

Immissionsbelastung besteht darin, daß man diese Vorwälder fünf bis maximal zehn Jahre wachsen lassen kann, bevor man die Fichte einbringt. Dabei muß ggf. aufgeästet oder der Schirm insgesamt gelichtet werden. Eine gleichzeitige Einbringung der Fichte ist aber nicht ausgeschlossen und sollte vor allem bei sich rasch entwickelnder Roterle und Eberesche erprobt werden.

#### Fichtenrestbestockungen und Kahlflächen in den Wuchsbezirken Südlicher Mittelharz (SM) und Nord-West-Oberharz (NO)

• *Ausgangslage 1 (Fichtenrestbestockung (evtl. mit Buchenanteilen) ab Alter 50/60 Jahre in mehr oder weniger rascher Auflösung):* Die weitere Ausbreitung immissionsbedingter Verlichtungen gibt auf großen Flächen die Möglichkeit, mittelfristig vom Fichtenreinbestand Abschied zu nehmen und in der natürlichen Mischwaldzone Mischbeständen aus Fichte mit Buche bzw. Buche mit Fichte breiten Raum zu geben.

Folgendes Vorgehen erscheint (vorbehaltlich örtlich evtl. andersartiger Verfahren) allgemein empfehlenswert zu sein: Ab Bestockungsgrad 0,5 bis 0,7 Voranbau (ggf. Naturverjüngung) von Buche mit kräftigen Pflanzen bzw. Wildlingen, vorzugsweise in Trupps und Gruppen in den lichter Bestandesteilen. Der Zeitvorsprung der Buche sollte fünf bis zehn Jahre betragen, die Abnutzung der Restbestockungen ist über diesen Zeitraum möglichst zu dehnen. 40 bis 60 % der jeweiligen Fläche sollen in die Vorverjüngung der Buche gehen. Nach fünf bis zehn Jahren, ggf. ebenfalls noch unter Ausnutzung der Restbestockung von Fichte, sollte Fichte künstlich oder natürlich nachverjüngt werden. Dabei ist Abstand von den Buchengruppen zu halten. Die Flächen sind gründlich zu meliorieren und in der Regel zu zäunen.

Auf von Natur aus basenreicheren Grundgesteinen (im wesentlichen Diabas-Zügen) und reicheren Lößmischlehmen des Harzfußes erscheint es ferner aussichtsreich, auch einen bisher kaum gebräuchlichen Mischbestandestyp aus Fichte und Bergahorn zu erproben. Die Anlage erfolgt hierbei grundsätzlich ähnlich wie beim Fichten/Buchentyp: Sorgfältige räumliche Trennung der Mischung nach Gruppen (gegenüber Trupps zu bevorzugen), zeitlicher Vorsprung des Bergahorns unter Ausnutzung besonders lichter Partien der Restbestockung, Verjüngungsziel nicht mehr als die Hälfte der jeweiligen Fläche, Melioration, ggf. Nachdüngung, Zäunung. Natürlich ist eine solche Mischung nur in dauerhaft rotwildarmen Regionen, in denen außerdem der Wald insgesamt vielgestaltiger ist, langfristig aussichtsreich.

Auf den ärmsten Standorten schließlich sollten Restbestockungen als Schirm auch dann genutzt werden, wenn wieder reine Fichte gepflanzt werden soll. Hierfür spricht, daß auch schütterere Benadelungen noch Schadstoffe filtern und eine gewisse Beschattung geben können, die dem Jungwuchs eine Zeitlang förderlich ist.

• *Ausgangslage 2 (Fichte bis Alter 50/60 Jahre in mehr oder weniger rascher Auflö-*



In der natürlichen Mischwaldzone sind solche Mischbestände aus Fichte mit Buche bzw. Buche mit Fichte ein erstrebenswertes waldbauliches Ziel.

*sung):* Auch in den unteren Lagen des Harzes dürften solche Ausgangsbestände wohl kaum auszunutzen sein, da man sich in ihnen meist zu viele kulturtechnische Schwierigkeiten auflädt. In besonders günstigen Fällen sollte aber auch hier vielleicht einmal erprobt werden, wieweit man mit einem Voranbau der Buche tatsächlich gehen kann.

• *Ausgangslage 3 (Restbestockungen unter Bestockungsgrad 0,5 [0,4] und Kahlflächen):* Hinsichtlich der Vorwaldarten gilt das oben Gesagte. In einigen Gegenden des Harzes kommt als Baumart auch noch die Aspe hinzu. Das waldbautechnische Vorgehen unterscheidet sich nicht von dem oben beschriebenen. Auf den ärme-

ren Standorten, kühleren Lagen und dort, wo die Schadstoffbelastung vermutlich niedriger liegt (Unterhänge, Leelagen), sollte alsbald wieder reine Fichte gepflanzt werden.

#### Fazit

Die im vorhergehenden beschriebenen waldbaulichen Möglichkeiten sind insgesamt als Modelle zu betrachten, die in stark wechselnden Situationen weiter auszufüllen, abzuändern oder auch nicht anzuwenden sind. Ihre dauerhaften Realisierungschancen bestehen, das sei abschließend noch einmal betont, letztlich allein in einer möglichst raschen Absenkung des Schadstoffeintrages aus der Luft.

## Waldbau angesichts neuartiger Waldschäden

Von Prof. Dr. Peter Burschel und Dr. Reinhard Mosandl,  
Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München

*Der Wald in Mitteleuropa zeigt seit etwa fünf Jahren Schwächesympptome, die als „neuartige Waldschäden“ bekannt geworden sind. Alle Indizien lassen es als plausibel erscheinen, daß Luftschadstoffe maßgeblich an der Entstehung dieser Schäden beteiligt sind (9, 41). Diese Plausibilität der Zusammenhänge ist mittlerweile so ausgeprägt, daß politische und forstwirtschaftliche Entscheidungen und Maßnahmen ins Auge gefaßt werden müssen. Dazu bedarf es unter anderem grundsätzlicher Überlegungen, wie dem Phänomen der neuartigen Waldschäden waldbaulich begegnet werden kann (17, 31, 33, 36, 37, 47, 48, 54).*

Die folgenden waldbaulichen Betrachtungen gehen in bezug auf die Waldbelastung davon aus, daß

- die Ergebnisse der Waldschadensinventuren (z. B. 6, 23, 45) den Umfang der Schäden ausreichend genau anzusprechen erlauben,
- die Schwächung des Waldes bedeutsam ist, jedoch den bisher gebräuchlichen Waldbau außer Kraft setzende Beeinträchtigungen – wie z. B. in Teilen der ČSSR und der DDR (16, 30) – vorerst nur auf begrenzten Flächen eingetreten sind,
- auf lange Sicht – d. h. in einem Zeitraum von ein bis zwei Jahrzehnten – Maßnahmen zur Luftreinhaltung die Voraussetzung für eine normale Waldentwicklung wieder herstellen werden.

Außerdem werden nachstehende grundsätzlich gültige forstwirtschaftliche Voraussetzungen dabei zugrundegelegt:

- Der mitteleuropäische Wald besteht aus nur wenigen Baumarten. Deren Eigenschaften sind hinreichend bekannt und auch die der aus ihnen aufgebauten Bestände. Nur sie können daher Objekte einer fundierten Betrachtung sein. Überlegungen zu nicht erprobten exotischen Baumarten oder gar Produkten der Forstpflanzenzüchtung hätten keinen festen Grund.
- Bestände aus diesen Baumarten sind von Gefährdungen verschiedenster Art bedroht, von denen Schnee und Sturm vor allen anderen erwähnt seien (43, 44). Auch in Zukunft kann daher keine Art von Waldbau erfolgreich sein, die nicht darauf gebührend Rücksicht nimmt.
- Die Wirtschaftlichkeit waldbaulicher Aktivitäten in Mitteleuropa steht und fällt mit der Produktion von Wertholz, das in erster Linie durch die beiden Kriterien Stärke und Astreinheit gekennzeichnet ist. Es sollte kein Zweifel daran bestehen, daß jedes Abgehen von diesem Grundsatz die Waldwirtschaft auch in hochproduktiven Betrieben unrentabel machen würde.

Vor dem bis hierher skizzierten Hintergrund wird versucht, Konsequenzen aus der gegenwärtigen Situation zu ziehen. Dabei werden die folgenden waldbaulichen Aktivitäten abgehandelt werden:

- Bestandesbegründung,
- Bestandeserziehung,
- Düngung.

#### Bestandesbegründung

Es ist derzeit nicht abzusehen, ob und inwieweit die heute übliche Praxis der Bestandesbegründung angesichts der Belastung der Wälder durch Immissionen beibehalten werden kann. Wissenschaftlich fundierte Untersuchungen hierzu gibt es infolge der Neuartigkeit des Problems noch nicht. Um dem abzuwehren, wurde vom Münchener Waldbaulehrstuhl damit begonnen, Aufstellungsversuche in Waldschadensgebieten anzulegen. Ergebnisse und Schlußfolgerungen werden jedoch noch einige Zeit auf sich warten lassen. Bis dahin können lediglich grundsätzliche, aus dem derzeitigen Erkenntnisstand abgeleitete Überlegungen angestellt werden. Dabei wird auf das im Zusammenhang mit der Bestandesbegründung wichtige Thema Wild nicht eigens eingegangen. Es wird vielmehr vorausgesetzt, daß angesichts der Schadstoffbelastung der Wälder endlich alles getan wird, was

nötig und auch machbar ist, um zu verhindern, daß Verbiß auf nahezu der gesamten Waldfläche der Bundesrepublik Deutschland das entscheidende Hindernis für einen anspruchsvollen Waldbau bleibt.

#### Baumartenwahl

Züchterisch bearbeitete Baumpopulationen, die sich aus tatsächlich gegen Luftverunreinigungen resistenten und nicht nur weniger empfindlichen Bäumen zusammensetzen, werden in überschaubarer Zukunft nicht zur Verfügung stehen. Davon ganz abgesehen, ist die züchterische Veränderung von Waldbaumpopulationen ohnehin problematisch (4, 24, 46) und stellt das Konzept eines naturnahen Waldbaues auf den Kopf.

Die Wahl der Baumart wird daher im praktischen Forstbetrieb wie bisher durch den Standort, die natürliche Baumartenausstattung am jeweiligen Ort sowie durch forstwirtschaftliche Überlegungen bestimmt. An dieser Art des Vorgehens könnte sich dann etwas ändern, wenn eine oder mehrere der wenigen wichtigen Baumarten so litten, daß sie schon in früher Jugendphase ausfallen würden. Das trifft jedoch im Bereich der Bundesrepublik Deutschland nicht einmal auf die am stärksten betroffene Baumart Tanne zu. Unter der Voraussetzung, daß es gelingen wird, die Belastung durch Luftschadstoffe im Laufe der nächsten zwei Jahrzehnte wirklich drastisch zu verringern, wäre es deshalb falsch, auch nur auf eine Hauptbaumart zu verzichten. Diese Aussage bekommt besonderes Gewicht dadurch, daß es nicht wenige Standorte gibt (wie z. B. die besonders betroffenen Hochlagen des Bayerischen Waldes), für die überhaupt nur eine einzige Baumart ernsthaft in Frage kommt.

Es kann allerdings kein Zweifel daran bestehen, daß die alte waldbauliche Forderung nach Baumartenmischung überall dort, wo sie standörtlich möglich ist, durch die neuartigen Waldschäden besondere Dringlichkeit bekommt. Mit der Schaffung gemischter Bestände können nicht nur die bekannten ökologischen Vorteile erreicht werden, sondern es gelingt auch, das Schadensrisiko auf mehrere Baumarten zu verteilen. Das ist allerdings nur dann wirklich wirkungsvoll, wenn die angestrebten Mischungen mehr als nur die üblichen geringen Anteile der „Nebenbaumarten“ enthalten. Laubholzanteile von weniger als 40 % in Nadelholzbeständen sollten auf geeigneten Standorten deshalb möglichst nicht vorgesehen werden. Für höhere Laubholzanteile als bisher spricht auch, daß von Laubbäumen infolge geringerer Filterkapazitäten im Winter und leichter zersetzbarer Streu eine deutlich geringere Versauerungswirkung auf den Boden als von Fichten- und Kiefernbestockungen ausgeht.

Unter dem Druck der Schadstoffbelastung wird die konsequente Anwendung der Erkenntnisse der Herkunftsforschung besonders bedeutsam. In diesem Zusammenhang gilt es vor allem die verbliebenen autochthonen Bestände unbedingt zu erhalten und wo möglich wieder auszuweiten. Dazu gehören die Buchen- und Buchenmischbestände aller Mittelgebirge. Alle älteren Edellaubholzvorkommen auf guten Standorten, die älteren oder nachweislich aus Naturverjüngung hervorgegangenen Mischbestände aus Buche, Fichte und Tanne der süddeutschen Gebirge und ihres Vorlandes, Teile der hochmontanen bis subalpinen Fichtenwälder des Harzes, Bayerischen Waldes und der Bayerischen Alpen, aber auch Kiefernbestände des Alpenraumes, Nordostbayerns und des niedersächsischen Flachlandes, soweit diese letzteren älter als 120 Jahre sind (7). Sie lassen sich am besten sichern durch konsequente Anwendung der Naturverjüngung. Gezielte Saatgutgewinnung und anschließende Saat oder Pflanzung im Erntegebiet erfüllen jedoch den gleichen Zweck.

