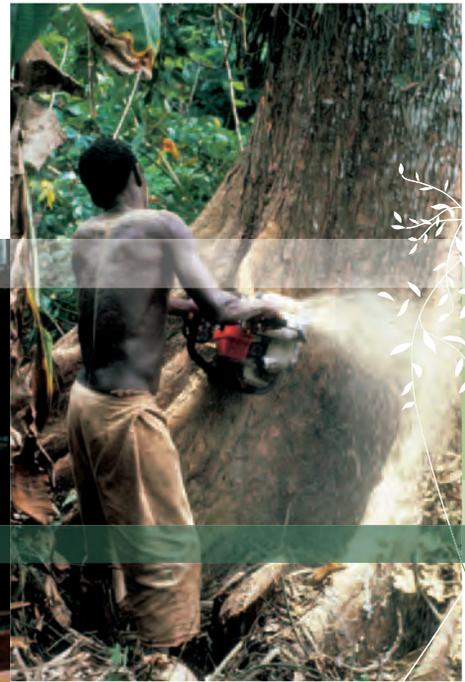
- Umwandlung von Wäldern in landwirtschaftliche Flächen
- Überweidung und Wanderwirtschaft
- Ausdehnung von Städten und Industriegebieten

- umweltschädliche Bewirtschaftung der Wälder
- Bevölkerungswachstum
- Abbau von Bodenschätzen

Diese Auflistung zeigt, dass Übernutzung der Wälder zur Holzgewinnung nur als einer von zahlreichen Faktoren gelten kann, die zur Zerstörung der Tropenwälder führen.

Der besorgniserregende Rückgang der Wälder, der natürlich nicht erst in den 1980er Jahren begonnen hat, ist seit Jahren Thema internationaler Diskussionen. Vor allem die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) von Rio de Janeiro 1992 hat dazu geführt, dass auch die Problematik der Tropenwaldzerstörung verstärkt ins öffentliche Bewusstsein gerückt ist. Gegenstand dieser Konferenz waren nicht nur umweltpolitische Themen, vielmehr sollten auch die drängenden globalen Entwicklungsprobleme im umweltpolitischen Zusammenhang behandelt werden. Ziel war es, die Weichen für eine weltweite nachhaltige Entwicklung zu stellen. Dabei ist insbesondere die Abhängigkeit des Menschen von seiner Umwelt und die Rückkopplung weltweiter Umweltveränderungen auf sein Verhalten, bzw. seine Handlungsmöglichkeiten, zu berücksichtigen.

▼ Einschnitt von Tropenholz
© Frank Wolter



▲ Holz-Nutzung im Tropenwald
© Frank Wolter

Als Resultat dieser auch als "Erdgipfel 1992" bezeichneten UN-Konferenz kamen in Rio fünf Dokumente zustande, die vor dem Hintergrund der zahlreichen Interessensgegensätze von vielen Seiten als ein erfolgreicher Schritt für eine globale Umwelt- und Entwicklungspartnerschaft gesehen werden:

- Die Deklaration von Rio über Umwelt und Entwicklung;
- Die Klimaschutz-Konvention;
- Die Artenschutz-Konvention;
- **Die Walddeklaration;**
- Die lokale Agenda 21.

Die **Walddeklaration** oder Waldgrundsatzzerklärung stellt Leitsätze für die Bewirtschaftung, Erhaltung und nachhaltige Entwicklung der Wälder der ganzen **Erde** auf und bezieht sich also nicht nur auf die Tropen oder auf die Entwicklungsländer, sondern auch auf die mitteleuropäischen Wälder. Gemäß dieser eher unverbindlichen Absichtserklärung sollen Wälder nach ökologischen Maßstäben bewirtschaftet, erhalten und geschützt werden. Hierfür wurde eine Reihe von Grundsätzen vereinbart, u. a.:

- Alle Länder beteiligen sich an der „Begrünung der Welt“, indem sie Wälder aufforsten und erhalten;
- Jedes Land braucht eine umweltgerechte Forstplanung, die auf dem Grundsatz der Umweltverträglichkeit beruht. Dazu gehört auch die ökologisch richtige Pflege der an Wälder angrenzenden Gebiete;

- Der Handel mit Forstprodukten erfolgt ohne jede Diskriminierung nach Regeln, über die sich die Länder geeinigt haben. Der internationale Handel mit Nutzholz und anderen Forstprodukten darf nicht durch einseitig getroffene Maßnahmen eingeschränkt oder ganz verboten werden;
- Mögliche Ursachen von Verschmutzung, wie z.B. saurer Regen, müssen genau überwacht werden.

Eine verbindlichere Wald-Konvention, wie sie von den Industriestaaten gewünscht wurde, scheiterte am Widerstand der Entwicklungsländer. Diese beriefen sich vor allem auf ihre Souveränität über die nationalen Ressourcen; sie betrachteten den Wald nicht ausschließlich als wichtigen Faktor für das ökologische Gleichgewicht, sondern insbesondere auch als Wirtschaftsfaktor. Als Resultat von Rio bleibt auch zurückzuhalten, dass die "Dritt-Welt-Länder" die nördlichen Länder an ihre eigene Vergangenheit mit Epochen intensivster Waldrodung erinnerten, darauf hingen, dass auch in den gemäßigten und borealen Breiten ursprüngliche Wälder durch nicht nachhaltige Holznutzung zerstört werden und sie in die Pflicht nahmen, für eine nachhaltige Nutzung der eigenen Wälder zu sorgen.

Die Rio-Beschlüsse wurden auf (pan-) europäischer Ebene durch die "Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder in Europa" in Helsinki (1993), Lissabon (1998) und Wien (2003) aufgegriffen und mit Kriterien, Indikatoren und Leitlinien für eine nachhaltige Forstwirtschaft unter europäischen Verhältnissen unterlegt. Ein weiteres Ergeb-

▼ Holz aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung
© Mireille Feldtrauer-Molitor

▼ Wald und Gewässer
© Mireille Feldtrauer-Molitor



◀ Holz aus zertifizierten Wäldern
© PEFC Council



nis der Ministerkonferenz von Helsinki war eine allgemeine und neue Definition für nachhaltige Waldbewirtschaftung in Europa:

Die Betreuung und Nutzung von Wäldern und Waldflächen auf eine Weise und in einem Ausmaß, das deren biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität erhält sowie deren Potential, jetzt und in der Zukunft die entsprechenden ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, ohne anderen Ökosystemen Schaden zuzufügen.

Außerdem wurden in Helsinki die folgenden vier Resolutionen verabschiedet:

- H1: allgemeine Richtlinien für die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder in Europa;
- H2: allgemeine Richtlinien zum Schutz der biologischen Vielfalt der Wälder in Europa;
- H3: forstliche Zusammenarbeit mit Reformstaaten;
- H4: Strategien für die langfristige Anpassung der Wälder in Europa an die Klimaveränderung.

Zeitgleich zu den im Rahmen dieser Ministerkonferenzen geführten Diskussionen zur nachhaltigen Nutzung der

Wälder Europas wurde 1993, unter dem Impuls des World Wildlife Fund (WWF) das Forestry Stewardship Council (FSC) gegründet. Sein erklärtes Ziel ist es, einen Beitrag zur Verbesserung der Waldbewirtschaftung weltweit zu leisten. Dies erfolgt über die Entwicklung eines weltweit gültigen Zertifizierungssystems, also einer Positivkennzeichnung von Hölzern und Holzprodukten aus umwelt- und sozialverträglicher Bewirtschaftung. Dem Verbraucher forstwirtschaftlicher Produkte soll eine Garantie gegeben werden, dass die Wälder, die den Rohstoff Holz liefern, den Regeln einer „guten Waldwirtschaft“ entsprechend genutzt werden (FSC spricht eher von „guter Waldwirtschaft“ als von „Nachhaltigkeit“), bewirtschaftet werden. Gleichzeitig soll über die Zertifizierung ein Anreiz geboten werden, um die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern zu fördern.

