

MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
WIEN

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

124. Heft

1978

DIE WALDPFLEGE IN DER MEHRZWECKFORSTWIRTSCHAFT
TENDING IN MULTIPLE USE FORESTRY
SOINS CULTURAUX DANS LA FORESTERIE MULTIFONCTIONELLE

Abteilung I - Division I - Iere Division

Forstliche Umwelt und Waldbau

Forest Environment and Silviculture

Environnement forestier et silviculture

Tagung - Meeting - Session

26. 9. - 1. 10. 1977

Ossiach/Österreich

Slovenj Gradec/Jugoslavija

Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

ISBN 3 7040 0624-6

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 Wien

VORWORT

Die Tagung der IUFRO-Abteilung "Waldbau und Forstliche Umwelt" vom 26.9. - 1.10.1977 in Ossiach (Kärnten/Österreich) und Slovenj Gradec (Slovenien/Jugoslawien) wurde von den Instituten für Waldbau der Universität für Bodenkultur in Wien (Prof. Dr. H. MAYER) und der Biotechnischen Fakultät in Laibach (Prof. Dr. D. MLINSEK) vorbereitet und durchgeführt. Dem großzügigen Entgegenkommen des österreichischen Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Herrn Dipl. Ing. G. HAIDEN, ist zu verdanken, daß die gehaltenen Referate im Rahmen der Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien erscheinen können. Für die rasche Drucklegung gebührt Herrn Hofrat Dipl. Ing. J. EGGER besonderer Dank. Wertvolle Redaktionshilfe leistete der Leiter des ständigen IUFRO-Sekretariats, Otmar BEIN. Die Reinschrift besorgte in dankenswerter Weise Frau E. ZOTTER.

Im vorliegenden Mitteilungsband werden die Referate im nahezu unveränderten Wortlaut wiedergegeben. Von den Abbildungen konnten nur graphische Darstellungen Aufnahme finden. Von einer Ausnahme abgesehen mußte auf die Wiedergabe der Diskussionsbemerkungen verzichtet werden.

Hannes MAYER

I N H A L T

	Seite
GRUSSWORTE DES BUNDESMINISTERS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT	
Dipl.Ing. G.HAIDEN	11
Einführung in das Tagungsthema: "DIE WALDPFLEGE UND IHRE ENTWICKLUNG"	
Prof. Dr. D.MLINSEK, Jugoslawien	13
GRUSSADRESSE DES PRÄSIDENTEN DES INTERNATIONALEN VERBANDES FORSTLICHER FORSCHUNGSANSTALTEN	
Prof. Dr. W.LIESE, Deutschland an Prof. Dr. Dr. h. c. LEIBUNDGUT, Schweiz	18
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER TAGUNG	19
DIE THEORIE DER WALDPFLEGE HINSICHTLICH NEUER ERKENNTNISTHEORETISCHER GRUNDLAGEN VON NATUR- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN	
Prof. Dr. M. van MIEGROET, Belgien	25
DIE ANFORDERUNGEN DER UMWELTGESTALTER, DER LANDSCHAFTSPFLEGER UND DER LANDSCHAFTSPLANER AN DIE WALDBEWIRTSCHAFTUNG	
Dr. A.J. van der POEL, Niederlande	41
DIE ÜBERTRAGBARKEIT UND DIE BEDEUTUNG DES PRINZIPES DER NACHHALTIGKEIT UND DER THEORIE DER WALDPFLEGE FÜR DIE NATURGERECHTE BEWIRTSCHAFTUNG VON ERNEUERBAREN NATURGÜTERN	
Prof. Dr. D. MLINSEK, Jugoslawien	45
DIE URWALDFORSCHUNG UND DER WERT IHRER ERGEBNISSE FÜR DIE WALDPFLEGE	
Forsting. J.F. MATTER, Schweiz	59
DIE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG IM WIRTSCHAFTSWALD IN BEZUG AUF DIE NEUEN AUFGABEN DER WALDPFLEGE	
Dr. B. VINŠ, Tschechoslowakei	63
Dale W. COLE, USA	75
DER GEBIRGSWALD ALS OBJEKT DER WALDPFLEGEFORSCHUNG	
Prof. Dr. H. MAYER, Österreich	93
Doz. Dr. E. OTT, Schweiz	99
DER BEGRIFF DER WALDPFLEGE IN DER LANDSCHAFTSPFLEGE	
Prof. Dr. U. AMMER, Deutschland	109
STANDORT UND WALDPFLEGE	
Prof. Dr. S. P. GESSEL, USA	117
Prof. Dr. K. E. REHFUESS, Deutschland	133
Prof. Dr. H. STEINLIN, Deutschland	145

	Seite
WASSERWIRTSCHAFTLICHE ANSPRÜCHE AN DIE WALDPFLEGE	
Prof. Dr. J. BROWN, USA	147
Dr. H. HAGER, Österreich	159
NEUERE ERFAHRUNGEN IN DER BESTANDESPFLEGE	
Prof. Dr. H. LEIBUNDGUT, Schweiz	161
Dr. H. OSWALD, Frankreich	177
ZUR PROBLEMATIK DER ANWENDUNG VON DURCHFÖRSTUNGSHILFEN	
Prof. Dr. P. ABETZ, Deutschland	189
Dr. J. DELVAUX, Belgien	199
DIE HEUTIGEN QUALITÄTSANSPRÜCHE AN DAS PFLANZGUT IN BEZUG AUF DIE ZUKÜNFTIGEN WALDPFLEGE MÖGLICHKEITEN	
Prof. Dr. H. SCHMIDT-VOGT, Deutschland	211
DIE WALDERNEUERUNG IST EIN BESTANDTEIL DER WALDPFLEGE	
Prof. Dr. S. DAFIS, Griechenland	223
Dr. F. W. HILLGARTER, Österreich	229
DIE WALDPFLEGE IN DEN TROPEN – EIN WEG ZWISCHEN MÖG- LICHKEITEN UND NOTWENDIGKEITEN	
Prof. Dr. H. LAMPRECHT, Deutschland	239
Prof. Dr. J. BETHEL und Dr. D. BRIGGS, USA	251
UNTERSUCHUNGEN DES MAB-PROGRAMMES IN SEINER AUS- WIRKUNG AUF DIE PFLEGE DES TROPENWALDES	
Prof. Dr. E. F. BRÜNIG, Deutschland	279
DIE WALDPFLEGE ALS GRUNDLAGE DER WILDFAUNAPFLEGE, INSBESONDERE DER WILDHEGE	
Mag. M. KOTAR, Jugoslawien	285
Prof. Dr. H. GOSSOW, Österreich	295
DIE VORSTELLUNGEN EINES NATURWISSENSCHAFTLERS ÜBER DIE SOZIAL- UND SCHUTZFUNKTIONEN DES WALDES UND ÄHN- LICHER ÖKOSYSTEME	
Prof. Dr. F. KLÖTZLI, Schweiz	301
TEILNEHMERLISTE	317

Table of contents

	page
Greetings of the Minister of Agriculture and Forestry	
Dipl. Ing. G. HAIDEN	11
Introduction to the topic of the congress: "forest tending and its development"	
Prof. Dr. D. MLINŠEK, Yugoslavia	13
Message of greetings of the IUFRO president	
Prof. Dr. W. LIESE, Germany to Prof. Dr.	
Dr. h. c. H. LEIBUNDGUT, Switzerland	18
Summary of results of the conference	21
The theory of forest tending in relation to new bases of natural and social sciences based on the theory of cognition	
Prof. Dr. M. van MIEGROET, Belgium	25
The requirements of the environmentalists, the conservationists and landscape planners with regard to forestry management	
Dr. A. J. van der POEL, Netherlands	41
The transferability and importance of the principle of sustained yield and renewable natural resources in keeping with nature	
Prof. Dr. D. MLINŠEK	45
Native forest research and the value of its results for forest tending	
Forst engineer J. F. MATTER, Switzerland	59
Ecosystem research in the natural managed forest with regard to new problems in tending	
Dr. B. VINS, Czechoslovakia	63
D. W. COLE	75
The mountain forest as a subject of forest tending research	
Prof. Dr. H. MAYER, Austria	93
Doz. Dr. E. OTT, Switzerland	99
The concept of forest tending in safeguarding the countryside	
Prof. Dr. U. AMMER, Germany	109
Site in relationship to forest tending	
Prof. Dr. S. P. GESSEL, USA	117
Prof. Dr. K. E. REHFUESS, Germany	133
Prof. Dr. H. STEINLIN, Germany	145
Requirements of water supply and distribution to forest tending	
Prof. Dr. J. BROWN, USA	147
Dr. H. HAGER, Austria	159
Recent experiences in tending of stands	
Prof. Dr. H. LEIBUNDGUT, Switzerland	161
Dr. H. OSWALD, France	177

	page
Problems in applying "Durchforstungshilfen"	
Prof. Dr. P. ABETZ, Germany	189
Dr. J. DELVAUX, Belgium	199
Present requirements on quality of planting stock in relation to future possibilities in forest tending	
Prof. Dr. H. SCHMIDT-VOGT, Germany	211
Forest regeneration as a part of forest tending	
Prof. Dr. S. DAFIS, Greece	223
Dr. F. W. HILLGARTER, Austria	229
Forest tending in the tropics - a path between possibilities and necessities	
Prof. Dr. H. LAMPRECHT, Germany	239
Prof. Dr. J. BETHEL and Dr. D. BRIGGS, USA	251
Investigations concerning the effect of the MAB-program on the tending of tropical forest	
Prof. Dr. E. F. BRÜNIG, Germany	279
Forest tending as a basis of the care of wild fauna particularly of game keeping	
Mag. M. KOTAR, Yugoslavia	285
Prof. Dr. H. GOSSOW, Austria	295
The ideas of a natural scientist about the social and protective function of forestry and other ecosystems	
Prof. Dr. F. KLÖTZLI, Switzerland	301
List of participants	317

Table des matières

	page
Salutations de Monsieur le Ministre à l'agriculture et à la sylviculture	
Dipl.Ing. G.HAIDEN	11
Introduction au thème du jour: "Les soins donnés à la forêt et leur évolution"	
Prof.Dr. D.MLINŠEK, Yougoslavie	13
Message de salutation du président de l'union internationale des instituts de recherche forestière	
Monsieur le Prof.Dr.W. LIESE Allemagne	
à Monsieur le Prof.Dr.h.c.LEIBUNDGUT Suisse	18
Résumé des résultats de la conférence	23
La théorie des soins donnés à la forêt en vue de nouvelles bases théoriques dans les sciences naturelles et sociales	
Prof.Dr. M.van MIEGROET, Belgien	25
Les conditions posées par les spécialistes de l'environnement par les paysagistes et par les architectes paysagistes à l'aménagement	
Dr.A.J. van der POEL Pays-Bas	41
La transmissibilité et la signification du principe du rendement soutenu et de la théorie des soins donnés à la forêt pour l'exploitation des ressources renouvelables suivant les lois naturelles	
Prof.Dr. D.MLINŠEK Yougoslavie	45
La recherche dans le domaine de la forêt vierge et la valeur de ses résultats pour les lois donnés à la forêt	
Ingénieur des forêts J.F.MATTER Suisse	59
La recherche des systèmes économiques dans la forêt d'exploitation en relation avec les nouveaux objectifs des soins donnés à la forêt	
Dr. B.VINS Tchécoslovaquie	63
Dale W.COLE Etats-Unis	75
La forêt de montagne en tant qu'objet de la recherche des soins donnés à la forêt	
Prof.Dr. H.MAYER Autriche	93
Doz.Dr. E.OTT Suisse	99
Le concept de soins donnés à la forêt dans l'architecture du paysage	
Prof.Dr. U.AMMER Allemagne	109
Site et soins donnés à la forêt .	
Prof.Dr. S.P.GESSEL Etats - Unis	117
Prof.Dr. K.E.REHFUESS Allemagne	133
Prof.Dr. H.STEINLIN Allemagne	145
Les besoins en eaux dans les soins donnés à la forêt	
Prof.Dr. J.BROWN Etats-Unis	147
Dr. H.HAGER Autriche	159

	page
Nouvelles expériences dans les soins donnés aux effectifs forestiers	
Prof. Dr. H. LEIBUNDGUT Suisse	161
Dr. H. OSWALD France	177
Le problème de l'utilisation de "Durchforstungshilfe"	
Prof. Dr. P. ABETZ Allemagne	189
Dr. J. DELVAUX Belgique	199
Les revendications qualitatives actuelles posées par l'ensemble des plantes en relation avec les possibilités futures des soins donnés à la forêt	
Prof. Dr. H. SCHMIDT-VOGT Allemagne	211
La régénération de la forêt est une composante des soins donnés à la forêt	
Prof. Dr. S. DAFIS Grèce	223
Dr. F. W. HILLGARTER Autriche	229
Les soins donnés à la forêt dans les tropiques - un juste milieu entre possibilités et nécessité	
Prof. Dr. H. LAMPRECHT Allemagne	239
Prof. Dr. J. BETHEL et Dr. D. BRIGGS Etats - Unis	251
Examen du programme MAB dans son influence sur les soins donnés à la forêt tropicale	
Prof. Dr. E. F. BRÜNIG Allemagne	279
Les soins donnés à la forêt en tant que base des soins donnés à la faune particulièrement à la protection du gibier	
Mag. M. KOTAR Yougoslavie	285
Prof. Dr. H. GOSSOW, Autriche	295
Les principes du naturalisme en ce qui concerne les fonctions so- ciales et protectrices de la forêt et des systèmes économiques si- milaires	
Prof. Dr. F. KLÖTZLI Suisse	301
Liste des participants	317

GRUSSWORTE DES BUNDESMINISTERS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

Dipl.Ing. G. HAIDEN

Infolge dienstlicher Verhinderung überbrachte die Grußbotschaft der Staatssekretär im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Albin SCHOBER.

Österreich ist in sehr weitgehendem Maße mit der IUFRO verbunden. Von hier ging im Jahre 1890 die Initiative zur Gründung des Verbandes aus. Der Initiator war ein Forscher der nun über 100 Jahre alten Österreichischen Forstlichen Versuchsanstalt und in Wien haben sich bisher die forstlichen Forscher aus aller Welt schon dreimal zu einem wissenschaftlichen Kongreß versammelt, eine Auszeichnung, die noch keinem anderen Land zuteil wurde.