Als Minimalforderung muß im übrigen die strikte Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften für den Umgang mit Saat- und Pflanzgut gelten, für die die meisten staatlichen Forstverwaltungen gute Ausführungsrichtlinien entwickelt haben. Auch die Privatwaldbesitzer für deren Anwendung zu gewinnen, ist eine der wichtigsten Aufgaben der staatlichen Beratung.



## Betriebsform

Vorerst gibt es nur wenige Flächen, auf denen die Waldschäden ein Ausmaß erreicht haben, das Verjüngungsmaßnahmen notwendig macht. Diese liegen überwiegend in den Kammlagen der Mittelgebirge. Dort ist es zudem nicht immer möglich, klar zu entscheiden, ob neuartige Waldschäden die Ereignisse allein bestimmen oder ob auch Sturm, Schnee oder Insekten primär beteiligt sind. Neuartige Waldschäden allein führen zu einer meist nicht sehr schnell verlaufenden Auflichtung der Altbestände. Kommen Sturm-, Schnee- oder Insektenbeschädigungen hinzu, so können auch großflächige Totalausfälle entstehen. Im ersteren Fall bilden sich daher zumindestens für eine Reihe von Jahren schirmschlagartige Bedingungen und im letzteren Kahlfällchen heraus.

Bleibt ein Schirm erhalten, so ist es als ein Glücksfall anzusehen, wenn sich bereits eine Verjüngung natürlich eingefunden hat, und sei dies auch nur auf Teilflächen. Sehr häufig wird jedoch wegen des Fehlens der Naturverjüngung unverzüglich von der Pflanzung Gebrauch gemacht werden müssen. Besonders dringlich ist die Pflanzung bei Fehlen der Naturverjüngung in deutlich geschädigten verlichteten Altbeständen, die sich selbst unter günstigsten Bedingungen nicht wieder schließen können. Die Verjüngungsschicht bleibt hier über sehr lange Zeit erhalten und kann die durch weitere Ausfälle oder durch normale Nutzung entstehenden Lücken sofort ausfüllen.

Nur die Ausnutzung von Schirmstellungen ermöglicht es, die im vorigen Abschnitt herausgestellten waldbaulichen Forderungen nach Baumartenmischung auch dann zu erfüllen, wenn es um die Einbringung von Schattbaumarten wie Buche und Tanne geht. Sieht man vom Spätfrost einmal ab, der in den Kamm- und Hochlagen der betroffenen Mittelgebirge zumeist keine große Rolle spielt, so sind es vor allem die auf Kahlfällchen auftretende Graskonkurrenz und damit verbunden die Gefahr von Mäusefraß, die eine Einbringung der genannten Arten auf Schirmflächen geraten erscheinen lassen. Zudem ist ein gleichzeitiger Anbau von Schattbaumarten mit der Fichte nur dann möglich, wenn durch einen Schirm die unterschiedlichen Wachstumsgänge der einzelnen Arten ausgeglichen bzw. zugunsten der Schattbaumarten verschoben werden. Je länger der Schirm erhalten werden kann, desto mehr bildet sich ein Entwicklungsvorsprung der Schattbaumarten heraus. Ist der Schirm dagegen nur kurze Zeit zu halten, so ist trotzdem viel gewonnen, denn die Pflanzen können sich bis zum Zeitpunkt der vollständigen Freistellung etablieren und haben dann alle Anwuchsprobleme überwunden. Unabhängig davon, wie lange der Schirm hält, ist jedoch eines gewiß: die waldbauliche Ausnutzung des Altholzschirmes in geschädigten Beständen erfordert genau wie im waldbaulichen Normalbetrieb immer eine sinnvolle Feinerschließung.

Ist bereits die Situation der Kahlfällchen eingetreten, dann werden alle Bemühungen um die Begründung von Mischbeständen ganz erheblich erschwert, und auch eher „harte“ Wirtschaftsbaumarten wie Fichte und Lärche brauchen oft lange Zeit, bis sie schließlich das Feld beherrschen (30). Unter solchen Bedingungen sollte konsequenter, als das im praktischen Forstbetrieb meist geschieht, mit Vorwald gearbeitet werden, der – auf schwierigeren Standorten und in großen Höhen – aus Birke, Aspe und Vogelbeere bestehen kann (im Alpenraum auch aus Bergahorn), auf besseren und nicht zu hoch gelegenen außerdem aus Rot- oder Weißerle, Birke und Aspe finden sich oft natürlich ein. Sie werden nach Erreichen einer ausreichenden Größe mit den Hauptbaumarten in der gewünschten Mischung unterpflanzt und nach deren Festigung allmählich herausgezogen. Aber natürlich können diese Vorwaldarten – jedenfalls wenn es sich um Birke und Aspe handelt – auch für eine ganze Waldgeneration belassen werden, eine Vorgehensweise, die sich auf schwierigen Standorten geradezu anbietet. Die Roterle entwickelt sich dagegen – außer auf nährstoffreichen, feuchten Standorten – nicht zu ansehnlichen oder gar rentabel nutzbaren Beständen und sollte daher in der Regel nach Erfüllung der Vorwaldaufgabe entnommen werden.

Einen Sonderfall stellen die Plenterwälder und andere, sehr stufig aufgebaute Bestände dar. Es deutet einiges darauf hin, daß Waldzustände dieser Art, also solche mit stark aufgerauten Oberflächen, besonders unter neuartigen Waldschäden leiden.

So ist beispielsweise in dem bekannten Plenterwald der Gemeinde Kreuzberg (38) im Bayerischen Wald ein schnell fortschreitender Ausfall der z. T. sehr starken Alttannen zu beobachten. Aber auch im Mittel- und Schwachholz lassen die Tannen bereits erhebliche Vitalitätseinbußen erkennen. Die Fichtenkomponente dieses Waldes ist zwar noch in einer besseren Verfassung, doch hat auch

deren Vitalität deutlich nachgelassen. Die über das normale Maß hinausgehende Nutzung kranker Alttannen hat selbst in dem an sich besonders standfesten Plenterwald zu einer erheblichen Destabilisierung geführt, die sich in der Zunahme von Sturmwürfen äußert (34). Kommen beide sich gegenseitig verstärkende Phänomene nicht bald zum Stillstand, so droht die nach sehr langer systematischer Plenterung entwickelte Struktur verloren zu gehen. Da sich die meist dichte Verjüngungsschicht bisher gut erhalten hat, ergeben sich keine Probleme der Walderhaltung, jedoch tritt ein tiefgreifender Strukturwandel ein. Die dort zu beobachtende flächenhaft unzureichende Beteiligung der Tanne an der Verjüngung ist allerdings nicht eine Folge der Waldschäden, sondern Ergebnis des Wildverbisses.

Am Beispiel des Kreuzberger Plenterwaldes wird der große Vorteil erkennbar, den das Vorhandensein einer ausreichend dichten Verjüngungsschicht am Boden beim Eintritt von Schadereignissen am Altbestand bietet. Das ist im übrigen auch in allen Beständen zu beobachten, die langfristig im Schirmbetrieb bewirtschaftet werden. Beispiele für langfristige Schirmschläge mit erheblichen Schäden am Schirmbestand, aber dichter, bis übermannshoher, bisher wenig beeinträchtigter Verjüngung gibt es in Buchenbeständen der Forstämter Ebrach (Steigerwald) und Gemünden (Spessart), aber sicher auch an anderen Orten.

## Schlagräumung

Mit dem Entzug von organischer Substanz bei der Holzernte gehen dem Kreislauf Nährstoffe verloren. Damit ist eine Versauerung des Bodens verbunden, die in ihrem Ausmaß um so stärker ist, je mehr Reisig – und hier in erster Linie Feinreisig – entnommen wird. Diese Zusammenhänge sind durch KREUTZER (26) und ULRICH (50) dargelegt und quantifiziert worden. Im praktischen Forstbetrieb wird der sich daraus ergebenden Forderung nach Belassung eines möglichst großen Teils der Biomasse auf der Schlagfläche trotzdem immer noch nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt. Wenn in den vergangenen Jahrzehnten zeitweise mehr an Reisig im Wald verblieb als vorher, so war das keineswegs beabsichtigt, sondern das Ergebnis mangelnder Nachfrage nach sehr schwachem Holz. Auf Aufforstungsflächen wurde das Reisig aber auch in dieser Zeit auf Haufen oder Wälle gebracht und obendrein nicht selten noch verbrannt. Die Wiedererhebung des „Selbstwerbers“ in der Folge der Ölkrise und der Ruf nach der „sauberen Wirtschaft“ nach den Borkenkäferjahren 1982 und 1983 haben dann aber wieder zu einer verstärkten Biomassenentnahme geführt. Im Hinblick auf die bodenkundliche Seite der Waldschäden ist das als nachteilig zu betrachten. Schlagabraum sollte daher nach folgenden Gesichtspunkten behandelt werden:

- Der Laubholz-Abraum unter 7 cm verbleibt grundsätzlich im Wald, und zwar möglichst an der Stelle des Anfalls.
- Nadelholz-Abraum wird nur so weit aufgearbeitet, wie das aus Gründen des Forstschutzes unbedingt nötig ist, also bei Fichten beispielsweise das, was bei guten Absatzverhältnissen als Spitzenknüppel verkäuflich war. Ansonsten verbleibt er am Ort des Anfalls im Bestand.
- Auch auf Aufforstungsflächen bleibt der Schlagabraum flächig liegen, wo das nur irgend geht. Erschwerungen des Pflanzvorganges – die jedoch meist geringer sind als allgemein angenommen wird – müssen dabei in Kauf genommen werden. Wird Schlagabraum maschinell zusammengesoben, was auch wegen der damit verbundenen Bodenverdichtung nicht unproblematisch ist, so sollten nicht große Wälle, z. B. am Schlagrand, aufgehäuft werden, sondern kleine in enger Verteilung über die Fläche.
- Je ärmer und trockener ein Standort ist, desto wichtiger ist die weitgehende Belassung des Abraums auf der Fläche, einmal aus den bereits angeführten Gründen, aber auch wegen des Verdunstungsschutzes, den er bietet.

## Bodenbearbeitung

Es gibt viele – vor allem ökologische – Gründe, daß Bodenbearbeitung, wenn sie tiefreichend ist, dem Waldboden und damit dem ganzen Ökosystem Wald eher Schaden als Nutzen bringt. Einer der wesentlichen Nachteile der Bodenbearbeitung liegt darin, daß sie die Mineralisierung der organischen Substanz stark beschleunigt. Da sie meist auf Freiflächen oder unter sehr offenen Schirmen durchgeführt wird, wo die Umsetzungsprozesse infolge der verbesserten Wärme- und Feuchtigkeitsbedingungen ohnehin besonders rasch ablaufen, kommt es zu Nährstoffverlusten. Dies ist auch allein deshalb zu befürchten, weil eine dichte Verjüngungsschicht, die als Nährstoffspeicher

dienen könnte, nach einer Bodenbearbeitung nicht mehr vorhanden ist. Ein weiterer gravierender Nachteil der Bodenbearbeitung, mit dem allerdings nur auf Schirmflächen gerechnet werden muß, ist in der Beschädigung des Wurzelwerks der Schirmbäume zu sehen. Immer dann, wenn Schirmbäume längere Zeit stehen bleiben sollen, verbietet sich daher eine intensive Bodenbearbeitung.

Diese grundsätzlichen Bedenken gegen eine Bodenbearbeitung gelten natürlich erst recht auf Waldschadensflächen. Hier kommt hinzu, daß die meisten dieser Flächen in hohen, steilen, sehr steinig und auch feuchten Lokalisationen liegen, wo intensive Bodenbearbeitungen gar nicht möglich sind. Allenfalls Grubbern oder die Anlage von Pflugstreifen, auf denen gerade eben der Mineralboden zutage tritt, können unter solchen Bedingungen als Vorbereitung von Verjüngungsmaßnahmen akzeptiert werden, wenn negative Folgen vermieden werden sollen. Das aber sind Bearbeitungsverfahren, deren Sinn vor allem in der Erleichterung des Ankommens von Naturverjüngung liegt. Soll in Waldschadensgebieten gepflanzt werden, dann bedarf es keiner Bodenbearbeitung. Die Pflanzung mit der Wiedehopfhau oder bei sehr großen Pflanzen mit dem Hohlspaten in den sonst unvorbereiteten Boden, ist das erfolgversprechendste Verfahren, solange gesichert ist, daß das Wurzelwerk vollständig im Mineralboden verankert wird.

## Wahl des Pflanz- oder Saatgutes

Dazu ist auch auf den Abschnitt Baumartenwahl zu verweisen. Alle Ansprüche, die bisher schon an die Qualität von Saat- und Pflanzgut sowie an ihre Behandlung zu stellen waren, gelten unter den besonderen Bedingungen der Schadensgebiete in eher noch verstärktem Maße. Wo Saatgut aus autochthonen oder doch pflanzortnahen heimischen Beständen beschaffbar ist, sollte es immer bevorzugt verwendet werden. Können schneller Transport, schonende Zwischenlagerung und sorgfältige Pflanzung gewährleistet werden, so sollten große Pflanzensortimente kleineren vorgezogen werden.