Bei der Zertifizierung der Wälder sind grundsätzlich zwei Aspekte zu unterscheiden:

Für die **Forstwirtschaft** bedeutet die Zertifizierung, dass die geplante und tatsächliche Waldbewirtschaftung von unabhängiger Stelle (dem Zertifizierer) mit Standards einer nachhaltigen Forstwirtschaft (oder Waldbewirtschaftung) verglichen wird. Sind diese Standards erfüllt, wird dies mit einem Zertifikat bescheinigt.



▲ Naturnaher Laubwald-Bestand
© Marc Wagner

Für die **Holzwirtschaft** bedeutet die Zertifizierung das Überprüfen der von holzverarbeitenden Unternehmen und Handel eingerichteten Kontrollsysteme. Diese Kontrollsysteme sollen den Weg des Holzes aus dem zertifizierten Wald bis zum fertigen Produkt transparent und nachvollziehbar machen. Dieser Prozess wird auch noch als Chain-of-Custody-Zertifizierung bezeichnet.

Sind beide Schritte vollzogen, kann das Endprodukt mit einem Label versehen werden.

Ein glaubwürdiges Zertifizierungssystem für nachhaltige Waldbewirtschaftung berücksichtigt folgende Grundsätze:

- Es darf nicht zu einer Diskriminierung zwischen verschiedenen Waldtypen oder Waldbesitzerarten führen;
- Der Zertifizierer muss unabhängig und unparteiisch sein, er darf keine wirtschaftlichen Verbindungen haben zu dem zu zertifizierenden Betrieb und keine Verbindungen zu demjenigen, der die Kriterien definiert;
- Die Standards und Richtlinien basieren auf anerkannten, wissenschaftlich gesicherten und messbaren Kriterien und Indikatoren, welche auch der nationalen Forstpolitik sowie den daraus abgeleiteten gesetzlichen Bestimmungen und Vorschriften entsprechen müssen;
- Die Standards und Richtlinien sind innerhalb eines offenen Prozesses zu entwickeln, an dem sich alle interessierten und betroffenen Parteien beteiligen, um sicherzustellen, dass die jeweiligen Ansichten in einem ausgewogenen Verhältnis zum Ausdruck kommen.

men. Dieser Entwicklungsprozess darf von keinem Interessenvertreter dominiert werden;

- Die Zertifizierung bezieht sich auf die durch die Kriterien und Indikatoren vorgegebenen Verfahren und Leistungen;
- Die Bewertung erfolgt nachvollziehbar, zuverlässig und unabhängig;
- Das Verfahren ist transparent, durchführbar und kostengünstig;
- Die Zertifizierung beruht auf Freiwilligkeit.

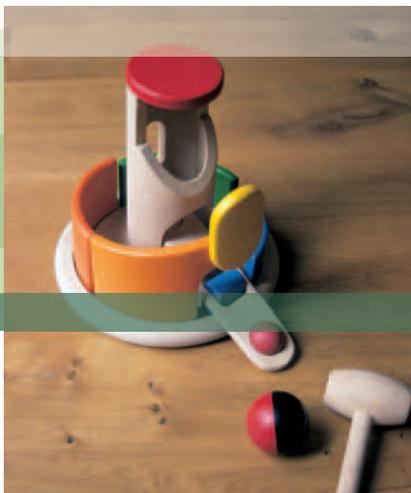
Ab Mitte der 1990er Jahre wurden, unter dem Druck von Umweltverbänden und großer Vermarktungsketten, einige nationale Zertifizierungssysteme zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung ins Leben gerufen, so z.B. in Kanada oder Finnland.

Zurzeit beherrschen, zumindest in Europa, zwei Zertifizierungssysteme die öffentliche Diskussion: einerseits das schon erwähnte System **FSC**, andererseits das System **PEFC** (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes = Programm für die Anerkennung von Forstzertifizierungssystemen).

Das **PEFC** wurde 1999 auf Initiative von 6 europäischen Waldbesitzervereinigungen ins Leben gerufen, mit dem Anspruch, ein Zertifizierungssystem zu entwickeln, das dem Eigentumsrecht der Waldbesitzer Rechnung trägt. Dabei soll das PEFC-Zertifizierungssystem Holz aus ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltig bewirtschafteten Wäldern kennzeichnen. Grundlagen der PEFC-



▼ Spielzeug aus Holz
© Mireille Feldtrauer-Molitor



▲ Holzverwendung
© Mireille Feldtrauer-Molitor

Zertifizierung sind die Nachfolgeprozesse der Umweltkonferenz von Rio de Janeiro 1992. In Europa sind dies die Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder in Europa, die seit Rio in Helsinki, Lissabon und Wien stattgefunden haben und auch noch als Helsinki-Prozess bezeichnet werden. Ähnliche Prozesse der Entwicklung von Kriterien und Indikatoren für eine nachhaltige Forstwirtschaft haben auch für andere Regionen der Erde stattgefunden; als Beispiele dürfen hier der Montreal-Prozess oder der Tarapoto-Prozess gelten.

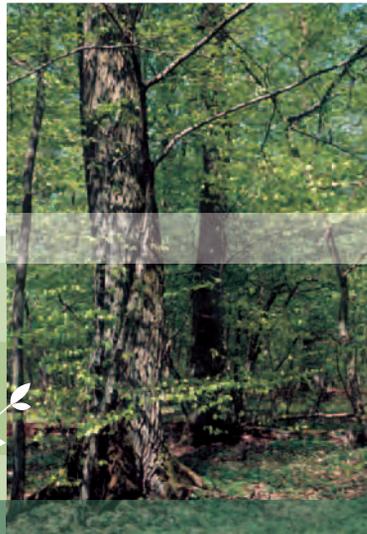
Im Laufe des Helsinki-Prozesses wurden Kriterien, Indikatoren und Leitlinien zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder Europas festgelegt⁷. Auf Grundlage dieser Kriterien und Indikatoren entwickeln die nationalen PEFC-Systeme sogenannte Standards zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Für das Luxemburger PEFC System wurden hier die „Critères, Indicateurs et Recommandations“, zusammengefasst im „Schéma Luxembourgeois de Certification Forestière“, erstellt, welche klare Anweisungen zu einer ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltigen Waldbewirtschaftung geben.