Es ist daher verständlich, daß Österreich die Bestrebungen zur Gründung eines ständigen Sekretariates ihres Verbandes mit Interesse verfolgt hat. Zur Genugtuung darüber, daß sich dieses Sekretariat (seit nun vier Jahren) an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien befindet, kommt die Hoffnung, daß dadurch ein wesentlicher Beitrag zur Entwicklung der forstlichen Forschung nicht nur in den Industrieländern, sondern auch in der neuen Welt geschaffen wurde und daß Ihnen allen dieses Sekretariat zur Verbesserung der erforderlichen Kontakte und Kommunikationen bei der Durchführung Ihrer Forschungsarbeit dienen möge.

Die IUFRO-Tagung der Division I steht unter dem Motto: "Waldpflege - Verantwortung für die Zukunft". Gerade letzte Woche tagte in Salzburg der Österr. Forstverein, der als Tagungsthema: "Waldbau - Verpflichtung für die Zukunft" gewählt hat. Diese Übereinstimmung kommt nicht von ungefähr. Der steigende Holzverbrauch und die schnell anwachsenden Anforderungen an den Wald durch eine möglichst gute Erfüllung der Sozial- und Wohlfahrtsfunktionen erfordern eine erhebliche Leistungssteigerung der Waldwirtschaft auf wirtschaftlichem und überwirtschaftlichem Gebiet.

In den letzten Jahrzehnten konnten in Österreich beachtliche Erfolge bei der kurz- und mittelfristigen Rationalisierung erzielt werden. In der Nutzungstechnik wurden neue Methoden erprobt und leistungsfähige Maschinen eingesetzt. Die Betriebsorganisation wurde durch Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung und durch Mechanisierungen verbessert. Die generelle Wegerschließung als Voraussetzung für eine nachhaltige Forstwirtschaft hat einen hohen Stand erreicht.

Eine entscheidende langfristige Steigerung der Produktion und der Produktivität ist aber nur möglich durch die Intensivierung der Primär-

produktion, durch intensive Waldpflege, durch Aufbau naturnaher, leistungsfähiger und stabiler Wälder. Die Waldpflege, die während eines oft mehr als hundertjährigen Produktionszeitraumes auf der gesamten Betriebsfläche zielbewußt durchzuführen ist, kann durch Summierung der Einzeleffekte letzten Endes zur größeren Leistungssteigerung beitragen als kurzfristige technische oder organisatorische Maßnahmen.

Die Waldpflege hat viele Aspekte. Die Optimierung, das schwierige Abstimmen der Möglichkeiten und Zwangsläufigkeiten, läßt die günstigste Art der Durchführung erkennen. Gerade von diesem Bereich her erhofft sich die österreichische Forstwirtschaft wegweisende Impulse von dieser Arbeitstagung. Die bestmögliche Abstimmung waldbaulicher Notwendigkeiten, technischer Möglichkeiten und wirtschaftlicher Grundsätze bei einer einmal als richtig erkannten Zielsetzung, stellt ein zentrales Problem der Waldpflege dar.

Waldpflege ist gleichzeitig Umweltpflege und damit ein wichtiger Beitrag zur Sicherung der Lebensqualität. Damit zeigt sich, daß die Aufgaben der Forstwirtschaft sich außerordentlich erweitert haben. Es wird dankbar begrüßt, daß sich die Tagung zur Aufgabe gemacht hat, diesen neuen, erweiterten Aufgabenbereich in allen Verzweigungen auszuloten. Dies gibt auch die Voraussetzungen, daß die Öffentlichkeit und die verantwortlichen Regierungsstellen dann jene Hilfen der Forstwirtschaft angedeihen lassen, die sie für ihre langfristigen Investitionen benötigt.

Zum Tagungsthema:

DIE WALDPFLEGE UND IHRE ENTWICKLUNG

D. MLINŠEK, Ljubljana

Das Tagungsthema, die Waldpflege, wurde nicht zufällig gewählt. In einer internationalen Organisation der Forstwissenschaften ist es selbstverständlich, daß wenigstens die Abteilung Waldbau und forstliche Umwelt, wenn schon nicht die ganze IUFRO, diesem zentralen Thema viel Zeit und Aufmerksamkeit widmet. Diese Feststellung ist um so zutreffender in einer Zeit der Rohstoffknappheit, der Umweltkrisis einerseits und andererseits der Tatsache, daß gerade die Waldwirtschaft durch die pflegliche Einstellung zum Naturgut Wald diese Krise wenigstens in ihrem Bereiche zu lösen versteht.

Oft wird auch unter den Forstleuten die "Pflege" bloß als eine waldarbeitstechnische Maßnahme in den jüngsten Bestandesstadien verstanden. Sie unterscheidet sich, ihrem Sinne nach, nicht von der Auffassung der Pflege bei den durchschnittlichen Laien. Es ist auch selbstverständlich, daß eine so aufgefaßte Pflege nicht der Gegenstand unserer Tagung sein kann.

Unter der Waldpflege versteht man im mitteleuropäischen Sinne des Begriffes:

- die kognitive, jedoch zielstrebige Förderung aller gesellschaftlich wichtigen Waldfunktionen
- mittels Auslese der Waldfunktionsträger (pflegewürdige Individuen oder Kollektive des Waldes)
- und Förderung dieser durch die Gestaltung ihrer Umwelt.

Das Tagungsthema selbst sagt uns, daß wir nicht von der Bestandesphasenpflege sondern von der WALD-PFLEGE zu sprechen haben. Wobei der WALD möglichst ganzheitlich als bioökologische, wirtschaftlich gelenkte Ganzheit sowie als unentbehrliches Lebenselement der Landschaft und schließlich als ein wichtiger Repräsentant der erneuerbaren Naturgüter aufzufassen ist. Und die PFLEGE bedeutet die theoretische Größe, das praktische Werkzeug und den wichtigsten INPUT des Forstmannes in die Waldökosysteme zugleich, zur Gestaltung und für die Hauptlenkung der Lebenskräfte des Waldes.

Solche Waldpflege wird zum rationellen Hilfsmittel für eine pronatürliche Umweltgestaltung. Mit diesem "Werkzeug" und mit dieser Einstellung wird der Forstmann zum "wahren Ressourcenbauer". Diese Waldpflege bestätigte sich als Waldbehandlungstheorie in der Praxis, sie wird wissenschaftlich begründet und gesellschaftlich anerkannt. Die Pflege des Naturgutes Wald ist somit das Eigentümliche, das Origi-

nelle der Waldwirtschaft im Umgang mit einem Naturgut, in welchem neben der Rohstoffproduktion mit gleicher Sorge menschenfreundliche Umweltfaktoren gefördert werden,

Jedoch die Pflege wurde als allgemeines, umweltgestaltendes Mittel noch nicht erfaßt.

Ich sagte dies, um den Startpunkt anzugeben, von dem aus sich unsere Tagungsthematik, um nicht mit ABC der Pflege anzufangen, entwickeln soll.

Es ist nun die Aufgabe der Tagung:

- Die ganzheitliche Erfassung der Waldpflege zu vertiefen - dazu auch der breite Kreis der Forscher z.B. von den Waldbauern zu den Forstmeteorologen.
- Erkenntnistheoretischer und praxisbezogener kritischer Gedankenaustausch für die weitere Forschungstätigkeit auf dem Gebiete der Waldpflege.
- Überprüfung der Zweckmäßigkeit einer Übertragung der Pflege-Idee auf andere erneuerbare Naturgüter.

Diese allgemeine Orientierung finde ich zweckmäßig, insbesondere unter Berücksichtigung folgender zusätzlicher Tatsachen:

Vieles heilt die Natur. Sprichwörter in verschiedenen Sprachen z.B.: die Zeit heilt die Wunden, oder Natura sanat medicus errat etc. sind der Ausdruck einer wertvollen, jahrtausendealten Volkserfahrung. Ein erfahrener Forstmann - Practicus und guter Beobachter findet in seinem Walde auf jedem Schritt und Tritt die Bestätigung der zitierten Sprüche. Ich erinnere mich aus meiner Praxis vieler aussichtsloser Waldbilder, welche sich mit der Zeit von selbst unerwartet gebessert haben. Eine erfreuliche Erscheinung, welche zum vollen Wirtschaftserfolg wird, wenn im Laufe der Entwicklung die Lebenskräfte des Waldes mit einem kleinen Input - die eigentliche Pflege - zielgerichtet werden. In der Tat bedeutet die Pflege nur die Lenkung der Naturkräfte. Sie bedeutet die wahre Rationalisierungsmaßnahme. Sie ist investitions-sparend. Sie ist geldsparend. Sie verlangt jedoch viel Beobachtung und viel geistiges Engagement. Darüber sollen wir mehr diskutieren und ich überlasse der Diskussion das Urteil, wo die Forstwirtschaft auf diesem Gebiete zurückhängt.

Diese Überlegung ist um so bedeutender, wenn wir wissen, daß die Weltwirtschaft heute an Ressourcenknappheit, an Rohstoffknappheit und an einem Überfluß von inaktivem oder falsch aktivem menschlichen Geist leidet.

Daraus geht hervor: Wo der "unfalsche Geist" tätig wird, dort ist auch die Entwicklung, in unserem Falle die Entwicklung der Waldwirtschaft, gesichert. Die Waldpflege ist ein wertvoller Stimulator für

eine gesunde geistige Aktivität unter anderem, weil sie im Wald den Forstmann verlangt und naturverbunden wirkt.

Die Entwicklung dieser Waldpflege, von welcher hier die Rede sein soll, ist auch die Lösung für das schwerwiegende Krankheitsbild der heutigen Waldarbeit, nämlich: Die Monotonie der Holzhauerei und ähnlicher Arbeiten mit ihrer allseitig stumpfsinnigen Wirkung, zermüht den Arbeitenden und wirkt für die Waldarbeit abstoßend. Derjenige, der das Heil der Waldarbeit nur in der Maschine sucht, ist sicher am falschen Wege. Der Weg zur dauerhaften Lösung der schwierigsten Probleme der Waldarbeit liegt in einer abwechslungsreichen Arbeitsgestaltung, wo die geistige Arbeit der Waldpflege das stumpfsinnige Bild des Holzhauers (Faust zweiter Teil, Goethe) aus den Vorstellungen über die Waldarbeit bei der Gesellschaft auszuradiieren versteht. Der Mensch ist nämlich kein Roboter, die Waldnatur und die Waldarbeit sind nicht geeignet für die Roboter, obwohl manche Wege heute diese gefährliche Richtung einschlagen.

Wir sind uns heute bewußt, daß jedem Wachstum Grenzen gesetzt sind. Viele Waldwirtschaftsbetriebe haben auf dem Gebiete der Massenproduktion das Mögliche erreicht. Jedoch eine Wirtschaft, die nicht wächst, also stagniert, geht abwärts. In der Wertholzproduktion ist es anders. Sie ist noch bei weitem nicht ausgeschöpft. Sie stellt einen weiten Spielraum für die Forstwirtschaft dar. Und wenn die Wertholzproduktion aus heute selbstverständlichen Gründen mit der Stärkung von anderen Waldfunktionen untrennbar verbunden ist, dann wird dieses Arbeitsfeld noch größer. Aber dieser Weg geht über, aber nur über die Waldpflege. Und auch aus diesem Grunde soll die Waldpflege zum Waldwirtschaftspostulat werden.

Aus der Waldökosystemforschung geht hervor, daß der Unterhalt des Naturhaushaltes im Vergleich zu den Investitionen stark zu Gunsten des Unterhaltes tendiert. Auch in diesem Punkt ist die Natur unsere Wegweiserin. Die Pflege könnte auch im gewissen Sinne den Unterhalt bedeuten. Und da der Mensch vom Waldökosystem immer mehr verlangen wird, wird der Input immer größer werden müssen. Und es ist daher rationell, wenn dieser Input mit einem möglichst hohen Anteil der geistigen Arbeit (anstatt teurer Investitionen oder teurer materieller Ausgaben) erfolgen wird.

Die Entwicklung der Waldwirtschaft ist stark von der Weiterentwicklung der Waldpflege abhängig. Die Vervollkommnung hat innerlich, auf dem geistigen Gebiete, sicher aber auf den Grundlagen der Ökophysiologie und Populationsgenetik zu geschehen. Auch der arbeitstechnische Fortschritt darf nicht übersehen werden. Wir haben z.B. heute "Man made forest" - freundliche Maschinen, dagegen weniger waldfreundliche Maschinen. Die Waldpflege soll daher bei der Konstruktion jener ratgebend wirken. Ich will damit sagen, daß der Waldpflegegedanke nicht nur im Waldbau, sondern daß die pflegende Ein-

stellung zum Wald in allen Bereichen der Wald- und Forstwirtschaft festverankert wird. Es liegen heute bereits viele praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Arbeiten vor. Und da auch in der Forstwirtschaft, genau so wie auch auf anderen Gebieten, niemand mehr liest, was der andere erforscht hat, so sind wir gezwungen, auch über die Verpflichtung der Waldpflege, anlässlich dieser Tagung einige Worte zu sagen.

Die Waldpflege gehört zweifellos zu den wichtigsten und zu den vollkommensten Waldbehandlungsmaßnahmen, welche die eigentliche Waldwirtschaft auf das Tiefste prägt und deshalb sämtliche andere Handlungen im Walde und um den Wald der Wichtigkeit nach weit übertrifft. Der beste Beweis dafür ist ein gepflegter, natürlicher Mehrzweckwirtschaftswald, welcher auch wirtschaftlich andersartigen Wirtschaftswäldern überlegen ist. Deshalb wird die Waldpflege von vielen Forstleuten in der Forschung und in der Praxis stark gefördert. Wir möchten nun diese Gelegenheit ausnützen und eines Mannes, welcher die ganze Zeit seiner forstlichen Tätigkeit dem Fortschritt der Waldpflege gewidmet hat und mit seinen Leistungen auf dem Gebiete der Waldpflege weiterhin eisbrechende Wege bahnt, besonders gedenken. Dieser Mann ist Prof. Dr. Hans LEIBUNDGUT, Ordinarius für Waldbau an der ETH in Zürich.

Wir schlagen vor, daß wir diese IUFRO-Tagung, welche durch das Thema "Die Waldpflege" geprägt wird, zu Ehren von Prof. H. LEIBUNDGUT veranstaltet erklären.

Diesen Vorschlag möchte ich weiter mit folgenden Tatsachen begründen:

Prof. H. LEIBUNDGUT hat in seiner äußerst fruchtbaren waldbaulichen Tätigkeit die Theorie der Waldpflege auf erkenntnistheoretischer Basis gegründet. Er hat dadurch diesem waldwirtschaftlichen Bereich die allgemeingültige, "weltweite" Begründung gegeben.