## Pflanzverbände

Im vergangenen Jahrzehnt hat sich ein deutlicher Wandel in den Vorstellungen über Pflanzendichten vollzogen, den man zugehört folgendermaßen charakterisieren kann: Aus „so viele wie möglich“ ist „so dicht wie nötig“ geworden. Hinter dieser Entwicklung steht nun keineswegs das Bedürfnis nach Veränderung oder Fortschritt um jeden Preis, wie gelegentlich angenommen wird (35). Dahinter steckt auch nicht nur der naheliegende und wichtige Gedanke, daß weniger Pflanzen auch weniger Kosten verursachen. Der entscheidende Grund für die Forderung nach Reduktion der Pflanzendichten auf etwa 3 000 bei der Fichte und 5 000 bis 10 000 bei Kiefer, Buche, Eiche und anderen Laubhölzern ist die Erkenntnis, daß damit zumindest in Nadelholzbeständen höhere Gesamtwachstumsleistungen, deutlich höhere Werteleistungen und gleichzeitig eine Verbesserung der Bestandesstabilität erzielt werden können, ohne daß es zu Einbußen in der Holzqualität kommt: Diese Erkenntnisse sind, vor allem für das Nadelholz, gut fundiert und so bedeutsam, daß eine erneute Änderung der Konzepte für Pflanzendichten und Verbände nur ins Auge gefaßt werden sollte, wenn es wirklich gravierende Gründe dafür gibt. Solche sind jedoch bislang nicht erkennbar. Vorerst gibt es auch in stärker geschädigten Gebieten, zumindestens gilt das für Bayern, kaum Jungbestände, die in der ersten Entwicklungsphase, etwa bis zum Erreichen einer Mittelhöhe von 10 m, so starke Schäden aufweisen, daß es zu ernsthaften Ausfällen gekommen wäre. Der viel häufigere Fall ist selbst hier der Jungbestand mit halbwegs normaler Entwicklung.

Obwohl alle Ertragstafelmodelle der Fichte von wesentlich höheren Ausgangsdichten ausgehen als heute gepflanzt werden, gleichen sich doch die Baumzahlen der Tafelmodelle schon bei Erreichen einer mittleren Höhe von etwa 10 m weitgehend denen in Beständen an, die von vornherein in geringerer Dichte begründet worden sind. Sie liegen dann in allen Fällen im Bereich von 2 500 bis 3 500 Bäumen pro Hektar, und das auch ziemlich unabhängig von der Ertragsklasse. Da es in diesem Entwicklungsabschnitt bisher kaum zu immissionsbedingten Ausfällen kommt, liegen mögliche Immissionseinwirkungen im subletalen Bereich, meist bleiben sie sogar unter der Wahrnehmungsschwelle. Trotzdem ist vorstellbar, daß infolge der Immissionsbelastung nicht mehr die von Natur aus vitalsten Individuen im Konkurrenzkampf am besten abschneiden, sondern die gegen Immissionen am

widerstandsfähigsten. Wenn Vitalität und Widerstandsfähigkeit allerdings zusammenfallen, so ändert sich im Ablauf der Dinge nichts. Sind jedoch besonders wuchskräftige Individuen gleichzeitig empfindlich, so werden sie gegen solche zurückfallen, die ohne den Schadeinfluß nur geringe Chancen gehabt hätten sich durchzusetzen. Geht man jetzt einmal davon aus, daß alle Pflanzen gleich empfindlich (oder unempfindlich) wären, so ist es völlig gleichgültig, mit welcher Ausgangspflanzenzahl begonnen würde. Nimmt man dagegen an, daß 50 % der Pflanzen empfindlich wären, so würde der dichter begründete Bestand lediglich in einer früheren Entwicklungsphase als der weniger dichte ausschließlich aus widerstandsfähigen Individuen bestehen. Aber auch der mit einer Ausgangsdichte von 3 000 Pflanzen/ha begründete Bestand bestünde bereits bei einer mittleren Höhe von etwa 20 m ebenfalls nur noch aus widerstandsfähigen Bäumen. Und selbst bei einem Anteil von nur 10 bis 15 % widerstandsfähiger Individuen an der gepflanzten Population würde sich der Endbestand bei der gleichen Ausgangsdichte ausschließlich aus wenig immissionsempfindlichen Bäumen zusammensetzen. Das gilt jedenfalls dann, wenn die Durchforstungen die natürlichen Ausscheidungsprozesse unterstützen, statt ihnen entgegenzuwirken. Enthält eine Baumpopulation dagegen nur einen sehr geringen Anteil an widerstandsfähigen Individuen, dann sind diese allenfalls züchterisch von Bedeutung, reichen für waldbauliche Arbeit aber nicht mehr aus.

Wird schließlich die unterschiedliche Anfälligkeit der einzelnen Baumindividuen überhaupt erst in fortgeschrittenen Entwicklungsphasen – in unserem Beispiel also nach Erreichen einer Höhe von 10 m – wirksam, dann bestehen zwischen sehr dicht und standraumgerecht begründeten Fichtenbeständen überhaupt keine Unterschiede mehr. Auch in stammzahlreich begründeten Beständen ist die Dichte dann bereits durch waldbauliche Eingriffe auf ähnliche Größenordnungen zurückgeführt worden, wie in weniger dicht begründeten. (Mit der Tanne verhält es sich in dieser Beziehung durchaus ähnlich wie mit der Fichte, wenn auch die Schadensschwelle tiefer liegt!)

Alle Laubbaumarten und auch die Kiefer werden zur Verhinderung von Grobastigkeit auch bei den heute üblichen Ausgangsbaumzahlen von 5 000 bis 10 000 Stück/ha noch so dicht gepflanzt, daß für sie konkurrenz- oder durchforstungsbedingte Abgänge in der Größenordnung von 50 % bis 70 % bis zum Erreichen einer mittleren Bestandeshöhe von 10 m ohnehin eingeplant sind. Schon in der Jugend besonders empfindliche Individuen könnten also in sehr großer Zahl ausfallen, ohne daß deshalb die waldbauliche Zielsetzung in Gefahr geriete. Kritisch werden die Dinge auch hier erst in einem Zeitpunkt, wenn die Baumzahlen ohnehin nicht mehr von der Ausgangsdichte bestimmt werden.

Es gilt also nach allem, daß es im Hinblick auf die Immissionsituation keinen Grund gibt, von den im letzten Jahrzehnt als richtig und vorteilhaft erkannten Ausgangspflanzverbänden abzugehen. Größere Dichten würden die Entwicklungschancen der Bestände in Immissionsgebieten nicht wesentlich verbessern, wohl aber deren Anfälligkeit gegenüber Schadfaktoren wie Schnee und Sturm deutlich vergrößern.

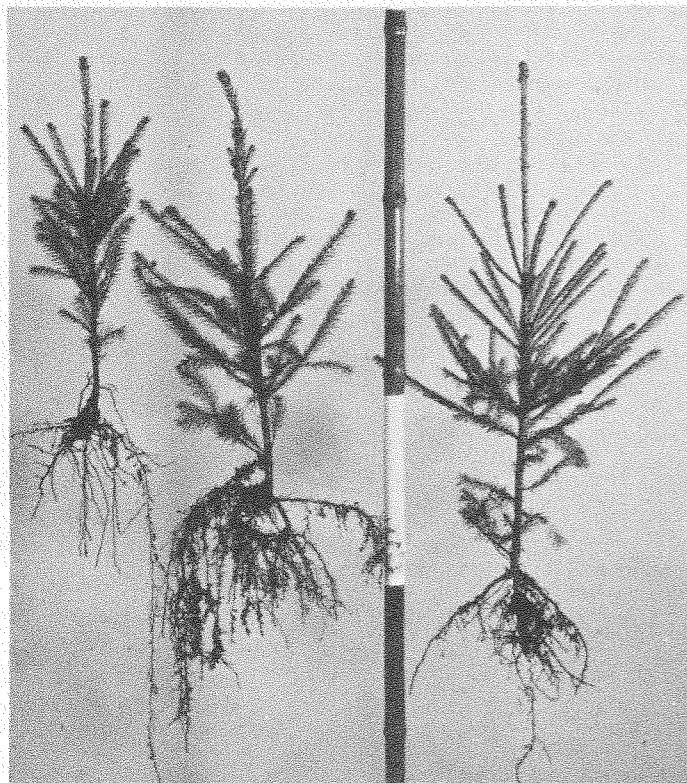
## Bestandeserziehung

Traditionelles Ziel der Bestandeserziehung ist es, stabile und funktionsgerechte Bestände zu schaffen, die zu einer hohen Wertholzproduktion befähigt sind. Lütterung und Durchforstung sind die waldbaulichen Hilfsmittel dafür. Angesichts der neuartigen Waldgefährdung muß gefragt werden, ob es Gründe dafür gibt, von der bisher gebräuchlichen Handhabung dieser Hilfsmittel abzugehen. Solche Gründe könnten die folgenden sein:

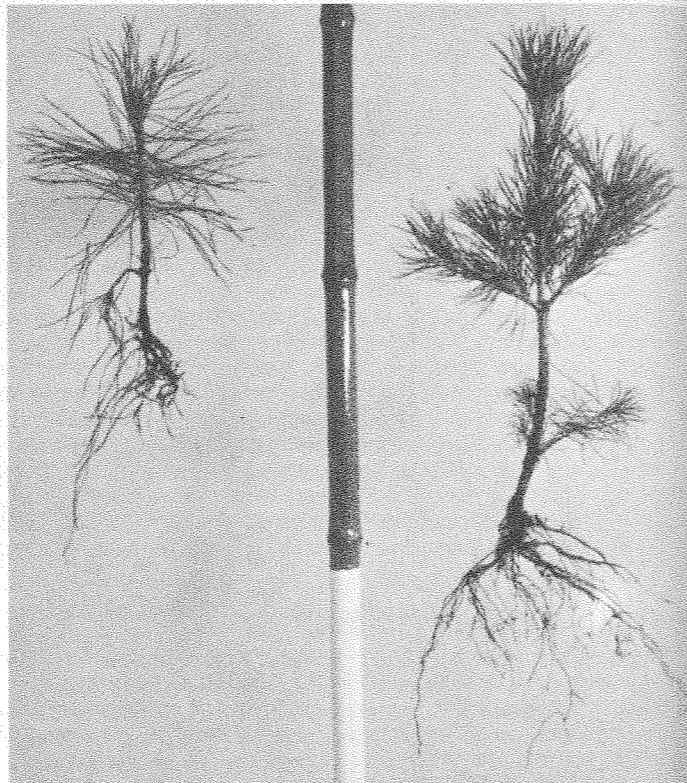
- Es gibt in erheblichem Umfang Beobachtungen und Befunde, die zeigen, daß Waldränder – Innen- wie Außenränder – besonders stark unter Luftverunreinigungen leiden (z. B. 45).
- Hohe Waldbestände, besonders wenn sie auch noch eine rauhe Oberfläche besitzen, werden stärker beeinträchtigt als solche, die dem Luftstrom weniger Widerstand entgegensetzen (13, 25, 45).

Wenn dazu in Erinnerung zurückgerufen wird, daß junge Bestände bisher im allgemeinen weniger stark gefährdet sind als ältere, und daß Laubholz widerstandsfähiger ist als Nadelholz, so lassen sich aus diesen Befunden waldbauliche Schlüsse herleiten.





**Fichte (*Picea abies*)**  
2+2 25/50; 2+2 30/60; 2+2 40/70



**Kiefer (*Pinus silvestris*)**  
1+1; 1+2

### Qualitätspflanzen aus Forstbaumschulen

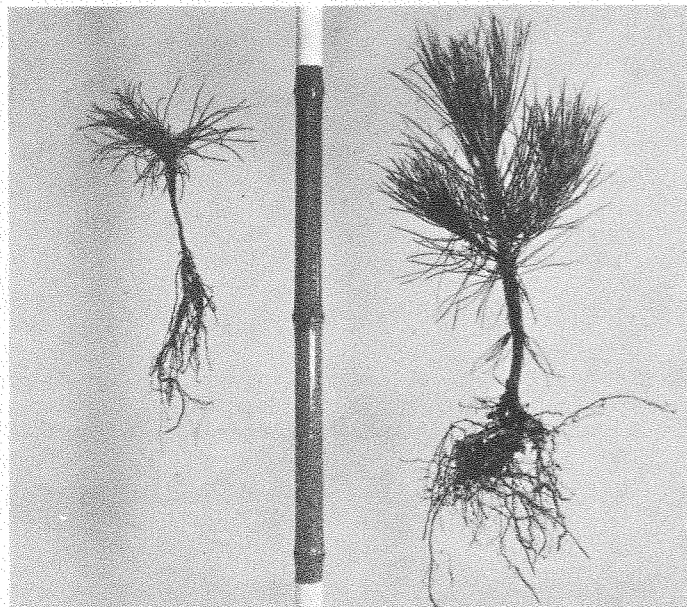
Die Abbildungen zeigen richtig erzogene Forstpflanzen, die nach Größe, Stammchenstärke sowie Kronen- und Wurzelbildung von guter Qualität sind und bei sachgemäßer Pflanzung ein sofortiges Anwachsen erwarten lassen.