Das Luxemburger PEFC System wurde von einer Arbeitsgruppe ausgearbeitet, in der Produzenten, Holzverarbeiter und Verbraucher/Benutzer vertreten sind. Im August 2005 wurde das Luxemburger Forstzertifizierungsschema von der internationalen PEFC-Dachorganisation, dem

„PEFC Council“ anerkannt. Im Oktober des selben Jahres wurde den Initiatoren des PEFC Systems in Luxemburg, der Forstverwaltung und der Vereinigung der Privatwaldbesitzer „Groupement des Sylviculteurs“, nach einer eingehenden System- und Dokumentenprüfung durch einen unabhängigen Zertifizierer (LGA Intercert) das erste PEFC-Zertifikat in Luxemburg ausgestellt. Seit diesem Zeitpunkt sind die Wälder der Waldbesitzer, welche die PEFC-Qualitätsverpflichtung für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder unterschrieben haben, zertifiziert und das hier geerntete Holz darf als PEFC-zertifiziertes Holz verkauft werden. Indem sie die PEFC-Qualitätsverpflichtung unterschreiben, verpflichten sich die Waldbesitzer dazu, das von der Forstverwaltung und dem Groupement des Sylviculteurs ausgearbeitete Regelwerk „Technische Anweisungen“ zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung einzuhalten. Sie bestätigen außerdem, dass sie ihren Wald und die hier geleisteten Waldarbeiten von unabhängigen Gutachtern auf das Einhalten des erwähnten Regelwerks untersuchen lassen. Stellt der unabhängige Gutachter Verstöße fest, so verliert der Waldbesitzer das Recht, PEFC-zertifiziertes Holz zu verkaufen.

In Luxemburg waren Anfang Dezember 2005 knapp 20% (16.600 Hektar) des Waldes PEFC-zertifiziert. Es handelt sich hier sowohl um öffentlichen Wald (Gemeinde- und Staatswälder) als auch um Privatwald. Weltweit waren zu dem Zeitpunkt 179 Mio. Hektar PEFC-zertifiziert. Mit diesem hohen Flächenanteil ist PEFC das weltweit führende Label einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung.

⁷ Seit 2003 sind auch nicht europäische Länder bei PEFC vertreten



▲ Eichen-Qualitätsstamm
© Marc Wagner



▲ Holzverwendung in der Architektur
© Studio C.Bosseler

Im Gegensatz zum PEFC-Label gelten die Zertifizierungskriterien („10 FSC-Prinzipien und Kriterien für nachhaltige Waldnutzung“) des **FSC-Labels weltweit** und ohne Anpassung an regionale Verhältnisse (siehe hierzu die Helsinki-, Montreal und Tarapoto-Prozesse die bei PEFC Grundlagen einer Zertifizierung darstellen). Die FSC-Prinzipien und Kriterien wurden FSC-intern von einem Gremium erstellt, dessen Zusammensetzung und Arbeitsmethoden FSC nicht weiter erläutert. Im Gegensatz dazu arbeitet PEFC keine eigenen Kriterien und Indikatoren aus, sondern stützt sich hier auf die im Rahmen der Ministerkonferenzen von zahlreichen Forstexperten - gemeinsam mit zahlreichen Interessengruppen- ausgearbeiteten Definitionen zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und ihren Kriterien und Indikatoren. PEFC ist hiermit stark in die internationalen politischen Prozesse für nachhaltige Waldbewirtschaftung eingebunden.

Seit Anfang 2006 verfügt die Luxemburg Forstwirtschaft über einen eigenen FSC-Standard, der auf dem Standard FSC-Deutschland sowie auf den internationalen FSC Prinzipien und Kriterien aufbaut. Ähnlich wie bei PEFC-Luxemburg wurde der nationale FSC-Standard im Rahmen von Arbeitssitzungen in einem offenen und transparenten Verfahren diskutiert. Die Prüfung, ob ein Waldbesitzer die 10 FSC-Prinzipien und -Kriterien einhält, erfolgt über die Beurteilung der Indikatoren im Standard. Werden grobe Verstöße im Rahmen eines bestehenden Zertifikates identifiziert, kann das Zertifikat ausgesetzt werden.

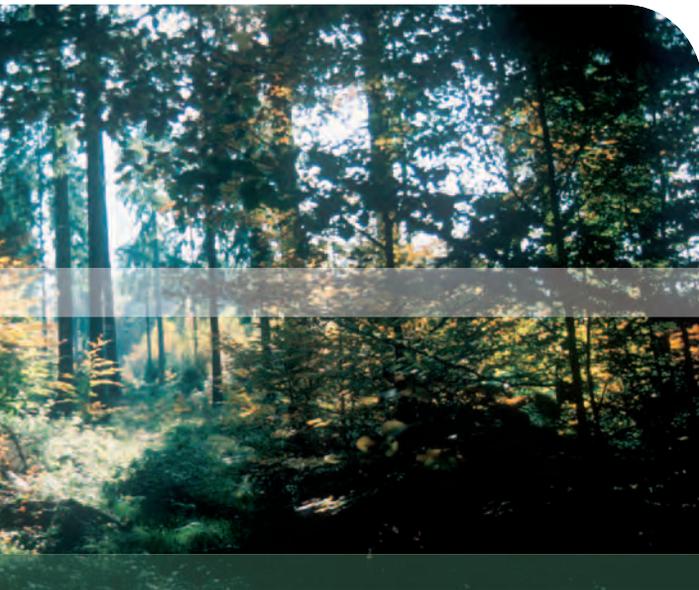
Weltweit waren Anfang November 2005 rund 67 Mio. Hektar Wald FSC-zertifiziert.

Beiden Waldzertifizierungssystemen ist gemeinsam, dass sie dem Waldbesitzer ein Instrument zur Verfügung stellen, das es ihm ermöglicht, seine Waldbewirtschaftung kontinuierlich im Sinne der Nachhaltigkeit zu verbessern. Gleichzeitig bekommt er über die Zertifizierung ein „Marketinginstrument“ das ihm die Gelegenheit gibt, Werbung in eigener Sache zu betreiben, indem eine „dritte“ Instanz bestätigt, dass seine Waldbewirtschaftung den Geboten der Nachhaltigkeit gerecht wird.

Die Luxemburger Regierung lässt die Staatswälder sowohl nach FSC als auch nach PEFC zertifizieren.

Abschließende Betrachtungen zur Zertifizierung von Waldwirtschaft und Holzprodukten:

Der Verbraucher oder Nutzer von Holzprodukten entscheidet durch sein Einkaufsverhalten über den wirtschaftlichen Erfolg oder Misserfolg der zertifizierten Holzprodukte. Kaufbestimmende Elemente sind - neben dem Preis - Funktion, Qualität und Schönheit eines Produktes, Eigenschaften also, die ihm anzusehen sind. Dass ein Produkt aus nachhaltiger Nutzung mit entsprechender Zertifizierung stammt, macht es für seine Verwendung nicht geeigneter, es wird aber unter Umständen hohen ethischen Ansprüchen gerecht und es wird wohl auch etwas teurer. Der Käufer zertifizierter Produkte handelt also aus Überzeugung oder weil er sich gegenüber seinen Mitbewerbern einen Konkurrenzvorteil dadurch erhofft,



▲ Naturnaher Waldbau im Forstamt Florenville (B)
© Marc Wagner



▲ Naturnaher Laubwald-Bestand
© Marc Wagner

dass er sich über die zertifizierten Holzprodukte, die er verwendet, als besonders umweltbewussten Betrieb definieren und darstellen kann. Die Zertifizierung setzt auf umweltbewusste Käufer und auf die Kräfte des Marktes, um weltweit eine Trendwende in der Nutzung der Wälder zu erreichen. Waldpolitik und Waldgesetzgebung allein werden nicht mehr als geeignete Mittel angesehen, um den Wald zu erhalten.