Sein unbestrittener Verdienst ist es, daß er die Theorie der Waldpflege ununterbrochen durch seine praktische waldbauliche Tätigkeit überprüfte. Zwischen Theorie und Praxis wurde dadurch die Brücke geschaffen, welche für die moderne akademische Ausbildung in der Forstwirtschaft unerlässlich ist.

Die Idee und die Verwirklichung der Waldpflege wurden durch viele seiner Schüler erfolgreich in die grüne Welt getragen. Es ist dies der beste Beweis für die große Lebenskraft, welche dem von Leibundgut gestalteten Waldpflegegedanken innewohnt und welche die Waldwirtschaft auf den hohen Rang einer humanen Umweltwirtschaft erhebt.

Prof. H. Leibundgut hat die ehemalige IUFRO Sektion 23 - Waldbau in den Jahren 1950 - 1960 erfolgreich geleitet und ihre Tätigkeit waldbauorientiert gestaltet.

Es sind dies nur einige aus der Fülle von Leibundguts Leistungen. Ich möchte nur noch eine zufügen. Prof. Leibundgut befindet sich voller Kraft in der vierzehnten Fünfjahresphase und wird in den nächsten Jahren, obwohl nur offiziell, den Lehrstuhl für Waldbau anderen überlassen. Und es ist ein reiner Zufall, daß die IUFRO-Abteilung: "Waldbau und forstliche Umwelt" die Tagung mit dem Thema "die Waldpflege" in der Zeit, wo Prof. Leibundgut mit dem Militärschritt eines Schweizers zu seinem Jubiläumsjahr schreitet, organisiert. Wohl ist es aber kein Zufall, daß wir das Eine zu Ehren des Anderen erklären und damit die Wertschätzung des Geehrten, seines Werkes, aber auch die von einem hohen Ethos getragene internationale Verbundenheit mit allen am Walde Arbeitenden spontan beweisen.

INTERNATIONALER VERBAND
FORSTLICHER FORSCHUNGSANSTALTEN

Der Präsident

Herrn
Professor Dr. Hans Leibundgut
Ordinarius für Waldbau der ETH in Zürich
anlässlich der IUFRO-Tagung der Abteilung I
Waldbau und Forstliche Umwelt
Ossiach - Österreich/Jugoslawien

Hamburg, den 9. September 1977

Sehr verehrter Herr Kollege,

die Abteilung I "Waldbau und forstliche Umwelt" des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten veranstaltet Ihnen zu Ehren ihre Abteilungstagung 1977 unter der Leitung unseres Kollegen Dusan Mlinsok. Hierzu möchte ich Ihnen meine herzlichste Gratulation und tiefe Mitfreude aussprechen. Ich bin überzeugt, daß dieser Gedanke von allen Mitgliedern der Abteilung I voll getragen wird, um Ihnen die große Anerkennung der Forstwirtschaftler, forstlichen Lehrer und der Praktiker für Ihre großartigen Leistungen auf vielen Gebieten der Forstwirtschaft, insbesondere des Waldbaus, auszusprechen. Darf ich mich, sehr verehrter Herr Kollege, in meiner Eigenschaft als Präsident der IUFRO dem großen Kreis Ihrer Verehrer anschließen und Ihnen im Namen unserer Ihnen seit langem eng vertrauten Organisation von Herzen für Ihre langjährige und sehr verdienstvolle Tätigkeit für die IUFRO meinen tiefen Dank sagen. Ich gratuliere Ihnen zu der spontanen Anerkennung, welche Ihnen die Abteilung Waldbau und Forstliche Umwelt der IUFRO durch ihre Tagung widmet und verbinde hiermit den Wunsch, daß Sie der Waldwirtschaft und der IUFRO auch weiterhin mit Ihren großen wissenschaftlichen Erfahrungen mit dem gleichen nüchternen Enthusiasmus hilfsbereit zur Seite stehen.

In vorzüglicher Hochachtung und in persönlicher Verbundenheit grüße ich Sie

Prof. Dr. W. Liese

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER IUFRO-TAGUNG / ABT. I

Ossiach - Slovenj Gradec 1977

ALLGEMEINES

Die Tagung der Abteilung I IUFRO, in deren Mittelpunkt das Thema "Waldpflege und ihre Weiterentwicklung" stand, wurde zu Ehren von Herrn Prof. Dr. H. Leibundgut, ETH Zürich, veranstaltet. Man wollte ihm damit einen Dank abstatten für seine Leistungen in Lehre und Forschung auf dem Gebiet der Waldkunde und Waldpflege. Der große Beifall, mit dem die Teilnehmer diesen Beschluß begrüßten, zeigte die Wertschätzung des Geehrten, seines Werkes, aber auch die von einem hohen Ethos getragene internationale Verbundenheit mit allen am Wald Arbeitenden.

Als Tagungsergebnisse verdienen hervorgehoben zu werden:

1. Ganzheitliche Betrachtung der Waldpflege

Der Forschung auf dem Gebiet der Waldpflege und der Anwendung ihrer Ergebnisse sind in Zukunft als Zielsetzung die Pflege der Wald-Ökosysteme und damit der Pflege des darin enthaltenen Holzkapitals zu Grunde zu legen.

2. Festlegung von Waldpflege-Fachausdrücken

Es soll eine Kommission beauftragt werden, Vorschläge zu Begriffsdefinitionen bis zum Kongreß in Tokyo/1981 auszuarbeiten.

Der Koordinator der Abteilung I ist beauftragt, mit geeigneten Leuten, die als Kommissionsmitglieder in Betracht kommen, Kontakt aufzunehmen.

3. Waldpflegeforschung

Die Forschung auf dem Gebiet der Waldpflege und ihre Anwendung soll sich zunehmend und im Sinne breiter Interdisziplinarität auf die grundlegenden naturwissenschaftlichen Ergebnisse stützen. Folgende Grundlagen sind besonders zu berücksichtigen:

- Grundlagen und Anwendung der Genetik
- Physiologie, insbesondere deren biochemische und molekularbiologische Grundlagen/z.B. Steuerungsmechanismen
- kausale Zusammenhänge in Waldökosystemen und deren Wechselwirkungen mit waldbaulichen Eingriffen, insbesondere auch im Hinblick auf die wirtschaftliche Effizienz der Waldpflege.

4. Die Verbindungen von Forschung und Praxis

Mit allen Mitteln ist die Umsetzung von Forschungsergebnissen auf die Praxis der Waldpflege zu fördern. Der Weiterentwicklung praxisnaher, der Selbstüberprüfung dienender experimenteller Methoden, mithin des sog. kognitiven Denkens, ist alle Aufmerksamkeit zu schenken. Diese Betrachtungsweise liegt schon der "Kontrollmethode", wie sie H. Biolley (L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale ..., Neuchâtel, 1920), gestützt auf A. Gurnaud (Le contrôle dans l'aménagement, Besancon, 1898) vorschlug, zu Grunde. Dadurch ließe sich auch der Gedanken- und Erfahrungsaustausch zwischen Forschung und Praxis fördern.

Die Institutionalisierung der Kontakte von Forschung, Lehre und Praxis durch Weiterbildungskurse, die alle Ausbildungsstufen umfassen, ist als unabdingbare Voraussetzung für die Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit der Wälder zu betrachten.

5. Das Nachhaltigkeitsprinzip

Allen Waldwirkungen in ihrer funktionellen Vielseitigkeit, aber auch der Tatsache, daß die auf den Wald gerichteten Bedürfnisse der Menschheit Veränderungen erfahren können, darf nur im Rahmen der Nachhaltigkeit Rechnung getragen werden. Darüber hinaus muß unablässig versucht werden, das Nachhaltigkeitsprinzip, d.h. jene ethische Haltung, die sich ihrer Verantwortung für eine weitgestreckte Zukunft bewußt ist, auf alle menschlichen Wirkungsbereiche zu übertragen. Dabei steht das Produktionspotential für alle erneuerbaren Naturgüter (Ressourcen) im Vordergrund.

9.11.1977

SUMMARY OF RESULTS IUFRO-CONFERENCE/DIVISION 1

Slovenj Gradec 1977

GENERAL REMARKS

This conference (main topic: "tending of woods and continued development of its methods") was organized in honor of Prof. Dr. Hans Leibundgut of the ETH Zürich (Switzerland) in grateful recognition of his work as teacher and scientist in the field of forest biology. By welcoming this decision all participants showed their deep respect for both his work and himself and proved the existence of some kind of international solidarity among foresters.

OUTSTANDING RESULTS OF THE MEETING

1. the importance of a comprehensive consideration of all questions concerning tending of woods:

Scientific research and all application of its results should be based henceforth on the main goals of silviculture: to preserve forest ecosystems and the biological capital they represent.

2. the need for fixing technical terms in this field:

A special committee will have to formulate proposals for exact definitions of technical terms by 1981 (congress in Tokyo). ¹⁾

3. future trends in scientific research:

In order to avoid any dangerous specialisation all research activities and applications of their findings should be based more on fundamental results of various biological sciences; particular importance should be attached to the following ones:

- basic knowledge and applications of forest genetics
- in the field of physiology, primarily bases of biological and molecular chemistry (such as studies on biological control mechanisms)
- analysis of causal relationships within forest ecosystems and damages eventually caused by silvicultural activities (which might also prevent economic efficiency of these measures)

¹⁾ The coordinator of division 1 will have to contact people qualified for membership in this committee.

4. how to link theory to practice:

It will be indispensable to promote a comprehensive application of scientific findings in silvicultural practice and to encourage the development of new experimental methods which should be both easy to handle and capable of enabling foresters to control during their practical work the adequacy of the methods applied. The so-called "control method", proposed by A. Gurnaud ("Le contrôle dans l'aménagement", Besançon, 1898) and H. Biolley ("L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale ...", Neuchâtel, 1920), was already based on this point of view. It is scarcely necessary to point out that a breakthrough of this mentality on a larger scale would facilitate a more comprehensive exchange of views between scientists and foresters: These contacts between scientific research, teaching and practice should be assured by courses of continued education including all levels of training in order to guarantee future improvements of efficiency in forestry.

5. the outstanding importance of yield sustension:

In any case, we may consider all the multiple functions of our woods and eventual changes of human interests only from the view-point of long range forest management. In addition to this we should keep on trying to apply this principle of sustained yield to all human activities since the standpoint adopted by continuous forestry corresponds to a responsible attitude towards our future. On the whole, we can be sure that securing restoration capacities of all biological resources of our planet will always remain one of the main subjects of human interests.

(translated by J. Mayer)

RESUME DES RESULTATS DE CONFERENCE IUFRO/DIVISION 1

slovenj gradec 1977

REMARQUES GENERALES

Cette conférence de la première division qui s'occupait avant tout des problèmes du développement continu des soins donnés à la forêt, avait été organisée en l'honneur de M. le professeur Dr. H. Leibundgut de l'ETH Zürich. Il s'agissait de le remercier de ses travaux excellents en matière de silviculture, aussi bien sur le plan de la recherche scientifique que dans le domaine de l'enseignement. L'approbation vive des participants témoignait non seulement de leur haute estime pour ce chercheur et de la portée considérable de son oeuvre, mais aussi de la bonne compréhension mutuelle au sein de la communauté internationale de tous ceux qui travaillent pour le bien des forêts.

En ce qui concerne les résultats concrets de la conférence, il convient de faire mention des suivants:

1. la considération compréhensive des soins donnés à la forêt:

Désormais l'utilisation de méthodes appropriées à la conservation des systèmes écologiques de la forêt et en même temps du capital qu'elle représente devra constituer l'objectif primaire de la recherche et de l'application des résultats dans ce domaine.

2. la définition exacte des termes techniques en cette matière:

Un comité special aura la tâche d'élaborer des propositions jusqu'au congrès de Tokyo en 1981. Le responsable de la coordination des activités de la première division est chargé d'entrer en contact avec les personnes capables de s'occuper de ce travail.

3. la recherche scientifique sur le plan des recherches écologiques:

Pour éviter une spécialisation dangereuse la recherche elle-même aussi bien que la mise en pratique de ses résultats devront se baser de plus en plus sur les résultats fondamentaux de la recherche écologique, parmi lesquels les matières suivantes devraient importer le plus:

- les éléments principaux de la génétique et leur mise en application

- en matière de physiologie surtout les principes de la biologie chimique et moléculaire (p. ex. les études des mécanismes de réglage)
- la question de savoir comment les activités silvicoles peuvent porter atteinte aux liens causaux dans les systèmes écologiques de la forêt, particulièrement en vue de la nécessité de rendre ces mesures efficaces aussi sur le plan économique.

4. relier la théorie et la pratique:

A tout prix il faudra promouvoir la mise en pratique des résultats de la recherche scientifique. Pour assurer l'application appropriée des mesures de sion, on continuera à fixer notre attention sur le développement de méthodes expérimentales qui seraient à la fois faciles à réaliser et capables de garantir un contrôle automatique des résultats, ce qui était déjà la conception de H. Biolley ("L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale ...", Neuchâtel, 1920) et de A. Gurnaud ("Le contrôle dans l'aménagement", Besancon, 1898).

C'est ainsi qu'on pourrait aussi favoriser l'échange des idées et des expériences entre chercheurs et forestiers. En assurant le maintien de ces contacts, des cours de perfectionnement qui devraient englober tous les degrés de la formation professionnelle, constitueront la condition nécessaire à l'augmentation continue de la capacité de production de nos forêts.

5. maintenir et élargir le principe du rendement soutenu:

Nous ne pouvons juger les multiples fonctions des forêts et les changements éventuels des besoins de l'homme à l'égard des bois que dans le cadre du caractère soutenu du rendement. On essayera même d'élargir ce principe à toutes les activités de l'humanité, parce qu'il correspond à une attitude pleine de conscience de notre responsabilité pour les siècles à venir. Il faudra donc s'occuper avant tout du potentiel de reproduction de toutes les ressources renouvelables de la nature.

(traduction par J. Mayer)

DIE THEORIE DER WALDPFLEGE IN BEZUG AUF ERKENNTNISSE DER NATUR- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN

M. VAN MIEGROET

A. DIE WISSENSCHAFTLICHE ERFAHRUNG

Die Waldpflege steht zentral in der waldbaulichen Tätigkeit. Sie hat den zahlreichen Beziehungen zwischen Wald und Menschen Rechnung zu tragen. Dazu kann sie die Erfahrungen aus vielen Forschungsgebieten verwerten.