Die Zahlenformeln geben das jeweilige Pflanzensortiment an:

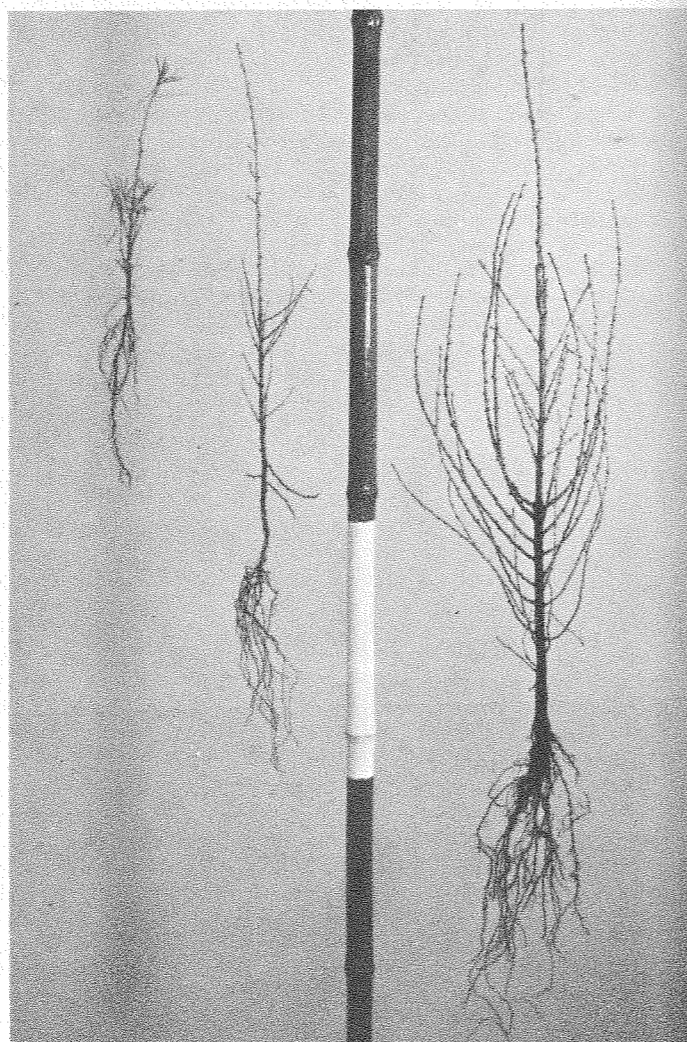
Die erste Zahl (z. B. 2) gibt die Jahre von der Aussaat bis zur Verschulung an.

Die zweite Zahl (+2) gibt die Jahre an, wie lange die Pflanze im Verschulbeet stand.

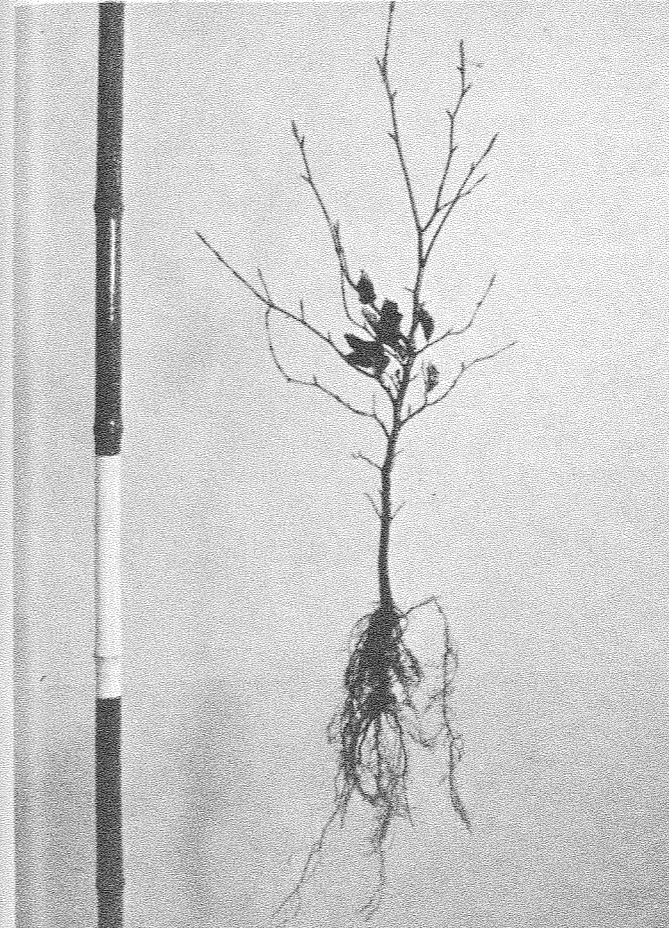
Die dritte Zahl (25/50) gibt die Größenspanne der Pflanzen eines Sortiments an.



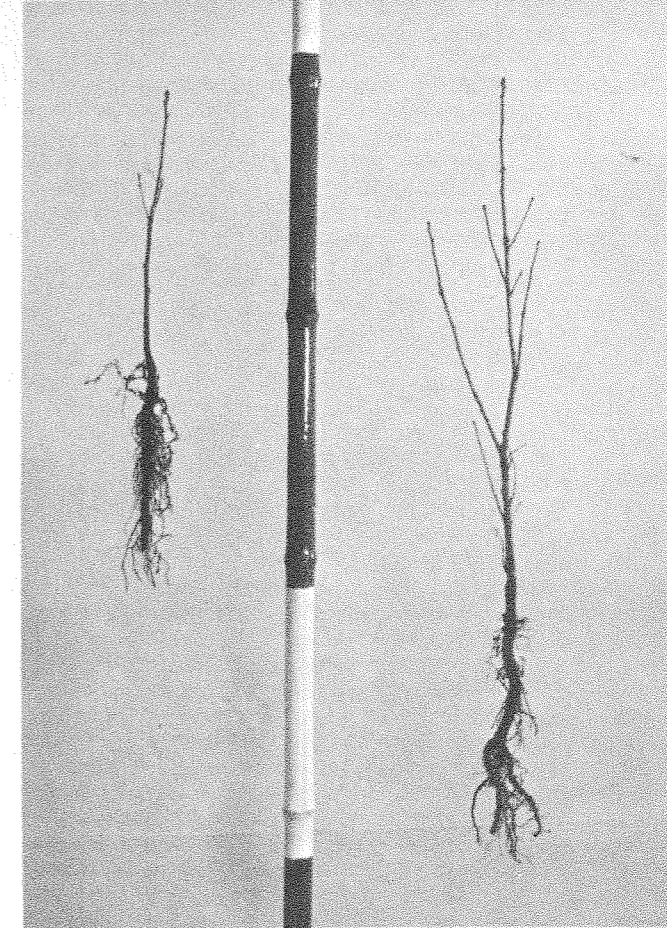
**Schwarzkiefer (*Pinus nigra*)**  
1+1; 1+2



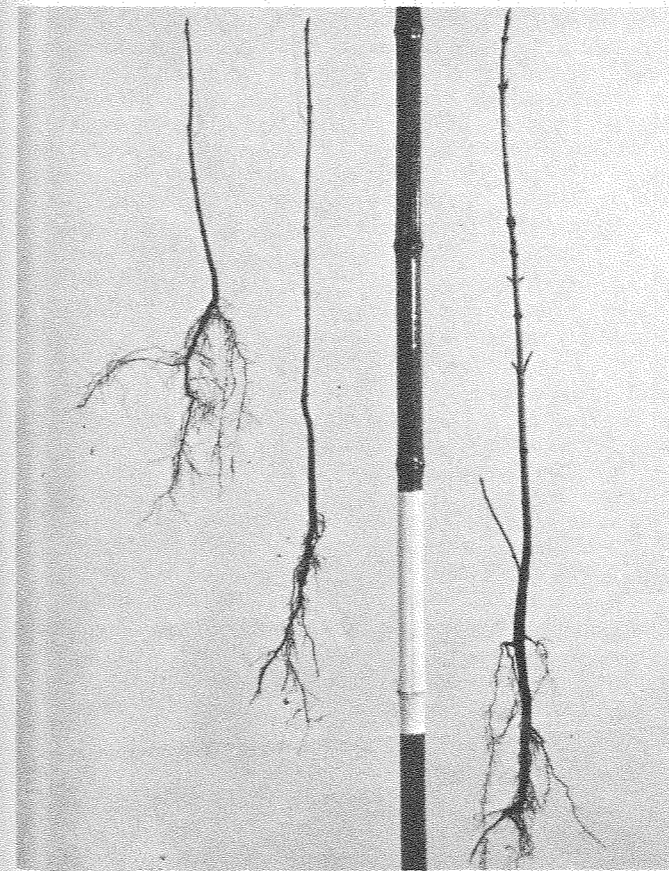
**Europäische Lärche (*Larix decidua*)**  
(v. l.) 1+0 1/20; 2+0 25/50; 1+1 30/60



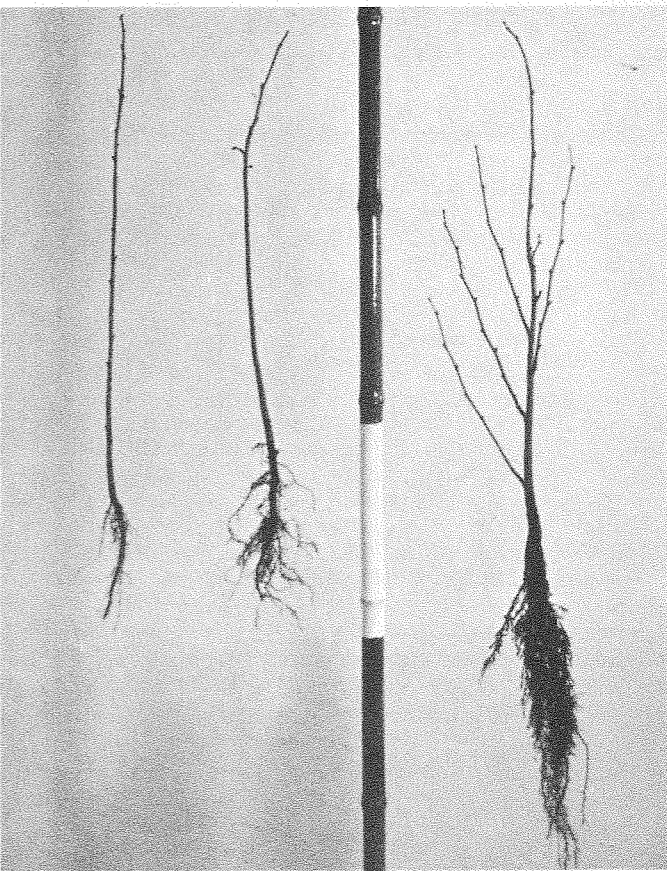
**Buche (*Fagus silvatica*)**  
1+2 50/80



**Stieleiche (*Quercus robur*)**  
1+0 20/40 (li.); 2+0 30/50



**Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)**  
(v. l.) 1+0 20/40; 1+0 40/60; 1+1 40/60



**Winterlinde (*Tilia cordata*)**  
(v. l.) 1+0; 2+0; 1+1 30/50



## Waldränder

Werden Waldränder im Verlauf von Verjüngungsprozessen zusammen mit dem dahinterliegenden Bestand neu begründet, so können laubholzreiche, allmählich ansteigende Randstreifen von 50 und mehr Meter Tiefe geschaffen werden. Sie bekommen dann die aerodynamisch günstigste Form den anströmenden Luftmassen gegenüber, bestünden aus den widerstandsfähigeren Baumarten und besäßen infolgedessen das denkbar höchste Maß an Härte gegenüber Luftverunreinigungen. Erfahrungen in dieser Beziehung liegen jedoch bisher keineswegs vor, es handelt sich also um eine eher theoretische Überlegung.

Viel häufiger ist der Fall, daß Ränder von Beständen betroffen sind, die noch Jahrzehnte gehalten werden müssen. Obwohl es auch zu diesem Problem keineswegs genügend praktische Erfahrungen gibt, die eine Aussage fundieren könnten, scheint es in seinen waldbaulichen Weiterungen vergleichbar mit Schäden durch Rindenbrand zu sein. Es gilt also vor allem, die geschädigten Randbäume unbedingt so lange zu halten, bis sie unmittelbar vor dem Eingehen stehen. Zuwachsverluste müssen hingenommen werden, da die Gefahr besteht, daß nach dem Hieb des Baumes der Schadeinfluß die anschließenden Nachbarbäume verstärkt erfaßt und die Auflösung des Bestandesrandes dadurch weitergeht. Empfindliche Baumarten und entsprechende Expositionen vorausgesetzt, kommt dann auch die Gefahr des Sonnenbrandes an den nicht mehr betrauten Stämmen hinzu. Sind bereits ernsthafte Einbrüche an Waldrändern entstanden – häufig deshalb, weil zum auslösenden Faktor Luftschadstoff der Sturm hinzugekommen ist –, so kann nur die Pflanzung von Pionierbaumarten wie Birke, Aspe und Vogelbeere (Weide) zu einem schnellen Verstopfen der Gefahrenstelle führen, wobei der Begriff „schnell“ im forstlichen Sinne zu verstehen ist, was mindestens zwei Jahrzehnte bedeutet. Eine endgültige Beseitigung des Randschadens wird aber auch unter diesen Bedingungen erst möglich, wenn der hinterliegende Bestand genutzt wird. Dann aber sollte der Randgestaltung viel mehr Sorgfalt gewidmet werden, als das bisher gemeinhin der Fall ist, und immer sind geeignete Elemente des gegenwärtigen Randes, wenn sie erhalten werden können, für den Einbau in den neu zu gestaltenden zu konservieren.