Bei den Diskussionen um das beste Zertifizierungssystem von Waldbewirtschaftung und Holzprodukten sollte ein wesentlicher Aspekt nicht außer Acht gelassen: Das zertifizierte Holz wird zum Konkurrenten des nicht zertifizierten Holzes. Es soll sich von diesem positiv abheben und es, wenn es denn ohne Rücksicht auf das Nachhaltigkeitsprinzip geerntet wurde, vom Markt verdrängen. Idealerweise führt eine verstärkte Nachfrage nach zertifizierten Holzprodukten dazu, dass immer mehr Holzanbieter sich den Regeln einer Zertifizierung unterwerfen und eine nachhaltige Waldbewirtschaftung durchführen. Die so erzeugten Holzprodukte entsprechen den zurzeit bestmöglichen Nachhaltigkeitsstandards, d.h. dass sie umwelt- und sozialverträglich und wirtschaftlich vertretbar hergestellt wurden. Wenn also eine lebhaftere Konkurrenz zwischen zertifizierten und nicht zertifizierten Holzprodukten durchaus sinnvoll ist, um eine nachhaltige Waldnutzung gegenüber forstlichem Raubbau durchzusetzen, sollte nicht vergessen werden, dass Holzprodukte sich auch, und vor allem, in Konkurrenz zu anderen Materialien befinden, welche nicht aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, und deren Umwelt- und Sozialbilanz nicht be-

kannt ist. Ähnliche Zertifizierungssysteme für andere Baumaterialien wie sie für Holzprodukte zur Anwendung kommen, wären sicherlich auch im Interesse der Umwelt, der betroffenen Arbeiter, und der Verbraucher.

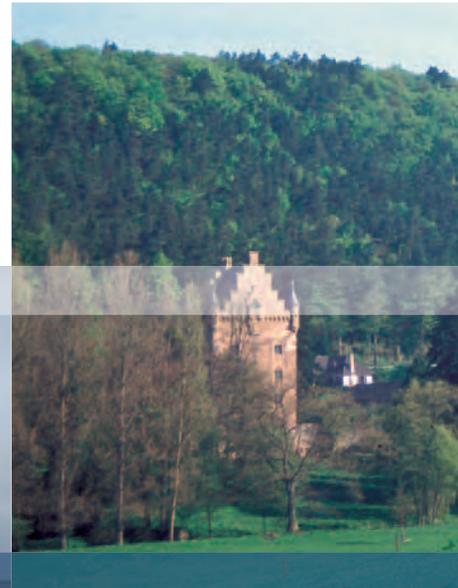
Die Lebensfähigkeit der Zertifizierungssysteme steht und fällt mit dem Interesse der Kunden, derartige, positiv gekennzeichnete Produkte auch zu kaufen, und so eine wirkliche Nachfrage nach zertifizierten Holzprodukten zu schaffen. Seit den ersten Initiativen zur Zertifizierung wurde weltweit sehr viel Arbeit geleistet, um die zahlreichen und sehr komplexen Voraussetzungen zu schaffen, damit zuverlässig zertifiziertes Holz auf den Markt gebracht werden kann. Ähnliche Anstrengungen bleiben zu leisten, um die Nachfrage nach zertifiziertem Holz zu entwickeln. Zurzeit ist noch nicht absehbar, ob die Entwicklung der internationalen Holzmärkte in die gewünschte Richtung verlaufen wird. Bis Ende 2005 war in Luxemburg die Nachfrage nach zertifiziertem Holz eher gering.

Die Idee der Wald-Zertifizierung entstand ursprünglich, um der Waldzerstörung und dem Holzraubbau entgegenzuwirken. Nachhaltige Waldnutzung weltweit sollte die Alternative zum Tropenholzboykott liefern, der Schutz der Wälder sollte über die Nutzung der forstlichen Ressourcen führen. Die Zertifizierung kann den Wald wohl vor schlechter Forstwirtschaft und Holzraubbau bewahren, sie liefert aber keinen ausreichenden Schutz vor Waldzerstörung wie sie zum Beispiel durch Ausdehnung landwirtschaftlicher Flächen oder durch Bergbau- und Infrastrukturvorhaben verursacht wird.

▼ Holzverwertung
© Studio C.Bosseler



▲ Spielplatz in Holz
© Studio C.Bosseler



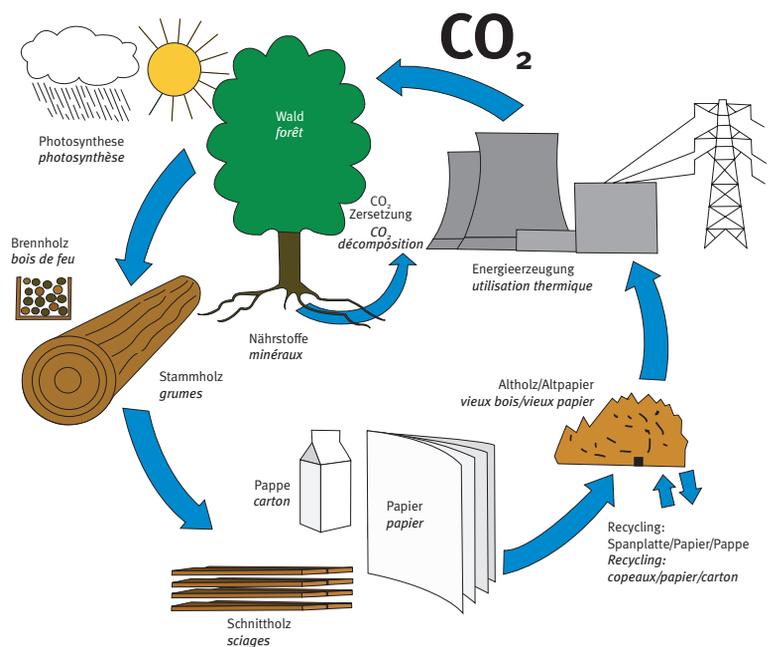
▲ Vom Wald geprägte Landschaft
im Tal der Mamer bei Schoenfels
© Marc Wagner

8. Walderneuerung und Vorteile des vielseitigen Rohstoffes Holz

Holz ist ein natürlicher, umweltfreundlicher, nachwachsender und vielseitig einsetzbarer Rohstoff. Nachhaltige Holznutzung, wie sie auch in Luxemburg seit über 150 Jahren betrieben wird, ist aktive Waldpflege und keinesfalls mit Waldschädigung oder gar Waldzerstörung gleichzusetzen. Die Erlöse aus dem Holzverkauf stellen für den Waldbesitzer die wesentlichste forstliche Einkommensquelle dar; damit wird z. B. ein Großteil der Pflanz- und Pflegearbeiten in Jungbeständen gedeckt. Ihre zahlreichen ökologischen und sozialen Leistungen liefern Wald und Forstwirtschaft kostenlos: der Erhalt unserer Kulturlandschaften, der biologischen Vielfalt und der Schutz von Boden, Wasser und Klima ist zwar allgemein anerkannt und wird auch von der Gesellschaft in Anspruch genommen, finanziell honoriert werden diese Leistungen des Waldes allerdings nicht.

Eine andauernde Nachfrage nach dem Rohstoff Holz führt dazu, dass sich unsere Wälder durch die Holznutzung immer wieder erneuern können. Somit bleibt der Wald auf großer Fläche ein dynamisches Ökosystem, das in der Lage ist, große Mengen an klimaschädlichem CO₂ zu binden.