Die ökologisch orientierte Forschung

Grundlegend für die waldbauliche Zielsetzung ist die Feststellung, daß die Leistung (Massenproduktion) einer Baumart standortsgebunden ist. Sie stimmt überein mit der Erfahrung der Ökologie, daß auch die Biomasse eines Ökosystems in Optimalzustand standortsbedingt ist. Die Waldpflege kann deswegen die Gesamtproduktion nach Holzmasse nicht wesentlich beeinflussen, ohne eingehende Änderungen in der Baumartenzusammensetzung der Bestände vorzunehmen. Sie kann aber wohl den brauchbaren Anteil der Produktion erhöhen, die Baum- und Bestandesqualität verbessern und den Einheitswert des Holzproduktes steigern.

Von waldbaulicher und ökologischer Erfahrung aus kann das Ziel der Wald- und Bestandespflege demzufolge auf zweifacher Ebene umschrieben werden:

Die waldbauliche Betriebsführung muß versuchen, sich dem Zustand der unveränderlichen Biomasse, kennzeichnend für das geschlossene Ökosystem, anzunähern, weil daraus ein optimales Gleichgewicht in Zeit und Raum zwischen Aufbau und Abbau entsteht. Dieses Ziel ist zu verwirklichen durch Beherrschung des Generationswechsels, Beschränkung der Verjüngungsfläche, Verlängerung der Verjüngungsperiode und Ordnung der Verjüngung nach Zeit und Raum.

In allen Waldtypen bewirkt die Bestandesbehandlung grundsätzlich eine Neuverteilung der Biomasse, die nach vielen Gesichtspunkten unternommen werden kann: Zwischen Baumorganen, zwischen Bäumen, zwischen Baumarten, zwischen Phytocönosen.

Unter allen Umständen ist die Pflegemaßnahme eine Biomasse-Manipulation, die Möglichkeiten bietet, aber die auch gefährvoll sein kann. Kurzfristige materielle Vorteile können leicht durch einseitige Ein-

griffe hervorgerufen werden, aber sie können auch Gleichgewichtsverlust bewirken und verminderte Tauglichkeit des Waldes für das angestrebte Betriebsziel mit sich bringen.

Die waldbauliche Grundlagenforschung

Die waldbauliche Grundlagenforschung begründet die Behandlungsmöglichkeit aus ökologischer Optik:

Im Naturwald ist Vorratsstabilität nur auf großer Fläche feststellbar. Auf kleineren Flächen treten Vorratsschwankungen auf durch Abwechslung von Gleichförmigkeitsphasen (Vorratsmaximum), Strukturzerfall (Vorratsabbau) und gruppenweiser Verjüngung (Vorratsminimum). Zur Vorratsstabilisierung sind deswegen genügend große Flächen in Betracht zu nehmen, sonst werden natürliche Bestandesentwicklungen abgebremsst oder Gleichförmigkeits- und Zerfallsphasen fixiert.

Jede Maßnahme zugunsten einer Komponente hat direkt einen manchmal negativen Rückschlag auf die anderen Komponenten. Am meisten aber zu beachten sind: Beschränkung der Baumkrone zur Verlängerung der astfreien Schaftlänge, Entfernung der dienenden Baumart, damit die Wirtschaftsbaumart mehr Standraum hat, Homogenisierung nach Alter, Baumart, Schichtung, Herkunft, Erbanlage usw.

Die vorgesehene Produktionshöhe stimmt mit einer entsprechenden Standortsbestockung überein: Aus dem optimalen Verhältnis zwischen den Waldkomponenten entsteht ein Gleichgewicht nach Raumverteilung, Struktur und Produktion, das die Nachhaltigkeit sichern kann.

Die Bindung zwischen Wald und Waldstandort bestätigt die Notwendigkeit der direkten und indirekten Standortpflege. Deswegen muß jede absichtliche Gleichgewichtszerstörung zur Erzeugung eines unmittelbaren Wirtschaftsvorteils durch eine vorangehende Analyse von Nutzen und Lasten belegt werden.

Leistungsfähigkeit und Konkurrenzvermögen der Bäume, der Baumarten und jeder Komponenten des Waldökosystems sind nicht unveränderlich. Innerhalb der Erbanlage ist das Konkurrenzvermögen durch Standort, Gesellschaftsaufbau und soziale Position des Einzelelementes bedingt. Außerdem spielen Veränderlichkeit der Energieaufnahme, unterschiedliche Wuchsgeschwindigkeit und nicht gleichzeitig auftretende Wachstumskulmination eine große Rolle.

Bestandesanalyse und Bewertung der Pflegeeingriffe erlauben, einige Grundprinzipien auszuschneiden, die eine brauchbare Ausgangslage für die Waldpflege und Bestandesbehandlung bilden können:

- Die Erziehbarkeit der Bestände und der Bestandesmitglieder.
- Die Möglichkeit der Wuchs- und Wertkonzentration im Auslesematerial.
- Die Notwendigkeit der zielbewußten Verteilung von Vorrat und Biomasse zur Optimierung der Funktionsleistungen.
- Die Veränderlichkeit von Wuchs- und Konkurrenzvermögen der Baumart (Standort) und des Einzelbaumes (soziale Position, Erb-anlage, Alter, usw.).

Ökologische Analyse und waldbauliche Grundlagenforschung beweisen gleichzeitig die Notwendigkeit der Erhaltung des Standortgleichgewichtes und der Strukturstabilität.

Die Brauchbarkeit der Waldpflege wird verstärkt durch ihre technischen Aspekte, die in einem breiteren Zusammenhang zu beurteilen sind: Das Studium der Wuchsgesetze ist wichtiger als die Durchführung von empirischen Pflegeexperimenten.

Die naturwissenschaftliche Forschung

Die Forschungserfahrungen der fundamentalen und angewandten Ökologie, der Genetik, der Physiologie und der Biochemie werden durch Waldwirtschaft und Waldbaupraxis ungenügend berücksichtigt.

Die Auswirkung der biochemischen, öko-physiologischen und genetischen Forschung wird am stärksten wirksam im Produktionswald, wo direkte Anwendungsmöglichkeiten vorliegen.

Der Übergang der Öko-Physiologie zur Simulation und die direkte Verbindung zwischen angewandter Genetik und Forstpflanzenzüchtung haben zur Waldhomogenisierung geführt und die Plantagenwirtschaft gefördert.

Im Mehrzweckwald, wo die Resultate synökologischer und öko-physiologischer Forschung sich berühren, gewinnen die praktischen Naturschutzmaßnahmen an Bedeutung.

Vor allem die Synökologie trägt zum Verständnis der Energiedurchströmungsphänomene, von Ernährungsketten und chorologischen Verbindungen bei. Diese Erkenntnisse bilden die Basis der bio-ökologisch orientierten Waldpflege.

Die ungenügende Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Erfahrung gelangt in der fehlerhaften Verbindung zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz zum Ausdruck. Erholung und Naturschutz auf den Wald bezogen, sind weder als unberechtigte Einmischungen, noch als Modeerscheinungen zu betrachten. Sie entsprechen einer wissenschaftlichen, sozialen und sogar wirtschaftlichen Realität. Die Untersuchungen von LEIBUNDGUT, FRÖHLICH u.a. haben genügend die Bedeutung von Waldreservaten und Urwaldforschung für eine aufgeschlossene waldbauliche Betriebsführung bewiesen.

B. DER SOZIALE DRUCK

Der soziale Druck auf den Wald wirkt vielseitig und entsteht nicht nur aus den Waldwohlfahrtswirkungen oder aus der Waldrecreation. Viele Probleme werden in der Tat verursacht durch die zunehmende Vielseitigkeit der Waldbenutzung, die zahlreichen neuen Beziehungen zwischen Wald und menschlicher Gemeinschaft, den wachsenden Einfluß der Öffentlichkeit und manchen Gegensatz zwischen allgemeinen und individuellen Belangen.

Aus diesen Umständen, sowie aus den schwächeren Beziehungen der Forstwirtschaft zum Geld- und Arbeitsmarkt (SPEIDEL), entstehen Spannungen, die einen direkten Einfluß auf die Waldpflege ausüben.

Die Frage nach Dienstleistungen

Neben den traditionellen Dienstleistungen des Waldes wie Erosionsschutz, Wasserspeicherung und Bodenreservebildung, sind neuerdings die indirekten und direkten Sozialleistungen wichtiger geworden.

Die indirekten Sozialleistungen sind schwer zu beurteilen und zu beeinflussen. Die direkten Sozialleistungen wie Naturschutz und Waldrecreation dagegen erfordern aktive Maßnahmen, bewirken betriebstechnische Freiheitsbeschränkungen und können ernsthafte Betriebsführungsstörungen verursachen.

Zunehmende Fragen nach Erholung im Freien, nach Waldrecreation insbesondere, werden bewirkt durch Konzentration der Bevölkerung, Umweltdegradation und Raumverlust infolge Verstädterung. Der Wirkungsgrad dieser Faktoren wird erhöht durch den hohen Wohlstand und die zunehmende Mobilität der Bevölkerung.

Zwischen 1959 und 1974 war in Belgien beispielsweise eine Abnahme des Landwirtschaftsareals um 10 % feststellbar. Gleichzeitig stieg der Anteil der nicht direkt oder indirekt bei der biologischen Produktion einbezogenen, durch Wohngebiete und Wirtschaftsinfrastrukturen eingenommenen Fläche von 10,1 % der Gesamtfläche im Jahre 1856 über 18,2 % 1950 bis 26,6 % im Jahre 1970. Die verfügbare Fläche in m² pro Einwohner verminderte sich zwischen 1856 und 1970 von 3351 auf 769 für das Ackerland, von 858 auf 69 für das Ödland, das als eine potentielle Naturreserve zu betrachten ist, und von 1072 auf 623 beim Wald, obwohl die gesamte Waldfläche während dieser Periode um 24 % zunahm.

Die zunehmende Frage nach Erholung im Walde ist zu erklären durch

- den Druck der städtischen Lebenswelt, die als hinderlich erfahren wird;
- die Ausdehnung von Motorisierung und Straßennetz, wodurch die Mobilität der Bevölkerung zunimmt und eine raschere Umweltsdegradation unvermeidlich wird;

- die Verminderung biologischer Auffangräume durch Abnahme des Landwirtschaftsareals und Verschwinden der Ödlandflächen.

Die waldbauliche Betriebsführung muß die soziale Realität akzeptieren, auch wenn Waldbesuch vernichtend wirken kann, sobald die maximale Besucherdichte überschritten wird. Sie kann sich aber nicht mehr auf lediglich passive Aufnahme des Waldbesuches beschränken. Sie muß organisatorische Maßnahmen treffen und hat ein funktionelles Benutzungsgleichgewicht zu bewirken.

Der Gegensatz der Ansprüche

Der Wald wird in zunehmendem Ausmaß in den Gedanken- und Interessenkreis von Gruppen und Wissenschaftsgebieten mit unterschiedlichen Auffassungen über seine Rolle einbezogen. Aus einer derartigen Situation müssen Reibungen und Kompetenzkonflikte entstehen.

Eine erste Reihe von Konflikten entsteht aus dem Gegensatz zwischen individuellen und kollektiven Interessen, obwohl beide walderhaltend und waldzerstörend wirken können. Der Rückschlag durch individuelle Wohlfahrtvorsorge (Wohnungsbau, Parzellierung, Raubbau, Jagd etc.) ist aber meistens viel größer als die Folgen der kollektiven Wohlfahrts-einrichtungen, die besser zu kontrollieren und zu beherrschen sind.

Die individuelle Wohlfahrtvorsorge zeigt eine immer deutlicher zum Vorschein tretende Entwicklungstendenz, die in der Mitte des 19. Jahrhunderts nur in der oberen sozialen Schicht bemerkbar war. Sie ist meistens sehr anspruchsvoll, erhöht den individuellen Raumbedarf über die durchschnittlich pro Kopf verfügbare freie Fläche und erfordert Aufwendungen, die direkt oder indirekt der Gemeinschaft und der kollektiven Wohlfahrtvorsorge entzogen werden, die dadurch auch noch mit verschärftem Raummangel konfrontiert wird.

Spannungen werden auch verursacht durch einseitige Waldbenutzung, die nicht mit dem herrschenden Raummangel und dem heutigen Walddefizit in Übereinstimmung gebracht werden kann und entstehen aus dem falsch verstandenen Beispiel der monofunktionellen Raumverteilung in Ländern mit großen Bodenreserven.

Die meisten Reibungen auf dem Gebiet der Waldbestimmung entstehen jedoch aus der Frage, welcher Vorrang der materiellen Produktion bzw. der Erholung und dem Naturschutz zu geben ist.

Waldrecreation erfordert Infrastrukturen, die mit den wesentlichen Waldmerkmalen, den Ansprüchen der Erholungssuchenden und der Erhaltung von funktioneller Vielseitigkeit des Waldes in Einklang zu bringen sind. Das Problem ist keineswegs gelöst durch Konzentration der Besucher auf einen Teil der Waldfläche, damit die materielle Produktion unbehindert im übrigen Teil des Waldareals organisiert werden kann. Die Nachteile des Waldbesuches sind vorzugsweise durch

Vereinfachung der Infrastrukturen zu reduzieren, wodurch die Eigenart der Waldrekreation anerkannt und bestätigt wird, sowie durch Verbesserung der Waldzugänglichkeit, wodurch eine Streuung des Erholungsverkehrs möglich wird.

Auch zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz kommen noch zahlreiche Konflikte vor. Die forstliche Seite hat jedoch zu bedenken, daß Naturschutz an erster Stelle eine wissenschaftlich, sozial und auch wirtschaftlich völlig begründete Abwehrreaktion ist, die aus verschiedenen Gründen die weitere Abnahme des natürlichen Reichtums zu verhindern versucht.

Der Forstmann befürchtet externe Einmischung; er lehnt Eingriffe in den Wald ab, die, nach seiner Meinung, Produktionsverluste und Verminderung der Wirtschaftsfläche hervorrufen könnten. Er reagiert automatisch gegen Naturschutzmaßnahmen, die nicht direkt zu seiner Denkwelt gehören oder nicht mit den traditionellen Auffassungen über Holzproduktion übereinstimmen.

Die Gegebenheiten von Waldbau und Naturschutz sind aber sehr gut miteinander zu verbinden. Die Raumansprüche des Naturschutzes sind beschränkt und beziehen sich meistens auf schwierig erreichbare Standorte niedriger Produktionsfähigkeit. Andererseits ist Waldpflege auf Nachhaltigkeit, Variabilität und Strukturstabilität abgestimmt, eine hervorragende Naturschutzmaßnahme.