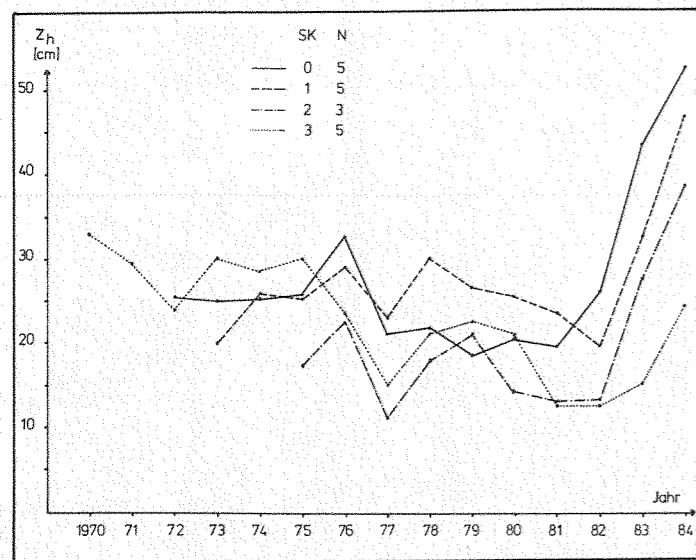


Abb. 1: Höhenentwicklung unterschiedlich stark geschädigter Fichten in einer Fichtendickung des Forstamtes Zwiesel, Höhe 600 m ü. NN. Kein Altholzschirm. SK = Schadklasse, N = Anzahl der Bäume, an denen die Höhenentwicklung verfolgt wurde.

Auf der gesamten Aufnahmefläche von 0,425 ha wurden 157 vorherrschende, systematisch verteilte Bäume auf ihren Gesundheitszustand angesprochen. Davon gehörten an den Schadstufen 0 = 48 %; 1 = 37 %; 2 = 12 %; 3 = 3 %; 4 = 0 %. Die Mittelhöhe der vorherrschenden Bäume betrug 479 cm ( $\pm 38$  %) (32).

## Läuterung

Läuterungen in Dickungen und angehenden Stangenhölzern sind dann unumgänglich,

- wenn die Verjüngung zu dicht begründet wurde oder angekommen ist,
- wenn die Mischbaumarten so wenig artgemäß eingebracht worden sind, daß sie von der Hauptbaumart verdrängt werden oder auch umgekehrt diese verdrängen,
- wenn Pionierbaumarten wie Birken oder Weiden sich zu sehr ausbreiten.

Durch entsprechendes sorgfältige Bestandesbegründung kann die Läuterung entweder ganz vermieden oder doch auf ein geringes Maß beschränkt werden. Viele der heutigen Jungbestände weisen jedoch Gebrechen der genannten Art auf und müssen daher geläutert werden. Die Läuterung ist dann sogar die letzte Möglichkeit, zielgerechte, d. h. vor allem stabile Bestände aufzubauen. Mit allen später erfolgenden Eingriffen sind dagegen nur mehr Teilkorrekturen einer unbefriedigenden Ausgangslage möglich.

Läuterungseingriffe müssen oft mit erheblicher Stärke geführt werden, soll der Zweck des Eingriffs, z. B. eine Reduktion der Baumzahl, erreicht werden. Dies hat immer zur Folge, daß es zu einer starken Aufräumung der Bestandesoberfläche und damit zu einer verstärkten Exposition der verbleibenden Bäume gegenüber Schadeinflüssen kommt. Bislang sind jedoch die weitaus meisten Dickungen von sichtbaren Schädigungen verschont geblieben – und dies auch dort, wo benachbarte ältere Bestände deutliche Schadsymptome zeigen. Solche Dickungen können durchweg nach den bisher gültigen Regeln auch mit stärkeren Eingriffen geläutert werden.

Zum Zustand von Dickungen mit deutlichen Schadsymptomen gibt es bisher nur wenige Untersuchungen. Nach den – noch nicht vollständig ausgewerteten – Aufnahmen des Münchener Waldbau-Lehrstuhls in geschädigten Fichtendickungen des Fichtelgebirges und Bayerischen Waldes zeichnet sich immerhin folgendes ab (s. Abb. 1 und 2):

- Unter- und zwischenständige Bestandeglieder aus den meist stammzahlreichen Dickungen sind deutlich weniger geschädigt

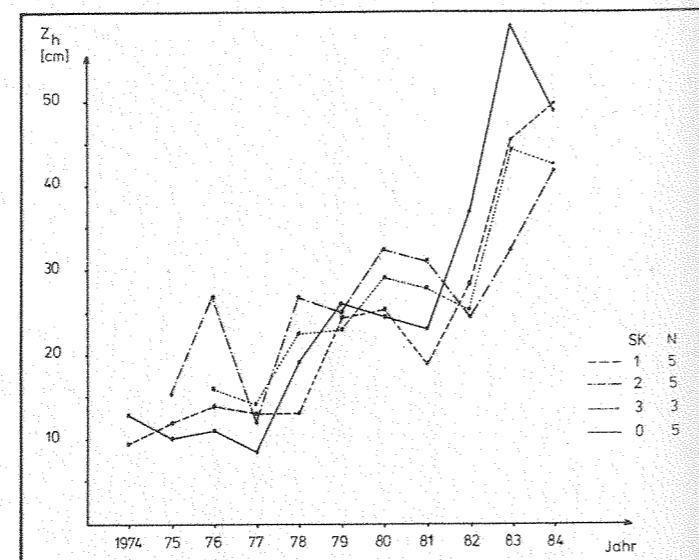


Abb. 2: Höhenentwicklung unterschiedlich stark geschädigter Fichten in einer Fichtendickung des Forstamtes Wunsiedel, Höhe 850 bis 900 m ü. NN. Locker bis lichter Altholzschirm, durch neuartige Waldschäden und Schneebruch gezeichnet. SK = Schadklasse, N = Anzahl der Bäume, an denen die Höhenentwicklung verfolgt wurde.

Auf der gesamten Aufnahmefläche von 0,85 ha wurden 136 vorherrschende, systematisch verteilte Bäume auf ihren Gesundheitszustand angesprochen. Davon gehörten an den Schadstufen 0 = 42 %; 1 = 36 %; 2 = 15 %; 3 = 7 %; 4 = 0 %. Die Mittelhöhe der vorherrschenden Bäume betrug 308 cm ( $\pm 37$  %) (32).

als herrschende und vorherrschende (dieser Befund steht im Gegensatz zu Beobachtungen in der CSSR [49]).

- Die Höhenzuwächse herrschender und vorherrschender Bäume verschiedenen Schädigungsgrades unterscheiden sich in den meisten der untersuchten Bestände nicht auf waldbaulich bedeutsame Weise.

Für solche geschädigten Jungbestände, deren Zahl nicht sehr groß ist, existieren bisher keine auf Erfahrung basierenden Lösungskonzepte. Die Verfasser neigen hier jedoch erneut zu der im Zusammenhang mit der Bestandesbegründung bereits geäußerten Überlegung:

- Überdichte muß auch in geschädigten Beständen einfach deshalb beseitigt werden, weil sonst die Gefahr von Schneebrüchen übergroß wird. Bleiben im Dickungsstadium etwa 2 500 Fichten pro Hektar oder doppelt bis dreifach so große Dichten an Laubholz übrig, so ist damit auch ein ausreichend großes Selektionspotential sowohl im Hinblick auf Widerstandsfähigkeit gegenüber Waldschäden, als auch für waldbauliche Zwecke gegeben (s. Pflanzverbände).
- Zur Bewahrung und Lenkung plangerechter Mischungen sind Läuterungseingriffe oft unentbehrlich, sie müssen deshalb auch in Waldschadensflächen mit besonderer Sorgfalt in dieser Hinsicht ausgeführt werden. Dabei kann den Baumarten, die weniger anfällig erscheinen, ein größerer Anteil eingeräumt werden, als ursprünglich vielleicht beabsichtigt war.
- Grundsätzlich gilt für alle Arten von Läuterungsmaßnahmen, ganz besonders aber für solche in Waldschadensgebieten, daß sie mit der Anlage von Pflegegassen beginnen müssen. Deren Planung und Markierung im Gelände muß von einem ausgebildeten Forstmann gemacht werden. Das gilt auch für die Auszeichnung der eigentlichen Läuterungseingriffe in allen schwierigen, z. B. gestuften oder gemischten Beständen.

## Durchforstung

Durchforstungen verändern die Oberfläche von Waldbeständen noch mehr als Läuterungen. Über längere Zeitabschnitte werden die Kronen der verbleibenden Bäume dem Licht und den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt. Dies bringt für die herausgearbeiteten Stämme – überwiegend sind es die vitalsten eines Bestandes – eine wesentliche Verbesserung ihrer Lebensbedingungen mit sich, so daß sie in der Lage sind, den mit der Entnahme der Durchforstungsstämme entstehenden Produktionsausfall durch Mehrleistung auszugleichen. Diese Grundvoraussetzung für waldbauliche Bestandeseziehung wird verändert und möglicherweise sogar außer Kraft gesetzt, wenn die Lebens- und Produktionsbedingungen für die geförderten Bäume nicht mehr verbessert, sondern als Folge von Schadstoffeinfluß verschlechtert werden. In dieser Situation gilt es zu überlegen, welche Konsequenzen sich daraus für die Durchforstung ergeben. Dabei sind wieder einige Voraussetzungen zu beachten:

- Die Waldschäden werden mit wachsendem Alter immer stärker. Sprünge in der Zunahme der Schäden, vor allem an Fichte und Kiefer, sind von der zweiten zur dritten und von der dritten zur vierten Altersklasse besonders deutlich (6).
- Sieht man von der Tanne ab, so überwiegt der Anteil der gesunden Bäume bis zum Alter 40. Kranke und sehr kranke Individuen – Tanne wieder aus der Betrachtung gelassen – kommen mit mehr als 50 % der Fläche nur bei der Fichte in den Altersklassen über 80 Jahren vor. Von allen anderen Baumarten werden derart hohe Werte nicht erreicht (6). Es gibt allerdings auch Ausnahmen von dieser Regel, wie PREUHSLEER an einem nur 40jährigen, schwer geschädigten Bestand auf entwässertem Hochmoor zeigen konnte (39).
- Die entscheidende Phase, in der Nadelholzbestände im Hinblick auf ihre Stabilität geformt werden können, liegt in der ersten Hälfte ihres Bestandeslebens. Hier sind Erziehungseingriffe am wirksamsten und am dringlichsten, wie FRANZ für die Kiefer (12) und BURSCHEL für die Fichte (10) herausgestellt haben.
- Alle Laubhölzer werden bis zu einer Baumhöhe von etwa 15 bis 20 m zur Sicherung der Astreinigung verhältnismäßig dicht, d. h. stammzahlreich gehalten, und dann einer Auslesedurchforstung zur Herausarbeitung der waldbaulich besten Bäume unterworfen.
- Etliche der modernen Erziehungskonzepte für Nadel- und Laubholzbestände sehen in den letzten Jahrzehnten der

Umtriebszeit Hiabsruhe vor. Einer der Gründe dafür ist die Vermeidung von Aufräumungen der Bestandesoberfläche wegen der damit verbundenen Erhöhung der Sturmgefahr.

- Nur ganz wenige der derzeit existierenden Waldbestände sind nach den beschriebenen Konzepten erzogen worden. Der Aufbau des überwiegenden Teils der älteren Bestände, also derjenigen, in denen die Schäden bisher am stärksten aufgetreten sind, ist vielmehr das Ergebnis von eher mäßig geführten Niederdurchforstungseingriffen. Das gilt nicht nur für Nadelholzbestände, sondern auch für sehr viele Laubholzbestände. Die jüngeren Durchforstungsbestände sind, gemessen an neueren Konzepten, meist zu dicht begründet und dann viel zu lange sich selbst überlassen worden. Dadurch wächst hier großflächig eine Generation von überdichten Beständen heran, deren Instabilität gegenüber Schnee und Sturm durch jeden Erziehungseingriff zunächst einmal weiter erhöht wird. Diese Bestände, die ohnehin eine schlechte Ausgangslage haben, werden nun durch Waldschäden zusätzlich belastet.

Aufgrund vorstehender Ausführungen erscheint es als sinnvoll, Überlegungen zum Thema Durchforstung von geschädigten Wäldern getrennt anzustellen für junge Bestände, in denen Auslesedurchforstungen noch möglich sind, und für solche, die bereits eine so große Höhe erreicht haben, daß sie waldbaulich nur noch bedingt formbar sind.

## Jüngere Bestände

Unerwünschte Individuen und Überdichte müssen ohne Rücksicht auf die Immissionsgefährdung in allen Beständen beseitigt werden, in denen das während der Läuterungsphase versäumt worden ist. Ein Verzicht darauf würde die Bestandesstabilität gegenüber den „konventionellen“ Gefahren erheblich herabsetzen und die zukünftige Wertleistung beeinträchtigen, ohne die Situation Immissionseinflüssen gegenüber zu verbessern. Dies gilt für Nadel- wie für Laubholz.

Wird in der Folge für Nadelhölzer ein Niederdurchforstungskonzept angestrebt, so ist unbedingt eine gestaffelte Eingriffsfolge zu wählen, mit starken Eingriffen in der ersten Hälfte des Umtriebs. Die Entnahmen sollten dabei nicht unter den Werten liegen, wie sie die Tafeln der gestaffelten Durchforstungen von WIEDEMANN, 1943, und ASSMANN, FRANZ, 1961, für Fichte vorsehen. Für die Kiefer kann die Tafel „starke Durchforstung“ von Wiedemann, 1943, zumindest einen Anhalt für die frühen Durchforstungseingriffe bieten.

Wird dagegen ein Auslesedurchforstungskonzept verfolgt, so besteht die Möglichkeit, mit einer bemessenen Anzahl von sog. Z-Bäumen zu arbeiten, die in einem relativ frühen Bestandessalter, etwa bei Oberhöhen von 12 bis 15 m, ausgewählt werden. Dies bietet sich immer dann an, wenn Bestände zur Astung vorgesehen werden. Auf die Astung sollte im Hinblick auf Wertholzproduktion auch in der derzeitigen Schadenssituation nicht verzichtet werden. Sie ist überall dort angebracht, wo jüngere Bestände noch keine deutlichen Schadsymptome aufweisen und keine anderen Ausschließungsgründe, wie z. B. bei der Fichte die Gefahr des Schädlings durch Rotwild, vorliegen.