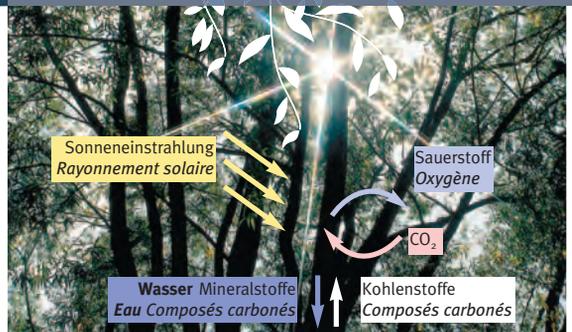
Die Einsatz- und Verwendungsmöglichkeiten des Rohstoffes Holz sind ausgesprochen vielseitig: Nicht nur



Kohlenstoff-Kreislauf im Wald



▲ Holzofen
© Mireille Feldtrauer-Molitor



▲ Photosynthese im Wald

Möbel, Häuser und Brücken, sondern auch Papier, Pappe, Paletten, Verschalungen, Kantholzkonstruktionen, Fässer und Kübel, Obst- und Gemüseboxen, Holzwohle, ... werden aus Holz hergestellt. Für Holz gibt es auch zahlreiche **technische Verwendungen**: so lassen sich etwa Werkbänke, Werkzeuge, Stiele und Griffe (z. B. Äxte, Feilen, Besen) aus Holz herstellen. Es kann beim Wagenbau, beim Bau von Eisenbahnwagons, sowie im Boots- und Flugzeugbau Verwendung finden. Daneben wird Holz als tragendes Konstruktionsmaterial eingesetzt. Für den **Möbelbau** stellt Holz seit jeher die Grundlage allen Schaffens dar. Neben Massivholz werden vor allem furnierte, plattenförmige Holzwerkstoffe verarbeitet. Holz wird für Kastenmöbel wie Schränke und Regale, für Sitz- und Liegemöbel, sowie für Tisch- und Kleinmöbel, wie Lampen und Garderoben, verwendet.

Wir finden es bei **Gebrauchs- und Verbrauchsartikeln** wie Küchengeräten, Kleiderbügel, Wäscheklammern, Bürsten, Leitern, Holzschuhen, Schuhabsätzen, Bleistiften, Füllfederhaltern, Zündhölzern, Spazierstöcken, sowie beim Spielzeug unserer Kinder, etwa als Bauklötze, Schaukelpferde, Bauernhöfe, Puzzlespiele und Bastelprodukte. Auch im **Musikinstrumentenbau** erfüllt Holz verschiedene Funktionen. Vielfach dient es als Klangholz, d. h. als Resonanzkörper, wobei es zugleich aber auch ästhe-

tischen Ansprüchen genügen muss. Daneben besitzt Holz aber auch als sauberer, umwelt- und klimafreundlicher **Energieträger** ein enormes Potenzial, dessen Erschließung noch immer am Anfang steht. Im Zuge der Verknappung fossiler Energieträger ist jedoch davon auszugehen, dass die Erschließung von Holz als erneuerbare Energiequelle deutlich an Dynamik gewinnen wird.

Holz darf durchaus als „der etwas andere Rohstoff“ angesehen werden, weil es gegenüber zahlreichen anderen Materialien erhebliche Vorzüge aufweist: Produkte aus Holz sind umweltschonend, da ihre Herstellung nur einen verhältnismäßig geringen Energieeinsatz nötig macht, aber auch, weil sich Holz problem- und gefahrlos entsorgen lässt und auch auf vielfache Weise wieder verwendet werden kann. Eine nachhaltige, naturnahe Waldbewirtschaftung gewährleistet die dauerhafte Bereitstellung des Rohstoffes Holz bei gleichzeitigem Erhalt der natürlichen Lebensgemeinschaften und Lebensgrundlagen unserer Wälder und das sowohl für uns als auch für die kommenden Generationen. Durch diese „unendliche Liefergarantie“ unterscheidet sich der Rohstoff Holz grundsätzlich von fossilen Stoffen, wie z. B. Erdöl, Erdgas, Kohle oder auch Uran, deren Vorräte nur begrenzt zur Verfügung stehen. So wird beispielsweise angenommen, dass weltweit die Erdölreserven in weniger als 50 Jahren erschöpft sein werden.



▲ Nicht gepflegter Fichtenbestand
© Jean-Pierre Arend



▲ Buchenwald in schwierigem Gelände
© Mike Wagner

Im Folgenden werden die bedeutendsten Vorteile des Rohstoffes Holz vorgestellt und dabei einer eingehenden Betrachtung unterzogen:

Ökobilanz

- Holz als Kohlenstoffsenke

Die Wälder der Erde sind ein wichtiger Kohlendioxyd (CO₂) Speicher und haben somit eine besondere Bedeutung für die Reduzierung des Treibhauseffektes. Sie sind lebende Kohlenstoffspeicher, die das CO₂ aus der Atmosphäre in den Bäumen – in ihren Stämmen, Ästen, Wurzeln, Borken und Blättern – und in der Begleitflora (Sträucher, Gräser und Kräuter), sowie im organischen Teil des Bodens speichern.

Die "Herstellung" von 1 000 kg Holz bindet 1 500 bis 1 850 kg CO₂ und entlässt gleichzeitig 1 100 kg lebensnotwendigen Sauerstoffs (O₂) in die Atmosphäre.

Man schätzt, dass etwa 1/3 der europäischen CO₂-Emissionen von den Wäldern unseres Kontinents absorbiert werden.

Grundsätzlich kann ein Waldökosystem sowohl eine Kohlenstoffsenke als auch eine Kohlenstoffquelle darstellen. Im ersten Fall entnimmt und speichert das Ökosystem mehr CO₂ aus der Atmosphäre als es im selben Zeitraum über Zersetzungs- oder Abbauprozesse wieder in die Atmosphäre entlässt. Das aufgenommene CO₂ wird von Bäumen für den Aufbau von Holz und anderen organischen Produkten wie Blättern und Wurzeln benötigt. Die Energie für diesen

Prozess liefert dabei die Photosynthese, welche in den Blättern und Nadeln der Bäume abläuft und bei dem als „Abfallprodukt“ wertvoller Sauerstoff (O₂) entsteht.

Übernutzte oder durch Rodung, Verbrennung oder übermäßigen Schädlingsbefall mit Bestandesauflösung, gestörte Waldökosysteme, entlassen dagegen mehr CO₂ in die Atmosphäre als sie binden können. Solche Waldökosysteme stellen also eine Kohlenstoffquelle dar. Mit einem Anteil von 15% am weltweiten CO₂-Ausstoß, trägt die globale Waldvernichtung, insbesondere die der tropischen Regenwälder, in erheblichem Maße zu einer Verschärfung des Treibhauseffektes bei.

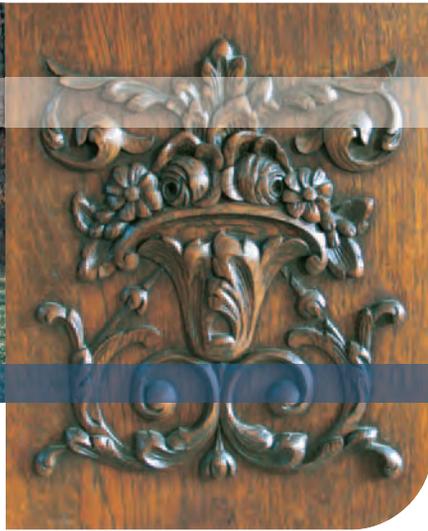
Der Wald als lebender Kohlenstoffspeicher wirkt in verarbeitetem Holz fort: die langfristige Verwendung von Holz in Möbel-, Haus- und Landschaftsbau stellt eine dauerhafte Bindung von Kohlenstoff dar. Wald und verarbeitetes Holz leisten damit einen Beitrag zur Minderung des Treibhauseffektes. Wird Holz anstelle von anderen Materialien eingesetzt, deren Herstellung in großem Umfang Energie aus fossilen Brennstoffen benötigt, so führt dies zu einer Verminderung des CO₂-Anteils in der Erdatmosphäre.