Auf keinen Fall ist deswegen eine Verschärfung der Gegensätze: "Wohlstand - Wohlbefinden", "Wirtschaftsnutzen - Sozialerzeugung", "Materielle Produktion - Dienstleistung" erwünscht. Außerdem ist zu sagen, daß diese anscheinend entgegengesetzten Ansprüche und Motivierungen im gleichen Kraftzentrum entstehen und ausgleichend aufeinander einwirken. Aus der ununterbrochenen Interferenz verschiedener Ansprüche, kann demzufolge ein Benutzungsgleichgewicht entstehen, das den Bedürfnissen, der kulturellen Entwicklung und dem Wohlstand der Gemeinschaft entspricht. Aus sozialen Überlegungen kann und darf die Forstwirtschaft die Entstehung eines derartigen Benutzungsgleichgewichtes nicht verhindern und nicht verzögern.

Das Arbeitsproblem und die Produktionskrise

Die Auswirkung der Waldpflege wird mitbestimmt durch Umfang und Qualität des Arbeitseinsatzes. Sie hat aber seit einigen Jahren mit Arbeitsmangel und steigenden Lohnkosten zu rechnen und wird in dieser Hinsicht stark beeinflusst durch folgende Phänomene:

1. Die Abnahme der verfügbaren Arbeitskapazität (sogar um 70 % zwischen 1953 und 1969 in der D.B.R.) vor allem der Saisonarbeit durch
 - a) die zahlenmäßige Verminderung der Landwirtschaftsbetriebe (jährlich um 7.900 Einheiten zwischen 1959 und 1974 in Belgien);

b) Betriebsvergrößerung in der Landwirtschaft (von 6,17 ha auf 9,84 ha zwischen 1959 und 1974 in Belgien).

2. Die Abnahme des Arbeitseinsatzes infolge der ungleichen Steigerung von Holzpreisen einerseits und von Löhnen und Sozialauslagen anderseits.
3. Fortschreitende Waldaufteilung durch Straßenbau, Ausdehnung von Wohngebieten, Industriesiedlung, Ausbau von ökonomischen Infrastrukturen und Entwicklung des Waldbesitzes zu einem Statussymbol.

Belgien: Durchschnittliche Waldbetriebsgröße 5,57 ha; 106.550 Privatwaldbesitzer mit durchschnittlich 3,13 ha und 88.030 Besitzer mit weniger als 2 ha Wald.

D.B.R.: Durchschnittliche Waldbetriebsgröße 10,53 ha und 422.701 Besitzer mit weniger als 2 ha Wald.

Dadurch entstehen Zweifel über die nachhaltige finanzielle Rentabilität des Forstbetriebes, so daß eine Nutzholzversorgung zu Lasten der Öffentlichkeit gehen könnte, wenn keine grundsätzlichen Umstellungen eintreten oder keine zweckmäßige Reorganisation vorgenommen wird.

Die Zunahme der Betriebskosten, die ungenügende Arbeitskapazität, die fortschreitende Waldaufteilung, die Verminderung der finanziellen Rentabilität führen in vielen Fällen bereits zur Umstellung der Waldpflege und zur Verlegung der Behandlungsschwerpunkte:

- Umstellung auf Naturverjüngung, wo die Möglichkeit besteht, und Vermeidung von Kahlschlag, weil die Aufforstungskosten mit 700 bis 2.000 Dollar/ha zu hoch liegen und auch nicht genügend Arbeitskräfte verfügbar sind.
- Beschränkte Mechanisierung, weil die erforderlichen Investitionen zu hoch sind.
- Aufteilung der waldbaulichen Ausleseaufgabe : Genetische Selektion im Pflanzgarten und phänotypische Auslese im Walde.
- Konzentration der Eingriffe auf die Jungbestände, wo die Eingriffe leichter und dadurch billiger sind.

C. DAS BEHANDLUNGSOBJEKT

Walderhaltung, Rohstoffproduktion und Dienstleistung sind die Hauptmotive der heutigen Waldbenutzung.

Mit Rücksicht auf die Verminderung des Waldareals und der verfügbaren Waldfläche pro Einwohner, ist Walderhaltung zu einer primären Aufgabe geworden: Definitive Waldvernichtung ist zu vermeiden und

jeder Kahlschlag muß durch eine entsprechende Aufforstung kompensiert werden.

Rohstoffproduktion und Dienstleistung stehen in einer unterschiedlichen Beziehung zueinander, aber sie schließen sich gegenseitig keineswegs aus.

Den dominierenden Teilfunktionen und der Benutzungsweise nach sind vier fundamentale Waldtypen zu unterscheiden: Mehrzweckwald, Produktionswald, Waldreservat und Plantage. Diese Waldtypen weisen viele gemeinschaftliche Funktionen auf. Jeder Typ unterscheidet sich außerdem durch eine vorherrschende Benutzungsweise und eine darauf abgestimmte Behandlung.

Fast exklusive Funktionen sind das Merkmal von extremen Waldtypen: Naturschutz im Waldreservat und maximale Rohstoffproduktion in der Plantage.

Mehrzweckwald und Produktionswald bilden vielgestaltige Übergänge zwischen den Extremen und berühren sich auch gegenseitig.

Im Produktionswald dominieren Rohstoffproduktion und die direkte ökonomische Wertleistung, manchmal unter Bevorzugung der Massenproduktion, aber ohne jedoch die immaterielle Dienstleistung zu verunmöglichen.

Im Mehrzweckwald bleibt die Rohstofffunktion gültig, aber Wohlfahrtswirkungen und soziale Dienstleistungen werden nachdrücklicher entwickelt. Die Produktion wird außerdem auf Qualitätsverbesserung abgestimmt.

Diese Waldtypen entsprechen einer Benutzungs- und Betriebsführungsrealität. Spannungen entstehen, sobald auf exklusive Funktionen hingezielt wird und die Ausübung von anderen Funktionen dadurch gefährdet wird, weil nicht genügend Waldfläche zur Verfügung steht.

Es ist dabei zu bedenken, daß die unterschiedlichen Waldtypen viele gemeinschaftliche Merkmale haben und weitgehend gleichartige Funktionen ausüben. Die Erhaltung der betreffenden Lebensgemeinschaften in einer erwünschten Form erfordert Eingriffe zur Regulierung der Konkurrenz- und Wuchsverhältnisse durch Raumverteilung, die für alle Waldtypen grundsätzlich ähnlich sind.

Der Übergang zwischen den Waldtypen ist außerdem leicht durchführbar und muß außerdem zu jeder Zeit durchführbar bleiben, um der sozial-ökonomischen Entwicklung, sowie Verschiebung von Bedürfnissen folgen zu können. Zur Beschränkung der Schäden und Verteilung der Lasten muß die direkte soziale Nutzwirkung des Waldes auf größter Fläche gestreut werden. Es ist auch nicht undenkbar, daß in wenigen Jahren jede Art des Baumwuchses in Europa eine Rolle in der Rohstoffproduktion zu erfüllen haben wird.

Die Basisprinzipien der Waldpflege sind also in allen Waldtypen grundsätzlich gleich. Unter allen Umständen besteht als eine ihrer wichtigsten Aufgaben die Regulierung der Lebensverhältnisse innerhalb der Gemeinschaft. Sie verfolgt dazu grundsätzlich ähnliche Teilaufgaben in allen Waldtypen: Kontrolle der Konkurrenz, Raumverteilung, Struktur-
aufbau, Lenkung der Wertproduktion.

Der Zentralpunkt der Waldpflege ist die Lenkung der Stammzahlabnahme: Der Eingriff läuft der spontanen Entwicklung voraus, entfernt bestimmte Bäume nach konkreten Voraussetzungen und gibt dem Elitematerial mehr Wuchsraum, sowie bessere Energieaufnahmemöglichkeiten: Die Behandlung bewirkt Erhaltung und Dominanz der erwünschten Komponenten, die von optimierten Entwicklungsmöglichkeiten genießen können.

D. DIE WALD- UND BESTANDESPFLEGE

Die grundlegenden Behandlungsaufgaben gehen von unveränderlichen Anforderungen aus.

1. Optimale Entwicklung der bio-ökologischen Funktion jedes Waldes, damit der natürliche Reichtum erhalten bleibt und die Vielseitigkeit der Wertproduktion garantiert ist.
2. Sicherung einer maximalen Anzahl von zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten.
3. Regulierung der Beziehung zwischen Stoffproduktion und Dienstleistung,
4. Erhaltung von Wahlmöglichkeiten hinsichtlich Baumart, Struktur und Raumverteilung.
5. Schutz der Rohstofffunktion, der in jedem Wald, ungeachtet der heutigen Benutzungsweisen, eine primäre Bedeutung beizumessen ist.

Die Entwicklungstendenzen

Die Verminderung der verfügbaren Waldfläche pro Einwohner muß durch Steigerung der Produktion pro Flächeneinheit, sowie durch Erhöhung der Produktivität, bzw. durch Intensivierung von Pflege und Betriebsführung kompensiert werden. Das erreichbare Maximalniveau der Pflegeintensität wird grundlegend bestimmt durch das erreichbare Niveau der nachhaltigen Werterzeugung.

Obwohl die Waldpflege vermehrt auf Benutzungsvielseitigkeit zu orientieren ist, liegt der Benutzungsschwerpunkt noch immer und wahrscheinlich noch für längere Zeit bei der Holzproduktion.

In Wäldern, exklusiv oder vorzugsweise der Holzproduktion zugeteilt, bezweckt die Betriebsführung fast immer die Maximierung von Vorrat und Zuwachs, in Holzvolumina zum Ausdruck gebracht.

Eine gut entwickelte Wohlfahrtswaldbewirtschaftung hingegen ist schwer mit der ausgesprochenen Technik der Massenproduktion zu verbinden. Dies hat zur Folge, daß die materielle Produktion auf Qualitätserzeugung abgestimmt wird. Außerdem wird versucht die verminderte Hiebsintensität, die geringere Hiebsfläche und die Zuwachsabnahme zu kompensieren durch Werterhöhung pro Raumeinheit des brauchbaren Schaftteiles.

Hinsichtlich der Betriebsorientierung gelangt die Massenproduktion auch besser zum Ausdruck im Großflächenbetrieb und in der Plantagenwirtschaft, wo die Effizienz der technischen Betriebsführung durch Mechanisierung und Homogenisierung gefördert werden kann.

Soziale Waldbenutzung bewirkt ihrerseits den Übergang von der kollektiven zur individuellen Baumpflege. Die unvermeidlichen Beschränkungen betriebstechnischer Art zwingen zur Konzentration der Wuchskräfte und der materiellen Werterzeugung auf Exemplare guter Qualität, hinsichtlich Baumform und Holzeigenschaften.

Der Generationswechsel

Es gehört auch zu den Aufgaben der Waldpflege, den Generationswechsel (die Walderneuerung oder Waldverjüngung) vorzubereiten oder ihn wenigstens nicht zu verunmöglichen.

Die Verjüngungsweise

Jede Verjüngungsweise ist empfehlenswert, die den Generationswechsel kontinuierlich verlaufen läßt und der waldbaulichen Zielsetzung maximal dient. Ihre Wahl hängt manchmal mit den Betriebsführungsverhältnissen zusammen, und gute Bestände können sowohl aus Naturverjüngung als aus Kunstverjüngung entstehen.

Naturverjüngung bietet bio-ökologische Vorteile. Sie zerstört weniger die Erscheinungsform und das Strukturgleichgewicht. Sie läßt Aufforstungskosten vermeiden, aber erfordert intensivere Jungbestandespflege.

Kunstverjüngung erlaubt die Möglichkeiten der genetischen Auslese maximal auszunutzen. Sie verlangt bedeutende Auslagen zur Bestandesbegründung, aber weniger Eingriffe während der Jugendphase.

Der günstige Verlauf des Generationswechsels hängt, ungeachtet der Verjüngungsweisen, hauptsächlich ab von Vorbereitung, Durchführung und Jungwuchspflege.

Die Wahl einer bestimmten Verjüngungsweise braucht keine prinzipielle Einstellung zum Ausdruck zu bringen. Sie ist manchmal unvermeid-

lich oder aufgezwungen durch standörtliche oder forstpolitische Umstände. Die beiden Verjüngungsweisen werden zunehmend kombiniert und Kunstverjüngung ist öfters nur eine einmalige Operation zur Besiedelung von neuen Standorten. Sie wird manchmal, am Ende der ersten Generation, durch Naturverjüngung abgelöst.

Der Pflanzverband

Die neuzeitliche Bevorzugung von erweiterten Pflanzverbänden hat einen finanziellen Grund. Außerdem sind die üblichen Vorwürfe gegen weite Pflanzverbände stark zu relativieren:

- Die potentiell schlechtere Formentwicklung der Bäume wird kompensiert durch ihre potentiell bessere Erbanlage.
- Erhöhte Energiezufuhr bewirkt Zuwachsgewinn, der den Verlust durch Zunahme der Evapo-Transpiration normalerweise übertrifft.
- Die Pflege wird von Anfang an konzentriert auf die Regulierung der Umweltseinflüsse.
- Die Kandidaten für den Endbestand werden frühzeitig selektiert.

Außerdem können viele Nachteile der weiten Verbände durch rechtzeitigen Aufbau von guten bestandsklimatischen Bedingungen aufgefangen werden.

Die Betriebsart

Die Wahl von weiten Pflanzverbänden ist andererseits auch nicht direkt der Bevorzugung des Kahlschlagsystems gleichzusetzen. Kahlschlag auf großer Fläche wird zunehmend als Waldvernichtung angesehen, aber auch bei beschränkter Ausdehnung als gefährlich und hinderlich erfahren.

Nicht nur ökologische Argumente, sondern auch die Zunahme der Aufforstkosten, haben Beschränkungen von Kahlschlag und sogar der Kahlstellung zur Verjüngung verursacht. Gruppenweise Bestandesverjüngung und Verjüngung unter Schirm sind jedenfalls üblicher geworden als früher, wobei der Einfluß von Naturschutz und sozialer Waldbenutzung sicher eine Rolle spielt. Flächenbeschränkung der einzelnen Verjüngungseinheiten hat einen positiven Einfluß auf die Kontinuität der Erscheinungsform und auf die bio-ökologische Stabilität. Gleichlaufend vergrößert sich aber auch die Anzahl der Verjüngungskerne, steigt der Arbeitseinsatz und nehmen die Pflegekosten zu.

Diese Voraussetzungen führen zur Folgerung, daß eine femelschlagartige Betriebsführung die meisten Vorteile bietet. Sie kann sich sowohl der Naturverjüngung als der Kunstverjüngung oder einer gemischten Verjüngungsart bedienen. Die Verjüngungsgruppen müssen genügend groß sein, um

- die optimale Entwicklung der Jungbestände gewährleisten zu können;

- als technische Behandlungsuntereinheit zu dienen;
- die Anzahl der Verjüngungseinheiten zu beschränken und dadurch die Übersichtlichkeit der Betriebsführung zu verbessern und die Betriebsplanung zu vereinfachen.