Wird nicht geastet, dann können Auslesedurchforstungen jedoch auch ohne Fixierung der Z-Bäume ausgeführt werden. Mit freien hochdurchforstungsartigen Eingriffen werden in diesem Fall alle guten Bestandeselemente der herrschenden Schicht gefördert. Es wird dann allerdings später immer wieder nötig werden, auch früher einmal geförderte Individuen zu entnehmen. In Gebieten, in denen schon jetzt stärkere Schäden vorkommen, ist diese zweite Art des Vorgehens wahrscheinlich die vorteilhaftere.

Auf dem weitaus größten Teil der Waldfläche ist der Waldbauer dagegen immer noch frei, wenn er sich für die Auslesedurchforstung entscheidet, die erste oder zweite Art des Vorgehens zu wählen. Wie immer er sich entscheidet, wichtig ist, daß er das einmal gewählte Konzept konsequent beibehält. Denn nur so ist sichergestellt, daß der Bestand das Maß an Stabilität bekommt, das mit allen drei Vorgehensweisen erreichbar ist.

Der Durchforstungsansatz für alle Laubhölzer unterscheidet sich in zweierlei Hinsicht von dem der Nadelhölzer: Zum einen werden grundsätzlich Auslesedurchforstungskonzepte und keine Niederdurchforstungskonzepte verfolgt, und zum anderen müssen Laubholzbestände eine längere Dichtschlußphase als Nadelholzbestände durchlaufen. Erst wenn sich eine astreine Schaftlänge zwischen 8 und 12 m herausgebildet hat – die herrschen-





Beispiele mit Laub- und Nadelbaumarten unterbauter Waldbestände.

den Bäume haben dann Höhen zwischen 15 und 20 m –, beginnt in Laubholzbeständen die Auslesedurchforstung zur Förderung der besten Bäume. Sie wird meistens so stark geführt, daß die geförderten Bäume – seien sie ausgewählt und markiert oder frei herausgearbeitet – innerhalb von zwei bis drei Jahrzehnten den Bestand beherrschen. Auch an diesem Grundsatz zur Erziehung von Laubholzbeständen darf sich so lange nichts ändern, wie die jungen Laubholzbestände noch wenig geschädigt erscheinen und damit gerechnet werden kann, daß die Umweltbelastung in wenigen Jahrzehnten abgebaut wird.

Alle Durchforstungseingriffe in jungen Laub- und Nadelholzbeständen können in Form von wenigen, aber starken Hieben ausgeführt werden. Das gleiche Ziel wird jedoch auch erreicht, wenn die Zahl der Hiebe erhöht, jeder einzelne aber mit geringer

Stärke geführt wird. Die erste Art des Vorgehens wird vielfach im Zuge der neueren Durchforstungskonzepte ausgeführt. Es kommt jedoch dann zu besonders starken Bestandaufrauhungen und zu einer länger andauernden Exposition der geförderten Bäume. Außerdem wächst die mit jedem Eingriff verbundene Destabilisierung mit dessen Stärke.

Eine Konsequenz aus der Erkenntnis, daß Aufrauhung die Gefahr von Schädigungen erhöht, muß daher die Forderung sein, Eingriffe auch in jungen Beständen immer nur in mäßiger Stärke auszuführen. Im Falle des Durchforstungskonzeptes von ABETZ (5) bedeutet das z. B., statt mit 3 oder gar 4 m Oberhöhenintervallen zur Bestimmung der Hiebswiederkehr mit 2-m-Intervallen zu arbeiten und statt der gleichzeitigen Entnahme von mehreren Bedrängern zur Förderung eines Z-Baumes nur einen zu entneh-



Eine Hoffnung auf Erneuerung eines geschädigten Waldbestandes.

men und die anderen für spätere Eingriffe in verhältnismäßig schneller Folge zu belassen. Werden freie Durchforstungen geführt oder wird im Anhalt an eines der Niederdurchforstungsmodelle vorgegangen, so kann die Formung des Bestandes mit Eingriffen geringerer Stärke und in einer Hiebfolge von weniger als fünf Jahren sicher und schonend erreicht werden (dazu auch 39). Der mit dieser Art des Vorgehens verbundene Mehraufwand für das Auszeichnen ist nach den im Forstbetrieb der Universität München gemachten Erfahrungen nicht sehr groß, da diese Aktivität in einmal aufgeschlossenen und durchforsteten Beständen keine große Mühe bereitet. Der erste Eingriff bleibt dagegen immer mühsam, gleichgültig, ob er stark oder mäßig geführt wird. Das gilt ganz besonders dort, wo versäumt wurde, im Wege der Läuterung Infrastruktur zu schaffen und Überdichte zu beseitigen.

#### Ältere Bestände

Den Statistiken ist zu entnehmen: je älter und höher der Bestand und je stärker die Kronenaufrauhung, desto größer die Gefährdung durch Sturm und Immission. Daraus ergeben sich für das Arbeiten in älteren Beständen klare Konsequenzen:

- Die meisten der neueren Durchforstungskonzepte sehen ein Nachlassen der Durchforstungsintensität in der zweiten Hälfte der Umtriebszeit und eine vollständige Hiebsruhe in den letzten Jahrzehnten vor. Genau diese Art des Vorgehens wäre im Hinblick auf die gegenwärtige Schadenssituation ideal. Es gibt allerdings derzeit noch keine älteren Bestände, die nach derartigen Konzepten behandelt worden wären. Wenn sie hier trotzdem erwähnt werden, so deshalb, um noch einmal die Bedeu-



tung dieser Arbeitsansätze für die jüngeren Bestände zu unterstreichen (1, 3, 18, 20).

- In den weitaus meisten Altbeständen sind deshalb Eingriffe erforderlich – übrigens auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen. Ältere und somit hohe Bestände dürfen jedoch unter keinen Umständen stark durchforstet werden, weil die ohnehin große Sturmgefährdung dadurch verstärkt wird. Das gilt für alle Baumarten.
- Dieses grundsätzliche Postulat bekommt dadurch noch zusätzliches Gewicht, daß der Großteil der älteren Bestände stammzahlreich begründet und anschließend meist sehr dicht, günstigenfalls im Anhalt an mäßige Durchforstungsgrade, erzogen wurde und daher wenig stabil ist. Jeder Eingriff erhöht diese nicht mehr heilbare Instabilität und jeder starke Eingriff muß als waldbaulicher Kunstfehler betrachtet werden. Die im letzten Jahrzehnt hautiger gewordene Praxis, auch ältere Bestände mit

starken Hieben zu durchforsten, verdient diese Kritik. Sie ist oft aus einem Mißverstehen neuerer Durchforstungskonzepte entstanden, die starke Eingriffe jedoch nur in frühen Entwicklungsphasen der Bestände vorsehen, wie oben gezeigt wurde.

- Mäßige bis schwache Eingriffe in ältere Bestände, wie sie aus rein waldbaulichen Gesichtspunkten gefordert werden müssen, verursachen die geringsten Bestandaufrauungen. Deshalb ist ein solches behutsames Vorgehen auch im Hinblick auf die Belastungen durch Immissionen am vorteilhaftesten.

### Düngung

Ohne den jahrtausendelangen Einfluß des Menschen auf die Vegetation des mitteleuropäischen Raumes befänden sich die Böden, die heute mit Wald bestockt sind, in einem optimalen Zustand (29, 51, 53). Biomasseentzug durch Waldweide, Streunutzung und Überhiebe haben diesen Zustand jedoch großflächig

verschlechtert. Mit dem Aufkommen einer nachhaltigen Forstwirtschaft verbesserte er sich zwar vielerorts ganz wesentlich, doch darf nicht übersehen werden, daß dort, wo Kiefern und Fichten auf degradierten Laubholzstandorten angebaut wurden, das Problem der Bodenversauerung bei stockend vor sich gehendem Streuabbau oft noch verstärkt wurde. Zweck waldbaulicher Maßnahmen, wie der Schaffung von Mischbeständen und der mineralischen Düngung, war es bisher denn auch vor allem, die Erholung der Böden von früherer Mißnutzung zu beschleunigen und den negativen Auswirkungen der Nadelholzwirtschaft entgegenzuwirken. Als Ziel hat der Forstwirtschaft dabei durchaus vorgeschwebt, ursprüngliche optimale Bodenzustände und damit maximale Stabilität für das genutzte Ökosystem Wald allmählich wiederherzustellen und dann unabhängig von weiterer Düngung zu werden. Für viele Standorte war ein solches Ziel sicher nicht besonders wirklichkeitsfern.

Mit den jetzt zutagetretenden Auswirkungen von Säure- und Schadstoffimmissionen auf die Bodenprozesse und gleichzeitig auf die Ernährung der Bäume, bekommt die Düngung ein neues Gewicht. Sie muß jetzt vor allem daraufhin betrachtet werden, ob sie

- die sauren Einträge neutralisieren,
- die Versauerungsprozesse im Boden stoppen oder abmildern und
- die Vitalität der geschädigten Bäume und damit deren Zuwachskraft wieder herstellen kann.

Der gegenwärtige Stand der Kenntnisse zu diesem Fragenkomplex kann der nebenstehenden Übersicht entnommen werden.

Es ergeben sich danach die folgenden Befunde:

- In Fällen schwerer und direkter Immissionsbelastung haben sich vor allem Stickstoff- und Kaligaben zur Steigerung der Widerstandsfähigkeit von Bäumen gegenüber  $SO_2$  bewährt.
- Auf vielen Standorten kommt es unter Immissionseinfluß zu Magnesium- oder auch Kalimangel, die sich nadelanalytisch nachweisen lassen oder auch zu sichtbaren Mangelsymptomen führen. Gezielte Gaben der unzureichend verfügbaren Nährelemente haben, wenn auch nicht durchgehend, zu einer positiven Reaktion der Bestockung geführt.
- Kalk- und Phosphatdüngungen, wie sie in der waldbaulichen Praxis seit langem üblich sind, haben zwar geringfügige Verbesserungen der Schadenssituation bewirkt, sie sind jedoch nicht so ausgeprägt, daß dadurch großflächige Maßnahmen gerechtfertigt erscheinen.
- Auf Flächen alter Düngungsversuche mit Kalk, Phosphor und Stickstoff konnte eine zumindest zeitweise Abschwächung der Baumschäden nachgewiesen werden.
- Kalkung mit magnesiumhaltigen Kalken (und vielfach zusätzliche Gabe von Phosphat) wird zumindest in Norddeutschland (14, 15) zur Kompensation des Säureeintrags empfohlen. Diese Kompensationsdüngung wird durch Ausblasen von 2 000 kg/ha CaO vorgenommen und hat eine Wirksamkeit von ein bis zwei Jahrzehnten. Soll der ganze Bodenkörper melioriert werden, so müssen vor der Kultur bis 5 000 kg/ha CaO (+ Phosphat) mit Hilfe entsprechenden Geräts tief in den Mineralboden eingearbeitet werden, was nur auf befahrbaren Kahlfächen möglich ist.
- Gegen großflächiges massives Kalken von Waldbeständen besonders in Verbindung mit tiefer Einarbeitung bestehen jedoch erhebliche ökologische Vorbehalte, nicht zuletzt wegen der damit möglicherweise verbundenen Gewässerbelastung mit Nitraten.

Wegen der hohen Spezialisierung des Kenntnisstandes auf dem Gebiet der Düngung und der Uneinheitlichkeit der experimentellen Befunde kann die Entscheidung für oder gegen solche Maßnahmen nicht länger mehr dem waldbaulichen Praktiker überlassen werden und auch der akademische Waldbau wäre damit überfordert. Im Hinblick auf die drängenden Schadensprobleme, aber auch im Hinblick auf die anlaufende staatliche Subventionierung der forstlichen Düngung und das nicht unbedenkliche Einbringen landwirtschaftlicher Denkansätze in den forstlichen Bereich (19, 42) wird es daher unumgänglich, daß die forstlichen Düngungsspezialisten und Bodenkundler in absehbarer Zeit klare Düngungskonzepte entwickeln. Diese müssen dem Umstand Rechnung tragen, daß die wichtigsten Baumarten des Wirtschaftswaldes langlebige Wildpflanzen mit einer erstaunlichen Breite der

Anpassung an unterschiedliche standörtliche Voraussetzungen z. B. hinsichtlich des Versauerungsgrades der Böden und ihrer Trophie sind. Und sie müssen berücksichtigen, daß es Ziel jeder praktischen Meliorationsmaßnahme bleiben muß, die Eigenarten des Waldbodens so weitgehend wie nur irgend möglich zu erhalten. Der Ackerbau kann hier nicht als Vorbild dienen. Die Düngungskonzepte müssen außerdem von einer solchen Art sein, daß auch kleinere, nicht staatliche Forstbetriebe damit arbeiten können. Es wäre möglicherweise besser, einige Jahre mit dem Beginn systematischer, standortsangepaßter Meliorationsmaßnahmen zu warten – wenn sie denn nötig erscheinen –, als bei nicht tragfähigem Wissensstand damit zu beginnen. Anzustreben wäre in jedem Fall ein bundesweit gültiger Konsens über die aussichtsreichste Form des Vorgehens, niedergelegt in Arbeitsempfehlungen nach Standortgruppen und einfach zu bestimmenden Zustandskriterien der zu meliorierenden Bestände. Solche Richtlinien müßten dann auch die Basis bilden für die Gewährung von Düngungsbeihilfen.