- Geringer Energieeinsatz für die Herstellung von Holzprodukten

Wie die Zahlen der folgenden Tabelle eindrucksvoll belegen, ist mit der Bereit- bzw. Herstellung von Holz als Baumaterial, ein wesentlich geringerer Energieaufwand verbunden als für die Herstellung verschiedener Konkurrenzbaustoffe:



▲ Frühjahrsaspekt eines Eichen-Hainbuchenwaldes
© Marc Wagner



▲ Detailansicht alter Schrank
© Mireille Feldtrauer-Molitor

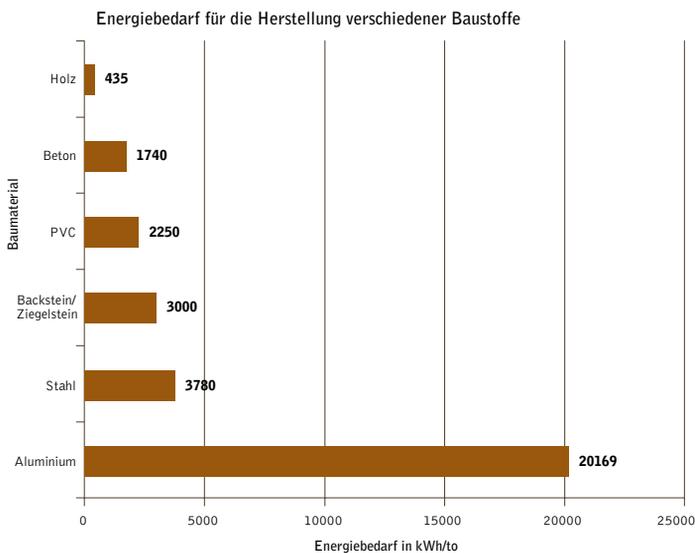
Baumaterial	Energiebedarf in kWh/to	Verhältnis
Holz	435	1,0
Beton	1 740	4,0
PVC	2 250	5,2
Backstein/Ziegelstein	3 000	6,9
Stahl	3 780	8,7
Aluminium	20 169	46,4

Diese an sich schon positive Energiebilanz für den Werkstoff Holz wird noch weiter verbessert, wenn in Betracht gezogen wird, dass die Herstellung zahlreicher Holzprodukte weniger Energie benötigt, als aus den anfallenden Reststoffen (Sägemehl, Späne, Schwarten, ...) durch eine energetische Nutzung (Verbrennung) produziert werden kann. Die Verwendung von Holz anstelle anderer Rohstoffe für Baumaterialien führt also zu einer markanten Reduzierung des Energieverbrauchs und damit verbunden zu einer Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, wie etwa Erdöl. Zugleich wird über die Verringerung des Energieverbrauchs der Ausstoß an umwelt- und klimaschädigenden (Luft-) Schadstoffen deutlich verringert und dadurch die Umweltbelastung reduziert.

- Holz lässt sich wiederverwerten und ist biologisch abbaubar

Recyclingholz ist ein gesuchter Rohstoff, der je nach Aufbereitung, zahlreiche Verwendungsmöglichkeiten besitzt. Nach dem Zerkleinern und magnetischen Entfernen evtl. vorhandener metallischer Verbindungselemente kann das Material für eine Vielzahl von Folgeprodukten eingesetzt werden, wie Span- und Dämmplatten, Palettenklötze, Torfersatzprodukte für die Beimischung zu Rindenmulch, ...

Aber auch Holzverpackungen und Altholz lassen sich weiterverwenden und eignen sich auch hervorragend für eine energetische Nutzung in modernen, mit hochentwickelten Filteranlagen ausgestatteten Verbrennungsanlagen. Über eine energetische Nutzung lassen sich große Mengen fossiler Rohstoffe, wie Erdöl oder Erdgas, einsparen.





▲ Holzverwertung
© Studio C.Bossler



▲ Detailphoto eines Holzhauses
© Studio C.Bossler



Lebensqualität

- Ein gesunder Werkstoff

Im Bereich der Lebensmittelhygiene wird Holz im Vergleich mit nicht-porösem Material wie Kunststoff oft aufgrund seiner atmungsaktiven, porösen Beschaffenheit als besserer Nährboden für die Entwicklung von Bakterien aller Art dargestellt. Wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema konnten die Behauptung – Holz sei im Bereich der Lebensmittelhygiene anderen Materialien unterlegen – eindrucksvoll widerlegen. Sie infizierten dafür unbehandelte Holzbrettchen mit Salmonellen, Listeria- und Escherichia coli-Bakterien, drei Bakterienarten, die bei Menschen Lebensmittelvergiftungen hervorrufen können. Innerhalb weniger Minuten nach der Beimpfung der Holzbrettchen mit diesen Lebensmittelbakterien waren 99,9% der Organismen auf dem naturbelassenen Holz tot. Unter denselben Bedingungen wurde dieser Versuch auch mit Plastikbrettchen durchgeführt. Dort konnte keine Reduzierung der Bakterienzahlen festgestellt werden. Wurden mit Bakterien präparierte Holz- und Plastikbrettchen nach mehreren Stunden bei normalen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen untersucht, konnte festgestellt werden, dass sich die Bakterien auf den Kunststoffbrettchen vermehrt hatten, während sie von den Holzbrettchen verschwunden waren. Die mikrobiologischen Prozesse, welche dem Holz diesen lebensmittelhygienischen Vorteil gegenüber Kunststoffunterlagen verschaffen, sind allerdings noch nicht eingehend wissenschaftlich beschrieben worden.

- Ein biologischer Baustoff

Die Verwendung von Holz in der Architektur, wie z. B. im Fertig- und Holzhausbau, ist für die Forstwirtschaft von wachsender Bedeutung, weil hier besonders viel Holz in Form von Massivholz und Holzwerkstoffen (Dämmmaterial, OSB-Platten, ...) zum Einsatz kommt. Durch langlebige Holzprodukte, wie sie gerade am Bau zur Anwendung kommen, wird klimaschädliches CO₂ dauerhaft der Atmosphäre entzogen.

Holz Häuser bieten einen hervorragenden Wärmeschutz: so lassen sich zukunftsweisende, energiesparende Bauweisen, wie etwa der Niedrigenergie oder der Passivhaus-Standard wesentlich einfacher in Holzbauweise verwirklichen, als mit anderen Baustoffen wie etwa Stein oder Beton. Darüber hinaus gibt es im Holzhaus dank trockener Bauweise keine nennenswerte Neubaufeuchte.

- Medizinisch wirksame Pflanzenstoffe

Auch wenn einem dies nicht direkt bewusst ist, so spielen bestimmte Baumarten auch für die Medizin eine wichtige Rolle, da diese medizinisch wirksame Stoffe enthalten, die für die Herstellung bestimmter Medikamente und Heilmittel von großer Bedeutung sind. Jedem bekannt dürfte in diesem Zusammenhang beispielsweise Lindenblütentee sein, der zur Linderung von Hustenreiz und bei fieberhaften Erkältungskrankheiten getrunken wird. Schon die Römer nutzten verschiedene Weidenarten, um aus der Rinde der Weidenzweige Vorläufersubstanzen der Acetylsalicylsäure

▼ Stechpalme im Unterwuchs
© Marc Wagner



▲ Holznutzung
© Mireille Feldtrauer-Molitor

▲ Ginkgo biloba
© Mett Bartimes

(Wirkstoff von Aspirin und Aspégic) zu gewinnen, die als fieber- und schmerzsenkendes Mittel eingesetzt wurden.