Die Verjüngungsperiode

Alle Einflüsse, die eine Beschränkung der Hiebs- und Verjüngungsflächen mit sich bringen, bewirken gleichzeitig auch die Verlängerung der Verjüngungsperiode. Dadurch wird auch die Veränderung des Waldaufbaues verzögert. Diese Tatsache wird durch den Waldbesucher positiv bewertet, ist aber aus forstwirtschaftlichen Überlegungen nicht unbedingt als optimal zu betrachten.

Auch in dieser Hinsicht liegen viele Übergänge vor zwischen dem Waldreservat mit minimaler Verjüngungsfläche und maximalem Verjüngungszeitraum und der Plantage, wo das Umgekehrte gilt.

Eine Verlängerung der Verjüngungsperiode ist zweckmäßig in allen Fällen, wo grundsätzlich auf Erhaltung (Vorrat, Struktur, Erscheinungsform) hingearbeitet werden muß. Sie erhöht aber die Betriebskosten, da Bestandesaufteilung und Zersplitterung des Arbeitseinsatzes den Arbeitsertrag negativ beeinflussen. Aus diesen Gründen werden Kunstverjüngung, Abkürzung der Verjüngungsperiode und größere Verjüngungsflächen bevorzugt durch die finanziell orientierte Massenproduktion.

Die eigentliche Pflege

Die Behandlungseinheit

Die Effizienz von Planung und Durchführung der Waldpflege wird bestimmt durch die Waldaufteilung in Behandlungseinheiten. Diese müssen eine kohärente Struktur aufweisen, deutlich zu unterscheiden und genügend ausgedehnt sein, um einen direkten Arbeitseinsatz zu ermöglichen. Der Bestand und die große Gruppe entsprechen diesen Bedingungen.

Die Pflege kann genauer auf die Bestandesentwicklung abgestimmt werden, wenn die Behandlungseinheit kleiner wird und kleinstandörtliche Unterschiede berücksichtigt werden. Gleichzeitig vergrößert sich jedoch der Arbeitseinsatz pro Flächeneinheit.

Große Standortvariation und hohe Arbeitsintensität erlauben detaillierte Raumverteilung. Einheitliche Standortverhältnisse dagegen erfordern größere Behandlungseinheiten.

Die Entwicklungsphasen

Wenn sich die Behandlung auf die Bestandesentwicklung einspielen muß,

wird es nötig, den Bestandesentwicklungszustand zu jeder Zeit genau erfassen zu können. Aus praktischen Überlegungen werden dazu Bestandesentwicklungsphasen unterschieden, die mit Vorteil vom Baumwachstum ausgehen.

Im Lebensablauf der Bäume hat LEIBUNDGUT drei Phasen unterschieden:

Die Jugendphase = Ständige Wachstumszunahme.

Die optimale Phase = Wuchskulmination.

Die Altersphase = Ständige Wachstumsabnahme.

Wenn sich die Unterschiede zwischen den Einzelbäumen vermindern (Homogenisierung nach Baumart, Alter, Erbanlage usw.) evoluiert die Reihenfolge der individuellen Entwicklungsphasen zu einer Kollektiverscheinung vor allem in der Bestandesoberschicht, wo der Holzvorrat konzentriert ist.

Diese Bestandesentwicklungsphasen treten auf immer kleineren Flächen hervor, je größer die Unterschiede zwischen den Bestandeselementen und die Standortsvariationen werden. In den meisten Wäldern ist der Bestandesablauf aber gut zu verfolgen auf Raumeinheiten verschiedener Ausdehnung. Die Abkürzung der Verjüngungsperiode erleichtert die deutliche Abgrenzung der einzelnen Entwicklungsphasen, wozu die Wachstumskulminationen (Stammzahl, Höhenwuchs, Durchmesserzuwachs, Volumenzuwachs, Wertzuwachs, Verjüngung) gut verwendbar sind.

Die Pflegemotive

Die alters- und phasengebundenen Phänomene werden als Ausgangspunkt für eine Reihe von zeitlichen und spezifischen Pflegeaufgaben genommen. Gleichzeitig muß die Behandlung aber auch ständige Aufgaben erfüllen, die Bestandesentwicklung kontinuierlich verfolgen, die Stammzahlverminderung ununterbrochen beeinflussen, Vorrat und Wert konzentrieren auf eine ständig abnehmende Anzahl von Baumindividuen bester Qualität und gute Umweltsbedingungen zur optimalen Entwicklung der Zukunftsbäume schaffen.

Bei fortschreitender Homogenisierung beabsichtigt die Behandlung immer mehr die Regulierung von Stammzahlabnahme und horizontaler Raumverteilung (Stammzahlreduktion und Abstandsregulierung).

Wenn dagegen Ungleichheit und funktionelle Vielseitigkeit im Walde zunehmen, wird die Behandlung komplizierter und ist der Einfluß auf die Stammzahlabnahme mit der Verwirklichung von verschiedenen Zielen verbunden:

- Erhöhung der Überlebenschancen der besten Elemente.
- Aufbau von guten Wuchsbedingungen für das Auslesematerial.
- Progressive Wertkonzentration
- Funktionelle Raumverteilung, damit jeder Baum die besten Dienste

zugunsten der gesamten Lebensgemeinschaft leisten kann.

In der initialen Phase sind alle Einflüsse zu verstärken, die eine Stammzahlzunahme bewirken und alle Einwirkungen abschwächen, die eine Stammzahlverminderung verursachen. Daraus entstehen grundsätzlich vier alternative Teilzielsetzungen:

1. Abkürzung der Verjüngungsperiode (Minimale Zeit).
2. Optimierung der Stammzahl am Ende der geplanten Verjüngungsperiode (Maximale Stammzahl).
3. Erreichen einer bestimmten Stammzahl in kürzerer Zeit (Analoge Stammzahl).
4. Erreichen einer höheren Stammzahl nach einer gegebenen Zeit (Analoge Zeit).

Zwischen Stammzahlkulmination und Kulmination des Wertzuwachses wird die Regulierung der aufeinanderfolgenden Kulminationen wichtig. Nach der Wertzuwachskulmination kann nur die irreversibel eintretende Senilität verzögert werden und deshalb ist mit der Vorbereitung des Generationswechsels zu beginnen.

Die Auslese

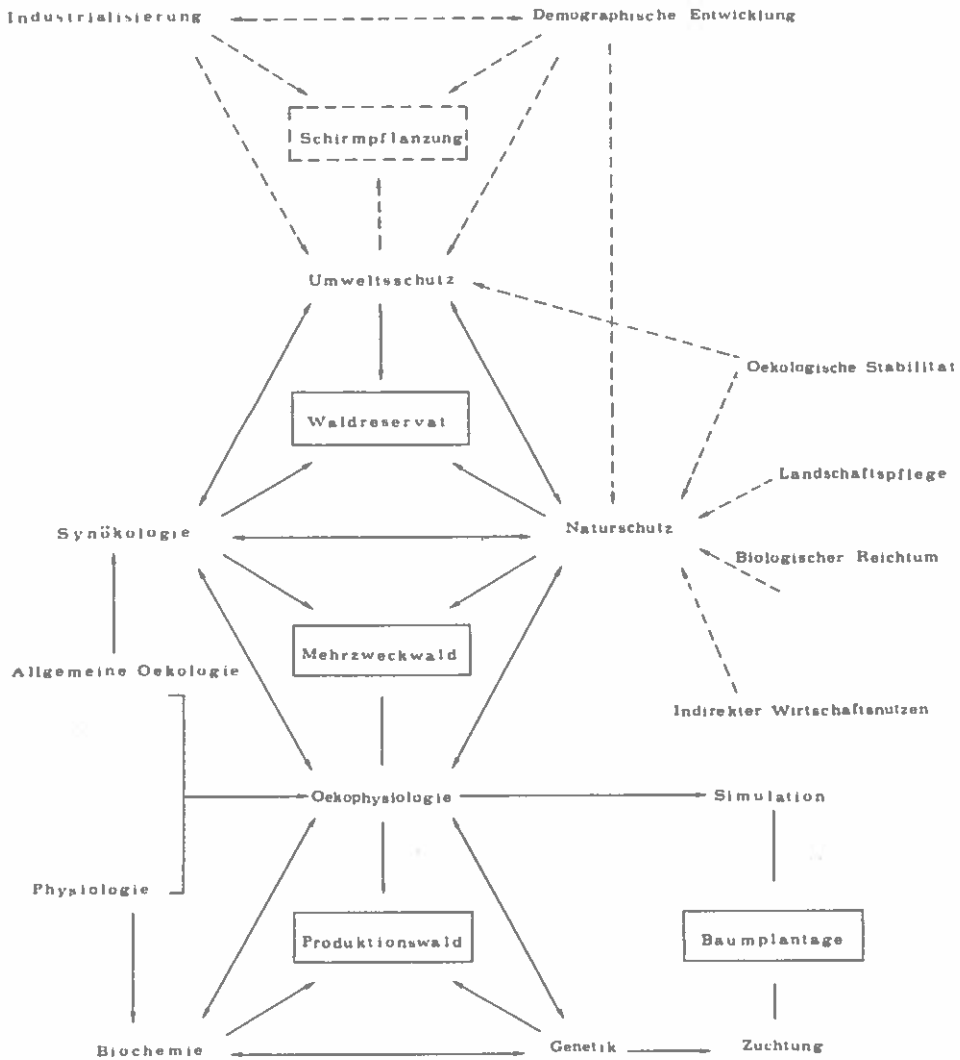
Während der gesamten Behandlung spielt die Auslese oder Selektion ständig eine große Rolle. Sie geht aus von Wachstum und Formentwicklung der Bäume, Art und Umfang der unmittelbaren Umweltsbeeinflussung, sowie Effizienzgrad der Energieverarbeitung.

Sowohl durch phänotypische als durch genotypische bzw. genetische Auslese sind hervorragende Resultate zu erreichen, aber es ist zweckmäßig, die beiden Ausleseweisen deutlich zu unterscheiden und sogar in der praktischen Durchführung zu trennen.

Genetische Auslese ist in natürlich verjüngten Beständen, wo keine gute Information über die individuelle Erbanlage vorliegt, nur in Ausnahmefällen durchführbar. Ihre Möglichkeiten sind größer in Kunstbeständen und maximal in der Plantagenwirtschaft, die von klonalem und sogar von monoklonalem Material ausgehen kann.

Nach der Bestandesbegründung und ungeachtet der Verjüngungsweise wird die phänotypische Auslese zweifellos in den Vordergrund gerückt. Sie ist vielfach die einzige reale praktische Möglichkeit. Sie wirkt mit zunehmender Effizienz, wenn das dominierende Bestandesmaterial genetisch einheitlicher ist und individuelle Wuchsvariationen deutlicher auf Art- und Standortsunterschiede zurückgeführt werden können.

Konsequente phänotypische Auslese mit zweckmäßiger Umweltgestaltung verbunden, ist ein sicheres Mittel zur Verbesserung von Baum- und Bestandesqualität. Es ist außerdem vorteilhaft, die Auslese, wenn und wo möglich, in die Richtung Jugendphasen zu verschieben: Die Auslesemöglichkeiten werden größer, die Eingriffe einfacher und die Investitionen geringer.



SCHLUSSBETRACHTUNG

Unter dem Druck der sozio-ökonomischen Entwicklung muß die Waldbewirtschaftung vermehrt auf Vielseitigkeit abgestimmt werden, vor allem, weil sich die verfügbare Waldfläche pro Einwohner ständig vermindert und die Anforderungen zahlreicher und größer werden. Einseitigkeit ist aus bio-ökologischen, waldbaulichen und sozialen Gründen zu vermeiden und nicht zuletzt, weil die einseitige Entwicklung einer bestimmten Waldfunktion Gefahren einschließt.

Die Aufgabe der Waldpflege wird durch die Vielseitigkeit der Anforderungen auch immer wichtiger und viel umfassender. Sie bezweckt grundsätzlich die Walderhaltung und eine optimale, ausgeglichene, nachhaltige und vielseitige Produktions- und Dienstleistung. Ihre Wirkungsmittel sind die Beeinflussung bzw. Lenkung der Stammzahlabnahme und die Wertkonzentration mittels Auslese und Umweltgestaltung.

Die Erkenntnis dieser innewohnenden Vielseitigkeit, der Veränderlichkeit der Werterzeugung, der Bedeutung der forstpolitischen Verhältnisse und der betriebstechnischen Umstände führt zur Folgerung, daß die Ausarbeitung von einheitlichen und allgemein gültigen Pflegevorschriften unmöglich und undenkbar ist.

Es muß auch keine Einheitlichkeit der Methodik und der Ausführungstechnik angestrebt werden, aber es ist dagegen sehr wichtig, weitgehende Übereinstimmung über Grundlagen, Zielsetzungen und Mittel der Waldpflege zu erreichen.

DIE ANFORDERUNGEN DER UMWELTGESTALTER, DER LANDSCHAFTSPFLEGER UND DER LAND- SCHAFTSPLANER AN DIE WALDBEWIRTSCHAFTUNG

Anton J. VAN DER POEL

Wageningen/Niederlande

In der technologischen Entwicklung ist der Mensch im letzten Jahrhundert weit fortgeschritten. Sogar den Mond besucht der Mensch und in unserem Wohnzimmer sehen wir uns das an, wir fotografieren Mars und Venus, aber die Wüste dehnt sich weiter aus. Ich brauche nur den Ortsnamen Seveso zu nennen, um in Erinnerung zu rufen, wie weit uns die technische Entwicklung von einer gesunden Umwelt weggeführt hat.

Umweltverursachte physische und psychische Leiden nehmen ständig zu und manche Krankheiterscheinungen sind auf gestörte äußere Lebensbedingungen zurückzuführen. Dem Lärm können wir kaum noch entfliehen.

Trotzdem stelle ich fest, daß man in jedem politischen Programm einen Absatz findet über den Kampf für eine gesunde Umwelt. Die kämpferischen Demonstrationen zur Abwehr des Baus von Kernzentralen, wie in Deutschland, sprechen in dieser Beziehung für sich.

Jedermann ist sich wohl der Umweltgefahren bewußt, und jedermann weiß, daß sich diese Gefahren zunehmend ausdehnen.

Was hat man aber unter Umwelt zu verstehen? Am liebsten schließe ich mich der Definition von STUGREN an, d.h.: die Umwelt ist die Gesamtheit der materiellen Dinge, Erscheinungen und Energien, von denen das Dasein eines Lebewesens abhängt.