### Literaturhinweise

- 1) ABETZ, P., 1975: Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. AFZ, 666–7.
- 2) ALDINGER, E., 1983: Gesundheitszustand von Nadelholzbeständen auf gedüngten und ungedüngten Standorten in Buntsandstein – Schwarzwald. AFZ, 794–6.
- 3) ALTHERR, E., 1971: Wege zur Buchenstarkholzproduktion. Festschrift zur 15. Hauptversammlung des Baden-Württembergischen Forstvereins und 100-Jahr-Feier der Baden-Württembergischen Forstlichen Versuchsanstalt, 123–7.
- 4) ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR FORSTGENETIK UND FORSTPFLANZENZÜCHTUNG, 1984: Resolution zu neuartigen Waldschäden (Forstliches Erbgut in Gefahr). AFZ, 1261.
- 5) BADEN-WÜRTTEMBERG. FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT, 1975: Entscheidungshilfen für die Durchforstung von Fichtenbeständen. Merkblatt 7 + 2 S.
- 6) BAYERISCHE FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT, 1984: Zusammenstellung der Befunde zu den Waldschadensinventuren 1983 und 1984. Unveröffentlicht.
- 7) BORCHERS, K., SCHMIDT, K., 1973: Nachweis der Herkunft für die derzeitigen Kiefern-Vorkommen im nördlichen Niedersachsen. Aus dem Walde, Bd. 21, 427 S.
- 8) BOSCH, C., PFANNKUCH, E., BAUM, U., REHFUESS, K. E., 1983: Über die Erkrankung der Fichte (*Picea abies* Karst.) in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. FWC, 167–81.
- 9) BRAUN, G., 1984: Die Ursachen des Waldsterbens – ein Indizienbeweis mit Schlußfolgerungen. Holz-Zentralblatt, 865–77.
- 10) BURSCHEL, P., 1981: Neue Erziehungskonzepte für Fichtenbestände. AFZ, 1386–95.
- 11) EVERS, F. H., 1984: Welche Erfahrungen liegen bei Kalium- und Magnesiumdüngungsversuchen auf verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg vor. AFZ, 767–9.
- 12) FRANZ, F., 1983: Zur Behandlung und Wuchsleistung der Kiefer. FWCB, 18–36.
- 13) FRANZ, F., 1983: Zur Erfassung schadenstypischer Struktur- und Leistungsmerkmale geschädigter Bäume und Waldbestände – einige methodische Überlegungen. Bericht Jahrestagung Sektion Ertragskunde Deutscher Verband Forstl. Forschungsanst., 29 S.
- 14) GUSSONE, H. A., 1984 a: Welche neueren Versuchsergebnisse liegen bei der Kalkdüngung in Norddeutschland vor. AFZ, 779–80.
- 15) GUSSONE, H. A., 1984 b: Empfehlungen zur Kompensationsdüngung. F. u. H., 154–60.
- 16) HELBIG, F., RANFT, H., 1983: Erste Umbestockungsergebnisse und Erfahrungen zu angewandten Technologien im Fichtenimmissionsschadgebiet des Erzgebirges. Soz. Forstw., Heft 8, 246.
- 17) HORNDASCH, M., 1984: Waldbauliche Behandlung geschädigter Fichtenbestände. AFZ, 205–6.
- 18) HUSS, J., 1983: Durchforstungen in Kiefernjungbeständen. FWCB, 1–17.
- 19) ISERMANN, K., 1983: Bewertung natürlicher und anthropogener Stoffeinträge über die Atmosphäre als Standortfaktoren im Hinblick auf die Versauerung land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden, AFZ, 545.
- 20) KENK, G., 1980: Pflegeprogramm „Werteiche“. MELU Stuttgart, EM-8-80, 89–116.
- 21) KENK, G., EVERS, F., UNFRIED, P., SCHRÖTER, H., 1983: Düngung als Therapie gegen Immissionswirkungen in Tannen-Fichten-Beständen, AFZ, 153.
- 22) KENK, G., UNFRIED, P., EVERS, F. H., HILDEBRAND, E. E., 1984: Düngung zur Minderung der neuartigen Waldschäden – Auswertungen eines alten Düngungsversuchs zu Fichte im Buntsandstein-Odenwald. FWCB, 307–20.
- 23) KENNEL, E., 1983: Waldschadensinventur Bayern 1983 – Verfahren und Ergebnisse –. Schriften. Forstw. Fak. Univ. München und Bayer. Forstl. Forschungsanstalt, Bd. 57, 181 S.
- 24) KLEINSCHMIDT, J., 1983: Möglichkeiten der Züchtung resistenter Waldbäume für die Immissionsbelasteten Flächen. F. u. H., 196–9.
- 25) KRÄMER, H., ATHARI, S., 1984: Über die Zuwachsentwicklung in immissionsgeschädigten Fichtenbeständen und ihre Bedeutung für die Hiebssatzbestimmung. AFZ, 685–6.
- 26) KREUTZER, K., 1979: Ökologische Fragen zur Vollbaumernte. FWCB, 298–308.
- 27) KREUTZER, K., 1983: Denkansätze zur Ursachenklärung des Waldsterbens. In: Schadstoffbelastung des Waldes – Forstl. Konsequenzen, Hamburg, Berlin, 14–23.
- 28) KREUTZER, K., 1984: Mindern Düngungsmaßnahmen die Waldschäden. AFZ, 771–3.
- 29) LAATSCH, W., 1963: Bodenfruchtbarkeit und Nadelholzanbau. BLV Verlagsgesellschaft München, Basel, Wien, 75 S.
- 30) LEHRINGER, S., 1984: Erfahrungsaustausch zwischen Ost und West über Waldbau in immissionsgeschädigten Wäldern. AFZ, 1196–9.
- 31) LEIBUNDGUT, H., 1984: Über den Wandel im waldbaulichen Denken. AFZ, 17–22.
- 32) LEHRSTUHL FÜR WALDBAU UND FORSTEINRICHTUNG UNIVERSITÄT MÜNCHEN, 1985: Neuartige Waldschäden in Jungbeständen des Fichtelgebirges und Bayerischen Waldes. Unveröffentlicht.
- 33) MAYER, H., 1984: Kann ein naturnaher Waldbau die Auswirkungen des Waldsterbens im Gebirge mindern? Schweiz. Z. Forstwes., 613–18.
- 34) MEIER, 1985: Mündliche Mitteilung Revierleitung Gemeindefeld Kreuzberg.

## Übersicht: Erfahrungen und Überlegungen zur mineralischen Düngung in geschädigten oder gefährdeten Waldbeständen

Autor	Art und Resultate der Untersuchungen bzw. Überlegungen	Beurteilung
RANFT, H. 1975 (40)	Versuche in verschiedenen Rauchschaadensgebieten der DDR haben eindeutig ergeben, daß Stickstoff- und Kaligaben die Widerstandsfähigkeit von Kiefern- und Fichtenbeständen deutlich erhöhen. Düngungsversuche auf Schadflächen in höheren Lagen des Erzgebirges sind noch nicht abgeschlossen.	Düngungsempfehlungen für das Pleistozän und untere Mittelgebirgslagen der DDR sehen die Ausbringung von N (2x) und K vor.
WENTZEL, K. F. et al. 1981 (55)	Ergebnisse zahlreicher Düngungsversuche lassen den Schluß zu, daß schwach immissionsgeschädigte Bestände durch gezielte Nährstoffzufuhr gestärkt werden können. Zuwachsverluste geringer werden und in jungen Beständen Symptome verschwinden. Stärkere, direkte Immissionswirkungen werden nicht behoben, sondern allenfalls gelindert. Als besonders wirksam zur Steigerung der $SO_2$ -Resistenz gelten N und K.	Schlüsse gelten z. T. vor allem für Bestände mit unmittelbaren Rauchschaadungen.
KENK, et al. 1984 (22)	Düngungsversuche (Buntsandstein – Odenwald) in 48jähriger Fichte mit Kalk, Hyperphos, Kalimagnesia und Kalkammonsalpeter führen im Beobachtungszeitraum 1959 bis 1983 zu einem Zuwachssprung. Außerdem wird mit zunehmender Intensität der Düngung der Anteil geschädigter Bäume erheblich verringert. Basensättigung geht auch nach Auffüllung durch Düngung sehr schnell wieder zurück.	Meliorative Kalk-Magnesia-Düngungen erscheinen zur Gesunderhaltung der Buntsandsteinböden im Odenwald und Schwarzwald unabdingbar.
KENK, et al. 1983 (21)	Düngungsversuch in 72- bis 92jährigem Tannen-Fichten-Bestand (Buntsandstein – Schwarzwald) mit kohlen-saurem Kalk, Thomasphosphat und drei Stickstoffformen. Beobachtungszeitraum 1955 bis 1982. Hohe Zuwachssteigerungen bei der Tanne erklären sich aus dem besseren Gesundheitszustand auf den gedüngten Parzellen, wodurch dort zunächst Sollzuwachs der Tafel erreicht wird. Seit Mitte der sechziger Jahre aber auch Zuwachsabfall auf gedüngten Parzellen. Im Herbst 1982 sind an beiden Baumarten Gesundheitsunterschiede zwischen gedüngt und ungedüngt nicht mehr erkennbar (s. a. 13). Erhebliche pH-Absenkung im Beobachtungszeitraum und Humusverluste, vor allem auf gedüngten Parzellen. Auftreten von Kaliumversorgung.	Düngung verlangsamt den Krankheitsverlauf und gewährleistet Objektschutz für den Boden. Wirkung klingt nach 20 Jahren ab (Nebenwirkungen).
ALDINGER, E. 1983 (2)	Auf 52 Vergleichsflächen im Buntsandstein – Schwarzwald wurde die Auswirkung von vor 1975 ausgeführten Praxisdüngungen mit Kalk und Phosphat auf den Gesundheitszustand von Tannen- und Fichtenbeständen untersucht. Dabei konnte nur eine im Rahmen des Schätzfehlers liegende Anhebung des Gesundheitszustandes auf den gedüngten Flächen gegenüber ungedüngten festgestellt werden, obwohl eine deutliche Verbesserung des Humuszustandes eintrat.	„Die Ergebnisse ermutigen nicht zu großflächigen Düngungen mit Kalk und Phosphat über das jetzige Maß hinaus.“
KREUTZER, K. 1984 (28)	Auf 500 ha Buntsandsteinstandorten der Rhön wurde seit 1972 in Kiefern- und Kiefern-Fichten-Beständen mit Kalk und Hyperphos gedüngt. Diese Maßnahme hatte eine geringe, aber statistisch nachweisbare Verbesserung des Gesundheitszustandes der Bestände zur Folge.	Trotz geringer Wirkung auf den Gesundheitszustand wird standortangepaßte, harmonische Düngung als Prophylaxe gegen weitere Zunahme von Schadstoffbelastung und Bodenversauerung empfohlen.
ZECH, W., POPP, E. 1983 (56)	Berichten über weit verbreiteten Magnesium- und Zinkmangel an Fichten und Tannen in den Nordostbayerischen Mittelgebirgen (s. a. 8). Massive Einzelbaumdüngungen im Forstamt Kronach mit Kalimagnesia und Spritzung gelbspitziger Fichten mit Mg-haltigen Verbindungen führten zu einer Verbesserung des Gesundheitszustandes.	Zufuhr von Mg-haltigen Düngern bewirkt Revitalisierung. Untersuchungen werden für nötig gehalten, wie weit dadurch andere Elemente, z. B. Z n ins Minimum geraten.
PREUHLER, T. 1984 (39)	1977 Düngung eines 35jährigen Fichtenbestandes auf entwässertem Hochmoor mit 8 dt/ha Kalimagnesia. Aufnahme 1984 läßt deutlichen Einfluß der Düngung auf Gesundheitszustand erkennen (s. a. Durchforstung).	Auf Standorten mit natürlichem Mangel an bestimmten Nährelementen kann deren Zufuhr offenbar die Widerstandsfähigkeit der Bäume deutlich erhöhen.
EVERS, F. H. 1984 (11)	Referiert verschiedene Düngungsversuche und weist auf Schwächen alter Versuchsanlagen hin. Diese waren vor allem auf die Minderung von Bodenversauerung und Rohhumusaktivierung ausgerichtet. Heute muß jedoch auch auf zivilisationsbedingte Veränderungen Rücksicht genommen werden, wie Zunahme des Schadstoffgehaltes der Luft. Eine Folge davon ist wahrscheinlich zunehmender Mg- und Kalimangel auf bisher mit diesen Elementen ausreichend versorgten Böden.	Vertiefung der Forschungsansätze ist nötig. Rückschlüsse aber auch Erfolge von Düngungsmaßnahmen zur Revitalisierung bereits geschädigter oder Sicherung noch gesunder bedürfen der Erklärung bzw. des Nachweises. Nur so Verhinderung neuer Schäden durch spekulative Düngungsmaßnahmen.
ULRICH, B., MATZNER, E. 1983 (53)	Ohne Biomasseentzug und sauren Niederschlag lägen die mitteleuropäischen Waldökosysteme (außer auf Karbonatstandorten) im Silikatpufferbereich des Bodens, dem Bereich seiner größten Stabilität. Durch anthropogene Absenkung der pH-Werte unter 5 hat sich der Zustand jedoch zum Austausch- und schließlich Aluminium-Pufferbereich verschoben. Ziel der Walddüngung sollte es sein, im ganzen Wurzelraum den Silikatpufferbereich zu erhalten oder allmählich wieder herzustellen. Dazu a) Kompensationskalkung: Oberflächenkalkung in Beständen mit Konverterkalk oder magnesiumhaltigen Kalkmergeln verhindert weitere Versauerung, verbessert Ca-Versorgung in Auflagenschicht. b) Melioration: Kalkung und tiefreichende Einarbeitung in den Mineralboden von 50 bis 200 dt. CaO/ha; teilweise als langfristig ausgeglichene Nährstoffversorgung sicherndes basisches Gesteinsmehl. Anbau von Leguminosen.	Notwendigkeit von Kompensationskalkungen oder tiefgreifender Melioration wird postuliert. Ggf. auftretende N-Verluste müssen dabei in Kauf genommen werden.
KREUTZER, K. 1983 (27)	Prophylaktische Kalkungen sind problematisch, weil auf manchen Standorten Überernährung mit vitalitätsmindernden Folgen zu befürchten ist und verstärkte Nitrifikation zur Belastung des Grundwassers führen kann. Kalkungen erfordern daher bemessene Dosierungen, die Ernährungsmängel beseitigen, ohne Nitratauswaschung zu provozieren, oder anderweitige erwiesenermaßen versauerungsbedingte Bestandesschäden beheben.	Schlüsse sind wesentlich vorsichtiger als die von ULRICH und MATZNER.