Die zahlreichen Pflanzen- und Pilzarten bergen ein ungeheures, zum großen Teil aber noch unerforschtes Potential, an medizinisch wirksamen Substanzen, die für die Arzneimittelforschung und die Entwicklung neuer wirksamer Medikamente von großer Bedeutung sind. Unter diesem Blickwinkel ist daher auch dem Erhalt einer hohen Biodiversität in den Wäldern ein großer Wert beizumessen.

Dass nicht nur „Neuentdeckungen“ aus der Pflanzenwelt hier eine wichtige Rolle spielen können, wird am Beispiel des Krebsmedikaments Taxol ersichtlich, das seit Anfang der 1990er Jahre sehr erfolgreich in der Therapie verschiedener Krebsarten eingesetzt wird. Dieser Stoff wurde erstmals 1979 aus der Rinde der pazifischen Eibe (*Taxus brevifolia*) isoliert und auf seine medizinische Wirksamkeit hin untersucht. Obwohl diese Baumart seit Jahrhunderten bekannt ist, wurde ihre Bedeutung für die Arzneimittelherstellung lange Zeit nicht erkannt. Es darf mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass bei den Aber-tausenden noch nicht entdeckter und beschriebener Pflanzenarten noch zahlreiche ähnlich wertvolle Stoffe auf ihre Entdeckung warten.

In China werden die Baumrinde, die Blätter und Früchte des *Ginkgo biloba*, einem mindestens 150 Millionen Jahre alten Baumfossil, seit dem 11. Jahrhundert für Heilzwecke genutzt werden. Ein aus den Blättern hergestellter Extrakt hilft insbesondere gegen Durchblutungsstörun-

gen. Heute ist jedes 3. Medikament gegen Durchblutungsstörungen ein Ginkgo-Präparat.

Aus dem Eukalyptus-Blatt wird der Wirkstoff Soledum-Cineol gewonnen, der bei Atemwegserkrankungen Erleichterung schafft. Der Wirkstoff fördert den Abtransport von Schleim aus den Bronchien, lindert Hustenreiz und verhindert die Austrocknung der Lungenbläschen. Außerdem werden die körpereigenen Abwehrkräfte in den Atemwegen deutlich gestärkt.

Ein preiswerter und ökologischer Brennstoff

- Der Wald ist eine bedeutende Energiereserve

Holz ist eine CO₂-neutrale, nachwachsende Energiequelle. Beim Verbrennen von Holz oder bei der Verrottung eines Baumes wird nicht mehr Kohlendioxid freigesetzt als der während seiner Wachstumsperiode gebunden hat. Die Verbrennung von Erdölprodukten emittiert dagegen **fossilen Kohlenstoff** in die Erdatmosphäre, der während Jahrmillionen im Erdinneren gebunden war. Auch die „kurzfristigen“ Nutzungen des Holzes, wie seine Nutzung als umweltfreundlicher Brennstoff, können zur Reduzierung oder Stabilisierung des CO₂-Gehaltes in der Erdatmosphäre beitragen, wenn dadurch gleichzeitig der Verbrauch an fossilen Energieträgern verringert wird. Die energetische Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz ist als **Kreislaufwirtschaft** anzusehen, bei der das atmosphärische CO₂ mit Hilfe des Sonnenlichtes (Photosynthese) umgewandelt und langfristig in Form von Holz gespeichert wird.



▲ Sägegatter im Sägewerk Scholtes
© Studio C. Bosseler



▲ Moderne Holzfeuerungsanlage
© Goblet et Lavandier

Das große Potential von Holz als zukunftsweisender Energieträger wird im europäischen Raum durch zahlreiche fundierte Analysen und Untersuchungen bestätigt: von allen erneuerbaren Energieträgern, bietet die Holzenergie mittelfristig das größte Entwicklungspotenzial und ist in der Lage, in Zukunft einen bedeutenden Anteil des Primärenergiebedarfs nachhaltig zu decken. In Luxemburg wird zurzeit nur etwa die Hälfte des jährlichen Holzzuwachses genutzt (360 000 m³ von 667 000 m³), der Rest dieser jährlich nachwachsenden Holzmenge verbleibt im Wald. Dabei könnte aber ein großer Teil dieses ungenutzten Potenzials als umweltfreundlicher Brennstoff genutzt werden, ohne dabei das forstliche Prinzip der Nachhaltigkeit zu verletzen. Der Einsatz bisher ungenutzter Potenziale des Energieträgers Holz könnte ohne Zweifel einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten und die Energieversorgungssicherheit erhöhen. Die Bedeutung von Holz für die energetische Nutzung ist in Luxemburg in den letzten Jahren zwar deutlich gestiegen, betrachtet man allerdings einmal den Stellenwert der Holzenergie insgesamt und vergleicht man die augenblickliche Nutzung mit dem verfügbaren Potential, so wird deutlich, dass die Nutzung der Holzenergie in Luxemburg immer noch am Anfang steht. In anderen Ländern wie Österreich oder Finnland liegt der Anteil der Holzenergie am Wärmeenergiemarkt mittlerweile bei über 25%.

- Die Bereitstellung von Energie aus Holz schafft neue Arbeitsplätze

Für einen Ausbau der Holzenergie sprechen aber nicht nur die damit verbundenen positiven Auswirkungen auf die Umwelt, sondern auch die zu erwartenden positiven Impulse auf die lokale Wirtschaft. Daneben bringt die Holzenergie aber auch noch einige einfache praktische Vorteile mit sich, die für eine verstärkte Nutzung von Holz zur Energiegewinnung sprechen:

- Ein regionaler Brennstoffmarkt bietet Chancen zur Entwicklung eines neuen Wirtschaftsfaktors, verbunden mit der Schaffung neuer Arbeitsplätze, insbesondere im ländlichen Raum;
- Konkurrenzfähige und stabile Brennstoffpreise des Energieholzes;
- Unabhängigkeit von politischen Konflikten und Energiekrisen;
- Schonung fossiler Rohstoffe durch verstärkte Nutzung der regenerativen Energiequelle Holz;
- Einfache Aufbereitung, sowie gute und sichere Lagermöglichkeiten des Energieholzes (keine Gefahr durch Umweltkatastrophen);
- Kurze Transportwege aufgrund der regionalen Verfügbarkeit des Brennstoffes;
- Nutzung einer modernen, zuverlässigen, komfortablen und hocheffizienten Technik.

▼ Lagerhalle mit Hackschnitzelgut
© Jo Andre



▲ Transportschnecke für die Hackschnitzelzufuhr
© Goblet et Lavandier



▲ Mobile Hackschnitzelanlage
© Aprotec S.A.

Wie viele Bäume müsste ich pflanzen, um den durch meinen Wagen verursachten Ausstoß an fossilem CO₂ aufzufangen?