Die Gesamtheit der materiellen Dinge, Erscheinungen und Energien umfaßt ein komplexes System von Wechselwirkungen, die bei der Raumplanung in Betracht gezogen werden müssen. Denn in der Raumplanung geht es vor allem darum, das Dasein des Menschen zu wahren. Innerhalb dieses komplexen Systems sind Teilsysteme auszuscheiden, die in ihrer Natürlichkeit und Komplexität unterschiedlich sind.

Bei der Aufstellung der dritten Anleitung zur Raumplanung in Holland hat man nun versucht, eine Gliederung durchzuführen. Darin wurden acht Umwelttypen unterschieden:

1. dynamische, aquatische Umwelt
(Meer, Ästuarium, Fluß)
2. natürliche Umwelt
(naturnaher Wald, Moore, Dünen)
3. halbnatürliche Umwelt

- (halbnatürliche Wiese, Forst)
4. Landwirtschaft
(Äcker, Produktionswiese, Obst- und Gartenbau)
 5. Erholungsgebiete
(Schwimmbäder, Sportplätze, Campings)
 6. Überbauung
(Fleck → Metropole)
 7. Industrie
 8. Abfallablagerungen.

Jeder Teil dieses Systems übt bestimmte Funktionen aus, die einander beeinflussen. Um eine bessere Einsicht in diese Wechselwirkungen zu gewinnen, ist eine ökologische Interaktionsanalyse notwendig, wobei man sich die Frage zu stellen hat, wie die Erfüllung der einen Funktion sich auf eine andere auswirkt.

Es ist der Problemkreis der unerträglichen gesellschaftlichen Entwicklungen einerseits und die Erfüllung der Funktionen andererseits zu lösen.

Die Bindeglieder zwischen beiden sind die Nebeneffekte der Aktivitäten nach Eignung der natürlichen Umwelt für die Erfüllung bestimmter Funktionen. Zuerst wurden dazu die gesellschaftlichen Aktivitäten und ihre Einflüsse auf die Umwelt inventarisiert und kartiert. Um nachher eine Voraussage machen zu können über Art und Ausmaß der zu erwartenden Effekte von Aktivitäten ist noch ein Zwischenschritt notwendig, das ist die Empfindlichkeitsbestimmung von Ökosystemen für bestimmte Einflüsse. Die spezifischen Toleranzgrenzen der Umweltbelastung sollten damit gezogen werden.

Diese Entscheidungskriterien sollen in der Raumplanung wegleitend sein und den Weg frei machen für den Landschaftsplaner, um bei der Gestaltung des Lebensraumes aktiv Landschaftspflege und damit zugleich Umweltpflege zu betreiben.

Ich spreche in dieser Beziehung lieber nicht von Schutz, denn die Landschaftsplanung ist eine konzeptionelle Tätigkeit, die sowohl schafft als erhält. Da die Landschaft ständig in einem Entwicklungsprozeß bezogen ist, ist es die Aufgabe des Landschaftsplaners, die Prozesse derartig zu lenken, daß ein nachhaltig gesunder Naturhaushalt gewährleistet ist.

Inwieweit kann nun der Wald einen Beitrag liefern zum Aufbau eines gesunden Naturhaushaltes?

Der Wald ist durch seine räumliche Ausdehnung eine wichtige Komponente in der Gestaltung oder für den Schutz einer Landschaft.

Die Beziehungen zum räumlichen System sind:

- a) von geistig-kultureller Art: Kulturgeschichte der Waldlandschaft

- b) von politisch-juridischer Art: Raumplanung, Abwägung von gesellschaftlichen Bedürfnissen nach Möglichkeiten
- c) ökonomischer Art: Zusammensetzung des Waldes, Betriebsart, Holzartenkombination, Erholung.

In engem Zusammenhang mit den Beziehungen zum räumlichen System stehen die Funktionen des Waldes.

- a) Die ökologische Funktion: Der Wald in seinem natürlichen Aufbau bildet das weitaus komplizierteste Ökosystem und ist dadurch geeignet, am besten die Umweltbelastungen auszugleichen. In einem naturnahen Aufbau funktioniert der Wald als ein stabiles Landschaftselement und kann in dieser Beziehung als Regenerationsraum aufgefaßt werden und durch eine nachhaltige Betriebsführung auch einen wesentlichen Beitrag liefern zum oben erwähnten nachhaltigen Naturhaushalt.
- b) Die sozial-psychologische Funktion, d.h. die Bedeutung des Waldes für den Menschen. In allen dichtbevölkerten Ländern haben die Wohlfahrtswirkungen ein schweres Gewicht. Darin spielen die Erholungsaufgaben aber sicher und nicht zuletzt die Umweltpflege eine entscheidende Rolle.
- c) Die ökonomische Funktion: Die Bedeutung des Waldes als Erwerbszweig im weitesten Sinn. Dabei brauchen die Dienstleistungsaufgaben und die Holzerzeugung sich nicht auszuschließen, da die multifunktionalen Wälder zu beidem fähig sind. Die Möglichkeit besteht durchaus, den Aufbau des Waldes nicht voraussehbaren Akzentverschiebungen anzupassen.

Nach diesen Überlegungen sind die Anforderungen, die der Landschaftsplaner an die Waldwirtschaft stellt, abzuklären. Der Waldbewirtschafter soll sich bei allen seinen Tätigkeiten bewußt sein, daß er ein wichtiges Landschaftselement zu betreuen hat. Das ihm anvertraute Ökosystem soll ausgleichend als Regenerator im Landschaftshaushalt wirken können. Diese Wirkung kann nur zustande gebracht werden in einem naturnahen Waldaufbau. Die Maßnahmen zur Erhaltung oder Schaffung solcher Ökosysteme können nun einen wirkungsvollen Beitrag liefern zur Umweltpflege.

Die Waldwirtschaft soll sich bewußt sein, daß der Wald in der Industrielandschaft zur Grundausrüstung des ganzen Raumes gehört. Die Sozialfunktionen des Waldes sind hier sicher vorherrschend, aber das entbindet den Waldbewirtschafter nicht der Pflicht, sogar im Gegenteil, eine zielgerichtete Waldpflege durchzuführen. Holzerzeugung und Waldpflege schließen einander ein, sodaß den ökologischen, den ökonomischen und den sozialen Funktionen in gleicher Weise gedient wird.

Der Waldbewirtschafter soll sich aus allen diesen Gründen nicht nur

auf den Wald beschränken und nur die Bäume ansehen. Er soll sich bei seiner ganzen Tätigkeit bewußt sein, daß er einen wesentlichen Beitrag zu liefern hat zur Raumplanung in enger Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, wie Umweltpflege, Landschaftspflege und Landschaftsplanung. Eine Vertiefung und Erweiterung unserer Kenntnisse auf diesem viel umfassenderen Gebiet wird dabei erforderlich. Ein tief verankertes Verantwortungsbewußtsein kann uns aber schon viel weiter führen.

DIE ÜBERTRAGBARKEIT UND BEDEUTUNG DES PRINZIPES DER NACHHALTIGKEIT UND DER THEORIE DER WALDPFLEGE FÜR DIE NATURGERECHTE BEWIRTSCHAFTUNG VON ERNEUERBAREN NATURGÜTERN

Dušan MLINŠEK

Waldbau-Institut, Biotehniška fakulteta, Ljubljana/Jugoslavija

1. NACHHALTIGKEIT IN DER WALDWIRTSCHAFT

In seiner Antrittsrede zum Rektor sagte KUHN (4): "Die Forstwirtschaft wird nachhaltig sein oder sie wird nicht sein". Dieser Gedanke definiert den wahren Inhalt einer echten Forstwirtschaft und ich möchte ihn auf die Wirtschaft mit erneuerbaren Naturgütern allgemein wie folgt ausweiten: "Die Wirtschaft mit erneuerbaren Naturgütern wird nachhaltig sein oder die Menschheit wird nicht sein". Über diese beiden Gedanken möchte ich diskutieren, Stellung nehmen und Ihre wertvolle Meinung hören.

Ich möchte nicht auf die Geschichte und die Theorie der Nachhaltigkeit eingehen. Jedoch einige Feststellungen sind notwendig, wenigstens für diejenigen, denen die Nachhaltigkeit ein Rand- und kein zentraler Begriff der Forstwirtschaft ist. Die Nachhaltigkeitsidee wurde aus Not, aus der Waldnatur und aus der forstlichen Erziehung geboren in einer Zeit wo es hieß - "Hinter uns keine Sintflut!" Die Verwirklichung dieser Idee verhalf der Forstwirtschaft, sich an die Spitze derjenigen Wirtschaftszweige zu stellen, welche ein Naturgut, nämlich den Wald, natürlich und nachhaltig zu bewirtschaften verstehen. Aber erst heute, nach mehr als zweihundert Jahren "Geschichte der Nachhaltigkeit", in einer Zeit der ausgeprägten Umweltknappheit erfährt diese Idee ihre auch allgemein gültige Anerkennung. Und es verdrießt einen, wenn ein Forstmann, zufolge mangelnder Kenntnisse, diese (vergleichbar dem Rad in der Geschichte der Menschheit) wichtige Errungenschaft verachtet. In einer Umwelt, wo wir nachhaltig die Schutzfunktionen dieser Umwelt fördern sollten, wo man nachhaltig für die sauerstoffreiche und frische Luft, für reichliches reines Wasser usw. sorgen sollte, wird das Praktizieren des Nachhaltigkeitsprinzips zum Leitmotiv der Wirtschaft. Diese Mahnung wird noch ernster, wenn man an die Entwicklungsländer, die auf dem Erdball weit verstreut sind, denkt. Man sieht, daß diese Welt unter der Knappheit der erneuerbaren Naturgüter leidet und deshalb dringend in ihrer Wirtschaft den Nachhaltigkeitsgedanken organisch einbauen muß. In der Forstwirtschaft ist die Nachhaltigkeit, so wie sie heute erfaßt wird, kein Wirtschaftsziel, sondern der letzte Nieder-

schlag einer Jahrhunderte alten Erfahrung (BAADER). Sie ist deshalb mehr wert als die verschiedensten Wirtschaftsmethoden für ein erneuerbares Naturgut. Der Grund, warum sie in der Forstwirtschaft nicht überall Anwendung findet, liegt darin, daß das Nachhaltigkeitsprinzip den Wirtschaftszielen und Eingriffen Schranken und Pflichten auferlegt, welche den Wirtschaftler zum korrekten, nicht-ausbeutenden Verhalten gegen die Naturgüter zwingen. In der Forstwirtschaft war es das Nachhaltigkeitsprinzip, welches diesen Wirtschaftszweig zu einem Nutznießer und Betreuer des Waldes zugleich entwickelte. Die Ursache, warum gerade in der Forstwirtschaft und warum nicht anderswo das Nachhaltigkeitsprinzip gesunde Wurzeln trieb, liegt in der Besonderheit des Waldes und zwar in seiner dreifachen Natur begründet.

Wald als Schutzmittel, Wald als Produktionsmittel
und Wald als Produkt zugleich

Die Erforschung dieser Eigenschaften führte früh zur Erkenntnis, daß das dauernde Fortbestehen und die dauernden Funktionen des Waldes keine Selbstverständlichkeit sind. Und daß für dieses Fortbestehen und Fortwirken des Waldes dauernde Anstrengungen des Menschen notwendig sind. Diese Anstrengungen manifestieren sich im ununterbrochenen Umbau der Waldökosysteme, wobei im Suchen nach der nachhaltigen Erfüllung der sich wandelnden menschlichen Wünsche und Ansprüche, die Grenzen des Natürlichen nicht überschritten werden sollten. Die Übertragung des Nachhaltigkeitsgedanken auf alle erneuerbaren Naturgüter, aber auch die Ausweitung dieses auf die Waldwirtschaft, wo dies bisher noch nicht der Fall ist, wird zum Imperativ. Der Nachhaltigkeitsgedanke benötigt, um verständlicher zu sein, zusätzliche Ausführungen über dessen Weiterentwicklung.

2. ZUR NACHHALTIGKEIT ÜBER DIE WALDPFLEGE

Nimmt man die Definition für die Nachhaltigkeit, wie sie heute in der Forstwirtschaft aufgefaßt wird, so lautet sie z.B. nach LEIBUNDGUT (5, 6): "Nachhaltigkeit ist das Streben, einen Wald von dauernder und bester Eignung zu schaffen und zu erhalten, um die vielen Wirkungen im Leben des Menschen und seiner Wirtschaft jederzeit erfüllen zu können". Wie wird dieses Streben verwirklicht und wie können wir dieses Streben auf die Wirtschaft von allen erneuerbaren Naturgütern übertragen?

Die Verwirklichung der Nachhaltigkeitsidee im Forstwesen beruht auf dem pflegenden Behandlungs- und Nutzungsrhythmus im Walde, welcher den selbständigen, jedoch

dem Lebensrhythmus des Waldes entsprechenden Verlauf hat (KUHN 4). Dabei orientiert sich die Waldpflege an der nachhaltigen Lenkung der natürlichen Produktionskräfte des Standortes (Ertragsfähigkeit) und des gegebenen Bestandes (Ertragsvermögen). Eine Erfahrung aus der Geschichte der Nachhaltigkeit ist, daß das nachhaltig optimale "Ertragsvermögen" von sämtlichen Waldfunktionen nur in einem biologisch gesunden Wald möglich ist. Das Suchen des nachhaltig optimalen Funktionierens von sämtlichen Waldfunktionen nur durch den biologisch gesunden Wald, mit Hilfe der Waldpflege, scheidet jegliche Spekulationsmöglichkeiten aus, damit aber auch die eventuelle Kompromittierung des Nachhaltigkeitsprinzips in der Forstwirtschaft.