# Stufen- und Maßnahmenplan zum Waldsterben der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg

Von Thomas Unke, Stuttgart

Die weitere Entwicklung der Waldschäden und die Auswirkungen auf Wald und Forstwirtschaft von Baden-Württemberg sind gegenwärtig schwer absehbar. Die Lage ist jedoch so ernst, daß forstliche Vorsorgeüberlegungen getroffen werden müssen, um einer möglicherweise extremen Entwicklung nicht unvorbereitet gegenüber zu stehen. Aus diesem Grund wurde die Organisationsgruppe \*) der Landesforstverwaltung beauftragt, sich umfassend mit den möglichen Konsequenzen des Waldsterbens gedanklich auseinanderzusetzen. Die Landesforstverwaltung ist damit ihrer Verantwortung für den Waldbestand des Landes nachgekommen. Es gehört zum Wesen einer echten Vorsorgeplanung, daß sie auch das Risiko der größtmöglichen Bedrohung miteinkalkuliert. Die nun vorliegende Konzeption berücksichtigt dies, d. h., es werden auch Schadensfälle angenommen, die über das kurz- bis mittelfristig zu erwartende Ausmaß hinausgehen.

Der Stufen- und Maßnahmenplan Waldsterben (SPW) befaßt sich mit den Fragen:

- Welches sind die dringlichsten **Aufgaben**, die sich bei einer extremen Entwicklung des Waldsterbens für die Landesforstverwaltung von Baden-Württemberg ergeben?
- Welches sind die notwendigen **Maßnahmen** im Bereich der Landesforstverwaltung, um diese Aufgaben bestmöglich zu bewältigen?
- Mit welchen längerfristigen **Folgen** für Wald und Forstwirtschaft von Baden-Württemberg ist zu rechnen?

## Methodisches Vorgehen

In einer **Modellrechnung** wurden zwei Varianten der Krankheitsentwicklung unterschieden, die nach Wuchsgebieten, Forstdirektionen und Waldbesitzarten untergliedert sind. Die Abgrenzung der Varianten beruht auf gutachtlichen Annahmen über je nach Baumart und Alter unterschiedliche **Zwangsnutzungssätze in Prozent des Vorrates** und der damit verbundenen Schlagfläche (das ist im SPW diejenige Fläche, auf der Verjüngungsmaßnahmen notwendig werden).

- **Bei Variante (1)** wird von immissionsbedingten Zwangsnutzungen ausgegangen, die in der Summe jährlich 50 % des Normaleinschlages von Baden-Württemberg betragen und durch überregionalen Ausgleich noch im Nachhaltshiebssatz (7,4 Mio EFm) aufgefangen werden können.
- **Bei Variante (2)** fallen im Land jährlich Zwangsnutzungen in Höhe des Normaleinschlages an; hinzu kommen noch notwendige Pflegehiebe, so daß der Gesamteinschlag auf 135 % des Normaleinschlages ansteigt (insgesamt somit 10 Mio EFm).

Aufbauend auf den naturalen Größen Einschlag und Schlagfläche, wurde der erforderliche Bedarf an Arbeitskräften, Sachgütern, Personal und Finanzmitteln bei den Varianten abgeleitet.

Vor dem Hintergrund der unterschiedlichen „Szenarien“ werden im Vergleich zu den Normalverhältnissen mögliche Probleme, Aufgaben und erforderliche Maßnahmen anschaulich. Es können Größenordnungen und denkbare regionale Unterschiede aufgezeigt werden. Ebenso sind Angaben zur Bedeutung einzelner Maßnahmen möglich.

Im Hauptteil des SPW werden Probleme, Aufgaben und Maßnahmen dargestellt, die im wesentlichen auf Szenarien mit fünfjährigem Zeitrahmen beruhen. Schwerpunkt dieser Betrachtungen sind die Möglichkeiten der Landesforstverwaltung, zur Bewältigung einer begrenzten Katastrophe beizutragen, deren Ur-

chen in absehbarer Zeit beseitigt werden. Der Maßnahmenkatalog baut auf einer Erhebung der Meinungen und Vorschläge auf, die in der forstlichen Lehre und Praxis zum Problemkreis „Waldsterben“ vertreten werden. Die einzelnen Maßnahmen sind detailliert beschrieben und hinsichtlich ihrer Bedeutung und Wirksamkeit eingestuft. Für die Maßnahmen werden i. d. R. ein auslösender Schwellenwert angegeben sowie die Stellen, denen die Ausführung obliegt.

In einem Ausblick wird der Frage nachgegangen, welche weitreichenden Folgen sich für den Waldbestand des Landes mit seinen Funktionen ergeben können.

## Konsequenzen für die Landesforstverwaltung

Für die Landesforstverwaltung entstehen bereits im Falle der Variante (1) zusätzliche Aufgaben und Mehrarbeiten, die bei einem weiteren Anwachsen der Schäden überproportional zunehmen.

Nachfolgend werden in gestraffter Form die besonders schwerwiegenden Auswirkungen des Waldsterbens getrennt nach Aufgabenbereichen der Landesforstverwaltung beschrieben und die im SPW vorgesehenen Maßnahmen umrissen.

### 1. Waldschutz

Es besteht die Gefahr der Massenvermehrung von Borkenkäfern und sonstiger Forstschädlinge, denn die Widerstandskraft der Wälder ist großflächig durch Immissionseinflüsse geschwächt, so daß Sekundärschädlinge überall Angriffspunkte finden. Außerdem verbleibt zwangsweise genutztes, nicht absetzbares Holz möglicherweise längere Zeit (gegebenenfalls auch unaufbereitet) im Wald und bietet zahlreichen Forstschädlingen günstige Brut- und Fraßmöglichkeiten.

Mit Verjüngungerschwernissen durch Kulturschädlinge (z. B. Rüsselkäfer, Mäuse, Engerlinge) sowie durch Reh- und Rotwild ist zu rechnen. Denn wenn großflächig geräumt und verjüngt werden muß, verbessern sich gebietsweise die Lebensbedingungen (Nahrung, Deckung) dieser Arten. Dadurch wächst die Fortpflanzungsrate; die Populationen können rasch die tragbare Dichte übersteigen. Es ist vorgesehen, diesen Problemen durch folgende Maßnahmen Rechnung zu tragen:

- konsequente Beachtung des Grundsatzes der „sauberen Wirtschaft“ trotz möglicherweise höherer Kosten;
- Verstärkung des biologischen Waldschutzes, weitere Förderung der Schädlingsvertilger;
- laufende Kontrolle aller gefährdeten Bestände durch gründliche Begänge (in Sonderfällen zusätzlich Befliegungen);
- Überwachung und Absenkung des Bestandes gefährlicher Schädlinge mit biotechnischen Verfahren, soweit entsprechende Lockstoffe verfügbar sind. Ansonsten Anwendung klassischer Verfahren, wie das Werfen von Fangbäumen oder das Errichten von Fangreishäufen;
- weitere Absenkung des Reh- und Rotwildbestandes in den Gebieten, in denen die Verjüngung der Hauptbaumarten noch immer durch besondere Schutzmaßnahmen gesichert werden muß.
- Der Einsatz von Pestiziden ist nur für die Fälle vorgesehen, in denen durch andere Maßnahmen Holzentwertungen, der Zusammenbruch von Beständen oder das Scheitern der Verjüngung nicht verhindert werden kann.

### 2. Holzernte und Vermarktung

Holzmarktstörungen können nicht nur durch Überangebote beim Nadelstammholz entstehen, zu dem hin sich die Sortengliederung der Einschläge zwangsnutzungsbedingt verschiebt. Es werden auch Engpässe beim Laubholz für möglich gehalten, weil aus Gründen der Nachhaltigkeit und wegen der nur begrenzt auswertbaren Zahl der Arbeitskräfte der Laubholzeinschlag auf das Unumgängliche gedrosselt werden muß.

\*) Die Organisationsgruppe ist eine Außenstelle der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt bei der Abteilung Landesforstverwaltung des Ernährungsministeriums. Sie erarbeitet im Auftrag des Landesforstpräsidenten Stellungnahmen zu grundsätzlichen organisatorischen und betrieblichen Problemstellungen.



Umweltgerechter Waldbau in Beständen hoher Wertsleistung.

35) MÜLDER, D., 1983: Möglichkeiten der Forstbetriebe, sich Immissionsbelastungen waldbaulich anzupassen bzw. deren Schädigung zu mildern. Materialien zur Umweltforschung, Bd. 7, Mainz, 48 + 62 S.  
 36) OTTO, H. J., 1984: Waldbauliche Maßnahmen gegen immissionsbedingte Waldschäden. F. u. H., 3-7.  
 37) POLLANSCHÜTZ, 1983: Möglichkeiten und Grenzen der Behandlung und Pflege immissionsbeeinflusster und -geschädigter Waldbestände. In Schadstoffbelastung d. Waldes - Forstl. Konsequenzen, Hamburg, Berlin, 47-57.  
 38) PRETSCH, H., 1985: Die Fichten-Tannen-Buchen-Plenterwaldversuche in den ostbayerischen Forstämtern Freyung und Bodenmais. Forstarchiv, 3-9.  
 39) PREUHLER, T., 1984: Beobachtungen von Walderkrankungssymptomen auf einem Kalimagnesia-Fichtendüngungsversuch in Oberbayern. AFZ, 773-4.  
 40) RANFT, H., 1975: Die mineralische Düngung als Anpassungsmaßnahme der Forstwirtschaft in Rauchschaadensgebieten. Soz. Forstw., Heft 7, 201-3.  
 41) DER RAT v. SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN, 1983: Waldschäden und Luftverunreinigungen. Bundesministerium des Innern, Bonn, 375 S.  
 42) REHFUESS, K. E., 1983: Zusammenfassung der Diskussion des Themenbereichs Düngung. AFZ, 398.  
 43) ROTTMANN, M., 1985 a im Druck: Schneebruchschäden in Nadelholzbeständen: Beiträge zur Beurteilung der Schneebruchgefährdung, zur Schadensvorbeugung und zur Behandlung schneegeschädigter Nadelholzbestände. Frankfurt, VI + 159 S.  
 44) ROTTMANN, M., 1985 b im Druck: Wind- und Sturmschäden im Wald. Beiträge zur Beurteilung der Bruchgefährdung, zur Schadensvorbeugung und zur Behandlung sturmeschädigter Waldbestände. Frankfurt, 100 S.

45) SCHÖPFER, W., HRADECKÝ, J., 1984: Der Indizienbeweis: Luftverschmutzung maßgebliche Ursache der Walderkrankung. FWCB, 231-48.  
 46) SCHOLZ, F., 1984: Drohen unsere Wälder durch Luftverunreinigungen genetisch zu verarmen. AFZ, 1258-61.  
 47) SCHÜTZ, J.-P., 1984: Mesures sylvicoles immédiates et attitude à long terme face au déperissement des forêts. Schweiz. Z. Forstwes., 307-19.  
 48) SEITSCHKE, O., 1984: Waldbau in Bayern zwischen Umweltbelastung und Ökologie. F. u. H., 205-9.  
 49) TESAR, V., 1983: Immissionschäden und Durchforstung. AFZ, 491-2.  
 50) ULRICH, B., 1981: Destabilisierung von Waldökosystemen durch Biomasseentzug. Forstarchiv, 199-203.  
 51) ULRICH, B., 1982: Gefahren für das Waldökosystem durch saure Niederschläge. Mitteilung. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Sonderheft, 9-25.  
 52) ULRICH, B., 1983: Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluß des „sauren Regens“. AFZ, 670-7.  
 53) ULRICH, B., MATZNER, E., 1983: Neuere Erkenntnisse aus dem Problemkreis Düngung im Wald. AFZ, 392-3.  
 54) WEIDENBACH, P., 1984: Welche waldbaulichen Möglichkeiten ergeben sich in geschädigten Beständen. AFZ, 758-61.  
 55) WENTZEL, K. F., TESAR, V., SEIBT, G., MATERNA, J., 1981: Waldbau in verunreinigter Luft. F. u. H., 533-42.  
 56) ZECH, W., POPP, E., 1983: Magnesiummangel, einer der Gründe für das Fichten- und Tannensterben in NO-Bayern. FWCB, 50-5.