Gehen wir davon aus, dass Sie während 40 Jahren Autofahren und dabei im Durchschnitt 16 000 km/Jahr zurücklegen. Nehmen wir außerdem einen Verbrauch von 9 l/100 km oder 11 km pro Liter Treibstoff und einen Kohlenstoffausstoß von 0,86 kg C/l Treibstoff an. So sind jährlich 1,25 Tonnen CO₂ zu kompensieren, was nach 40 Jahren einer Gesamtmenge von 50 Tonnen entspricht. Wenn man nun davon ausgeht, dass ein Wald 1,4 Tonnen CO₂/ha/Jahr (was einem Zuwachs von 3 bis 4 m³ Holz pro Jahr entspricht) speichern könnte, so ergäbe sich daraus, dass 0,9 ha Wald neu anzulegen wären, immer vorausgesetzt, dass der gebundene Kohlenstoff nicht wieder freigesetzt wird.

Sind im Hinblick auf den sich verschärfenden Treibhauseffekt, unbewirtschaftete Wälder bewirtschafteten Wäldern vorzuziehen?

Die gesamte Biomasse bewirtschafteter Wälder ist auch bei der Hiebsreife normalerweise niedriger, als die Biomasse eines auf gleichem Standort wachsenden Naturwaldes. Das zu nutzende Holz wird in Produkten angelegt,

deren Lebensdauer zwischen 1 und über 100 Jahren liegt. In Wirtschaftswäldern kann die Gesamtmenge an Kohlenstoff, welche in Bäumen, anderen organischen Materialien und den Böden gebunden ist, niedriger sein, als die Gesamtkohlenstoffmenge, die in einem vom Menschen unberührten Naturwald in den Bäumen, Böden und Totholz gebunden wird.

Es ist allerdings zu beachten, dass Holz und seine Produkte einen Kohlenstoffreduzierungseffekt haben, indem ihre Herstellung und Nutzung weniger Energie verbraucht als Konkurrenzprodukte aus Stahl, Aluminium oder Beton. Die Holznutzung – und damit die Bewirtschaftung von Wäldern – trägt also dazu bei, den vom Menschen verursachten CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Somit kann eine verstärkte Nutzung von Holzprodukten dem Treibhauseffekt entgegenwirken. Außerdem können Holzprodukte am Ende ihrer Nutzung – eine entsprechende Behandlung und eine moderne Filter- und Verbrennungstechnik vorausgesetzt – nahezu rückstandsfrei zur Energieproduktion eingesetzt werden und damit wiederum zur Einsparung fossiler Brennstoffe beitragen.

9. Literaturverzeichnis

Literatur

ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS, Service Aménagement des Bois et Economie Forestière / Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural / Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (2003): La forêt luxembourgeoise en chiffres; Résultats de l'Inventaire Forestier National au Grand-Duché de Luxembourg 1998-2000, ISBN 2-495-28008-0.

ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS, Service Aménagement des Bois et Economie Forestière / Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural / Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (2006): Der Luxemburger Wald in Zahlen; Ergebnisse der Luxemburger Landeswaldinventur 1998-2000, ISBN 2-495-28012-9.

BODE, Wilhelm (Hrsg.): Naturnahe Waldwirtschaft - Prozess oder biologische Nachhaltigkeit?; Deukalion Verlag, ISBN 3-930720-31-0.

BRÄSICKE, N.; RATSCHKER; ULRICH, M. (2002): Die Mortzfeldschen Lochhiebe. AFZ-Der Wald 12/2003; pp. 612-614.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG, UND LANDWIRTSCHAFT (2002): Bericht über den Zustand des Waldes 2002 - Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings.

BURSCHEL, P.; HUSS, J. (1997): Grundriss des Waldbaus 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage, Pareys Studentexte 49, Parey Verlag, ISBN 3-8263-3045-5.

EFI News (2000): Number 1, Volume 8, June 2000: Carbon Sequestration in Forests - 10 Frequently Asked Questions.

EFOR (Hrsg.) (1993): Ministère de l'Environnement, Administration des Eaux et Forêts, Service Conservation de la Nature, Arrondissement Centre. Erhaltung von Alt- und Totholz im Wald - Grundsatz einer ökologischen Forstwirtschaft.

ENERGIEAGENTUR NRW: Leitfaden Bioenergie – Neue Perspektiven für Kommunen und Wohnungswirtschaft. REN Impuls Programm „Bau und Energie“ Kasinostrasse 19 – 21, D-42103 Wuppertal.

HEINRICH, C.: Leitlinien Naturschutz im Wald. Hrsg: Naturschutzbund Deutschland (NABU), Landesverband Hessen e.V. ISBN : 3-926915-12-9.

HUSS, J. (1992): Was ist Waldbau auf ökologischer Grundlage? AFZ 2/1992, pp. 56-64.

KÜRSTEN, E. (2002): Perspektiven der Holznutzung weltweit; Institut für Holzbiologie und Holztechnologie der Georg-August-Universität Göttingen.

LIES, E. (1992): Richtlinien für den Wegebau, Note interne de l'Administration des Eaux et Forêts

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (1999): Circulaire ministérielle du 3 juin 1999 concernant les lignes directrices d'une sylviculture proche de la nature.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATUR UND FORSTEN DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999): Naturnaher Wald für Schleswig-Holstein, ISSN0935-4697.

MÜLLER-STARCK G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft; ecomed, ISBN 3-609-69360-6.

ÖBERGFÖLL P. (2000): Modelle der Nutzungsplanung auf der Basis von Wiederholungsinventuren, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der forstwissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg.

PRO SYLVA (Hrsg.) (1996): Verband der naturnah denkenden Forstleute in Europa; Pro Sylva, Siège social: Truttenhausen F-67140 Barr.

REVUE FORESTIÈRE FRANÇAISE (2001): Ecocertification de la gestion forestière; No 6, 2001, ISSN 0035 2829.

ROTH, B. (2001): La richesse écologique du bois; Forêt-entreprise No 140-2001/4, ISSN 0752-5974.

RUDOW, A. (2001): Projekt zur Förderung seltener Baumarten; Professur für Waldbau ETH Zürich; Eidgenössische Forstdirektion BUWAL (Hrsg.).

SCHEEDER, T. (1993): Forsteinrichtung in naturgemäßen oder naturnahen Wirtschaftswäldern. AFZ 2/1993, pp. 61-64.

SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald - Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung; Ulmer Verlag; ISBN 3-8001-3356-3.

SCHÜTZ, J.-Ph. (2002): Die Technik der Waldverjüngung von Wäldern mit Ablösung der Generationen; Skript zur Vorlesung Waldbau II; ETH Zentrum, 8092 Zürich.

SPÄTH, V. (Hrsg.) (1992): Naturschutz im Wald - Leitfaden für Naturschützer, Waldbesitzer und Förster. Naturschutzbund Deutschland, Landesverband Baden-Württemberg, 2. Auflage.

Internetquellen

www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=7726
(Leitlinie Wald - Leitlinie zur Erhaltung und nachhaltigen Entwicklung des Waldes im Land Sachsen-Anhalt, MRLU vom 1.9.1997 - 706-0501)

www.umwelt.saarland.de/1827.html

(Waldbaurichtlinie des Saarlandes)

www.infoholz.de

www.fowi.ethz.ch/pwb/D_PROF/englisch/pdf/waldbau2.pdf

www.learn-line.nrw.de/angebote/agenda21

www.peter.hemsley.btinternet.co.uk/CDB/Technical/Bacteria/bacteria.html

www.anw-deutschland.de

www.nachhaltigkeit.aachener-stiftung.de





LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture
et du Développement Rural
Administration des Eaux et Forêts



7, rue Renert | L-2422 Luxembourg
Tel. (00352) 40 03 04
Fax. (00352) 40 52 83
www.efor.lu | efor@efor.lu