Die Nachhaltigkeitsidee der Forstwirtschaft als ein Wirtschaftspostulat fand ihre Bestätigung in der Praxis. Die erkenntnistheoretischen Grundlagen auf dem Gebiete der Ökosystemforschung liefern den zusätzlichen Nachweis dafür. Dazu gehört sicher die nachhaltig existente und nachhaltig wirkende Urschutzfunktion des Waldes in der Landschaft. Hiebei denke ich an den Schutz im erweiterten Sinne des Begriffes. Das höher entwickelte Leben war erst möglich, als die Ursuppe ihre Schutzhülle, die Zellmembrane erhielt. Die Entstehung der Schutzwand der Zelle war nach Meinung der Biologen ein genau so wichtiges Ereignis im Naturgeschehen wie die Erstentstehung der urorganischen Substanz. Erst mit dem durch die Zellwand gewährten Schutz konnte sich das Zellinnere weiterentwickeln und der Entwicklungsprozeß der lebenden Materie höhere Organisationsstufen erreichen. Im Prinzip kann man den Wald in einer Landschaft als den nachhaltig wirkenden Urschutzfaktor betrachten. Der Wald bietet Schutz und die Möglichkeiten, daß sich eine Landschaft, angefangen von ihrer Urgeschichte bis in die Gegenwart, in ihrer natürlichen Verfassung auf vollkommenere Stufen entwickeln konnte. Baum und Wald verkörpern es Urschutzzeigen in seiner Komplexheit. Man bedenke dabei, um es nur zu veranschaulichen, z.B. an die Bodenentstehung in situ, an die Funktion der Wurzel und an die Landschaftsgenese. Die Baumwurzel ist nicht nur der Pflug. Sie ist der universelle Bodenerhaltungs- und Bodenbildungsprozessor, also ein Prozessor für Boden- und Landschaftsfruchtbarkeit zugleich. Diese nachhaltige Schutzfunktion wird besonders eindeutig an Hanglagen, also auf der schiefen Ebene. Nebenbei erwähnt, auch das Selbsterhaltungsvermögen eines Naturwaldes birgt im Prinzip in sich, oder ist, die Schutzfunktion. Das Nachhaltigkeitssein wird weiter eindeutig belegt durch die nachhaltige Wirkung der Biogesetzmäßigkeiten. Die Nachhaltigkeit wird immer wieder in der Ökosystemforschung entdeckt: die Nachhaltigkeit der Entwicklung, der Änderungen, der Mutationen und der Auslese, des rationellen Energieverbrauches etc. Mit anderen Worten, wir begegnen der Nachhaltigkeitspotenz der Natur wieder überall in der Natur. Der Mensch hat dieses Prinzip erfunden; oder besser der Natur ab-

gelauscht, oder noch besser - wie alle Erfindungen - das in der Natur bereits Dagewesene gefunden. Im Prinzip ist die Nachhaltigkeit nichts Neues.

Unlängst durchwanderte ich die nigerische Savanne und sah bei der dortigen noch stark naturgebundenen Dorfbevölkerung eine interessante Wirtschaftseinrichtung, welche auf die Uridee der Nachhaltigkeit erinnert. Dies ist die in der Savanne übliche Samenaufbewahrung in tubenartigen, aus Strohmatte gewickelten Behältern mit Samen, welche weit vom Dorf in der freien Savanne in den Baumkronen für die nächste Regenperiode aufbewahrt werden. Die Idee liegt nicht nur in der Aufbewahrung, sondern in der Aufbewahrung außerhalb der Siedlung, damit der Samen im Falle einer Hungersnot nicht aufgegessen wird. Auch die Forstwirtschaft hat dieselbe "Erfindung" gemacht und hat diese Idee den sich entwickelten gesellschaftlichen Bedürfnissen entsprechend zum heutigen hohen Stand entwickelt. Der Unwirtschaftler mit den erneuerbaren Naturgütern der Industriegesellschaft fand die Nachhaltigkeit noch nicht. Es sind zwar die ersten Anzeichen bereits da (Recycling). Um wieder ein Beispiel aus Afrika zu liefern. Im Suchen nach der Lösung eines der größten Umweltprobleme der Welt - das Stoppen der Savannenzerstörung und die Genesung dieser Landteile durch eine gesunde Umweltökonomie, geht man nun endlich vom Erfahrungsschatz der einheimischen Bevölkerung aus. Sie wird nach den Urmethoden der Savannenbewirtschaftung befragt, wo die Nachhaltigkeitsidee existent gewesen sein muß. Und auch der extremste Technokrat wird sich langsam bewußt, daß auch hier Technik und Biologie nur Hand in Hand gehen können.

Die permanent anspruchsvolleren Anforderungen der Gesellschaft an die Natur verlangen von der Nachhaltigkeitsidee in der Forstwirtschaft eine Weiterentwicklung. Es wird immer eindeutiger, daß deshalb in einer mehrzweckorientierten Forstwirtschaft keine Maximierung einzelner Waldfunktionen mehr angestrebt werden kann. Die Maximierung von Einzelfunktionen wird ersetzt durch das Streben nach einer optimalen Gesamtwirkung von allen dem Walde auferlegten Teilfunktionen. Dieser forstpolitische Gedanke der letzten Jahrzehnte wird heute immer klarer als forstwirtschaftliches Leitmotiv erfaßt. Unter den vielen Instrumenten und Methoden für die Verwirklichung dieses Gedankens, nimmt die Waldpflege einen verantwortungsvollen Posten ein. Denn unter der Waldpflege heute versteht man die unmittelbar gezielte Lenkung der Naturkräfte im Waldökosystem hauptsächlich mit Hilfe der Umweltgestaltung bei allen jenen Individuen und Teilen des Waldes, welche die optimale Gesamtwirkung des Waldes erhoffen und auch verwirklichen lassen.

Die umweltgestaltende Einflußkraft der Pflege wird um so wirksamer, je mehr wir die wahre Natur des Waldes erkennen.

Und je mehr die Forschung auf die Erforschung der Waldesnatur orientiert wird, um so mehr erfahren wir wie oft die Vorstellungen über den Wald lückenhaft und auch falsch sind. Dies bezeugen oft Wirtschaftsmethoden und Bestrebungen der forstlichen Wissenschaft und Praxis. Um nur ein generelles Beispiel zu erwähnen: Unser ganzes Suchen nach neuen Wegen ist von der Frage besessen: wie "die Umtriebszeiten" (von allem was uns umgibt, sei es unsere Umwelt oder ihre Lebewesen von der Pflanze zum Tier) der höheren Produktion wegen zu kürzen sind. An Stelle dieser Fragestellung wäre folgender Fragenkreis sinnvoller zu klären: Wie ist die Vitalität bzw. die Wirkungskdauer unserer Umwelt und ihrer Tier- und Pflanzenwelt zu verlängern, damit die Investitionen zweckmäßigerweise geringer werden-was ja die Hauptaufgabe der Pflege im Sinne der Nachhaltigkeit wäre. Es besteht ein schwerer Widerspruch im menschlichen Handeln, nämlich das Trachten nach immer längerem Lebensalter des Menschen einerseits und ein an sich verwüstungsbringender Drang nach der Kürzung der Lebenslänge von Jeglichem, was den Menschen umgibt. In der Forstwirtschaft ist die Bestrebung, den erwähnten Widerspruch zu stärken, nicht am Platze. Der Wald als Wirtschafts- und Forschungsobjekt zugleich kann hier wegweisend wirken.

Die erkenntnisbezogene, aber auch waldbaulich praktisch orientierte Forschung vom Wald als Ökosystem leitet zur Erkenntnis zurück, daß die direkte Behandlung des Waldes, die Waldpflege, ein ständiges Experimentieren sein soll. Um die Nachhaltigkeit der optimalen Gesamtwirkung von allen Teilfunktionen zu erlangen, wird das kognitive Vorgehen im Walde und mit dem Walde noch wichtiger (MLINŠEK 8). Das kognitive Vorgehen der Lebewesen, welches in der Verhaltensforschung wissenschaftlich analysiert wird (LORENZ 7), bedeutet, den elementaren Kontakt des Menschen in der Ökonomie mit der Umwelt. Sein wesentliches Dasein kann in der ganzen Geschichte der menschlichen Beziehung: Mensch - Umwelt bis in die Zeit beobachtet werden, wo die Menschheit die aufgespeicherten Energie-reserven der Vergangenheit entdeckte und die Umwelt nichtkognitiv umzubauen beginnt. In der Forstwissenschaft, aber auch in ihrer praktischen Ausübung, wurde die Mahnung zum kognitiven Vorgehen wiederholt betont, um nur BIDDLEY zu erwähnen, der die Behandlung von Wald als fortwährendes kontrolliertes Experimentieren betrachtete und auch praktizierte. Im Prinzip bedeutet das die kognitive waldbauliche Aktivität in der Bewirtschaftung des Waldes. Auf jeden Eingriff reagiert der Wald eigenartig und oft unvorhergesehen. Jeder Eingriff und die Reaktion der Natur leiten zu einer neuen Situation über und jede neue Situation muß vor dem neuen Eingriff analysiert werden, bevor die neue Maßnahme erfolgt. Deshalb ist jede waldbauliche Maßnahme im Walde auch ständig mit einem in ihr inkorporiertem Fragezeichen zugleich versehen. Aus diesem geht hervor, daß als "vollblutige" Waldpflege nur diejenige

Waldpflege zu bezeichnen ist, welche durch das Kognitiv-Methodische auf das tiefste geprägt wird. Diese auf erkenntnistheoretischen Grundlagen fundierte Waldpflege kann der Verwirklichung der Nachhaltigkeit des "Waldoptimalen" am wirksamsten nahekomen. Die Erlangung der Nachhaltigkeit durch die (Wald)Pflege wird zum Bestandteil der Ethik in der Forstwirtschaft oder zum Postulat der Forstwirtschaftspolitik. Sie ist im Prinzip einfach, wenn sie einmal erkannt wird - jedoch um sie zu erkennen, benötigt man oft einen längeren Weg. Als solche soll sie auch zum Grundbaustein der Umweltethik werden. Und in diesem Sinne soll sie den menschlichen Geist bei seine kognitiven, also immer abtastende Vorgehen der Bewirtschaftung von erneuerbaren Naturgütern lenken. Mit anderen Worten, es geht um die pflegende Nutzung von erneuerbaren Naturgütern, wo der technische Fortschritt, um nachhaltig Früchte zu tragen, jener angepaßt wird und wo die Planung der pfleglichen Nutzung von erneuerbaren Naturgütern die kognitiv-kontrollierte Handlungsweise sich als Leitmotiv aneignet. Dabei darf bei der Planung folgende Tatsache nicht außer acht gelassen werden: Das Lebewesen nimmt nicht nur so viel wie es braucht, es nimmt so viel an Nährsubstanz wie es aufzunehmen vermag. Bei der Planung der Bewirtschaftung unserer Umwelt auf Grund der Nachhaltigkeit ist deshalb das wahre Aufnahmebedürfnis des Menschen, nicht aber das Aufnahmevermögen des Habgierigen maßgebend.

Der Sinn der Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft hat sich auf dem Wege von der Vergangenheit in die Gegenwart nicht geändert; es änderten sich wohl der Bereich und der Inhalt. Ich sagte dies, um hinzuzufügen, daß die Nachhaltigkeitsidee der Forstwirtschaft sich auf ein erweitertes, neues Gebiet der Bewirtschaftung der anderen erneuerbaren Naturgüter auszudehnen im Begriffe ist. Der Saat und Keimung folgt die Entwicklung. Hoffen wir, daß sie sich dank den Erfahrungen in der Forstwirtschaft schneller als in der Waldwirtschaft vollziehen wird.

3. DER NACHHALTIGKEITSGEDANKE UND SEINE ÜBERTRAGUNG AUF DIE BEWIRTSCHAFTUNG DER LANDSCHAFT

In der Forstwirtschaft wurde die Nachhaltigkeit von der Holzproduktion einst auf alle Waldfunktionen, sei es Schutz - oder sei es Sozialfunktionen, erweitert. Ist es nun möglich, das Nachhaltigkeitsprinzip auf alle erneuerbaren Naturgüter, welche den Menschen berühren und mit denen der Mensch wirtschaftlich lebt, anzuwenden. Wer mit den Sozial- und Schutzfunktionen in der Forstwirtschaft näher vertraut ist, wird dies eindeutig bejahen.

Die Nachhaltigkeit entstand in der früheren Forstwirtschaft dank der Holzknaptheit. Sie wurde später zur Nachhaltigkeit der Waldwirtschaft von allen Gütern, die vom Wald erwartet werden und deren Regeneration Grenzen gesetzt sind. Manche Waldfunktionen sind mit ihren Wirkungen auf unsere Umwelt zwar spezifisch waldbezogen. Sie sind jedoch teilweise begrenzt durch das "Eigentum", oder die Eigenschaften von anderen Nichtwaldökosystemen. Und wenn die nachhaltige Bewirtschaftung der Funktionen im Bereich der Waldökosysteme möglich und erfolgreich ist, warum wäre sie dann prinzipiell außerhalb des Waldes unmöglich?

Die Nachhaltigkeit muß zum Postulat für alles menschliche Handeln werden im Moment der Erkenntnis (und das ist heute bereits der Fall), daß den erneuerbaren Naturgütern Wachstumsgrenzen gesetzt sind. Diese Tatsache muß auch hier zur Entdeckung der Nachhaltigkeit führen. Der Entdeckung folgt die Entwicklung und somit die Aneignung des Pflegegedankens und seiner Methoden, angepaßt an das Spezifikum von einzelnen erneuerbaren Naturressourcen. Die Naturressourcen liefernden Ökosysteme sollen, entsprechend den ständig steigenden Bedürfnissen des Menschen produktionsnachhaltig (im weitesten Sinne des Begriffes) mit einem Minimum an Input, gestaltet und gelenkt werden. Der pflegende Aufbau der Naturgüter kann auch hier durch die aktive Handlung, gleichwie in der Waldwirtschaft, erfolgen. Die Hiebsatzfestlegung muß auf die Erhaltung und auf die Entfaltung der Produktionskräfte hinorientiert sein. Man sagt, daß in der Forstwirtschaft der Hiebsatz der waldbaulichen Notwendigkeit angepaßt wird. Oder mit Worten des "Ressourcenbauers": Die Nutzung der Ressourcen wird der ressourcenbaulichen (pflegenden) Notwendigkeit angepaßt. Und wenn man mit der Erfahrung des Waldbauers spricht, so könnte man sagen: Eine derartige Nutzung wird meistens nie geringer, sondern regelrecht ergiebiger sein, bei gleichzeitiger Kräftigung der bleibenden Ressourcen.

Die Landschaft beinhaltet sämtliche erneuerbaren Naturgüter: Boden, Luft, Wasser, Habitatmöglichkeiten für den Menschen - sei es Schutz, Milieu, Fruchtbarkeit etc. Wenn das der Fall ist, dann ist die Bewirtschaftung von erneuerbaren Naturressourcen (begrifflich gesehen) einfacher. Wir können theoretisch mit den einzelnen erneuerbaren Ressourcen wirtschaften, indem wir mit der Landschaft wirtschaften bzw. indem wir sie in ihrer Bewirtschaftung ganzheitlich betrachten. Dabei interessiert uns, um nicht fehl zu gehen, das primäre Wesen der Landschaft und ihrer Teile. Eine erkenntnistheoretische Frage, welche in den Bereich des Philosophischen greift. Andererseits sind wir daran interessiert, die Landschaft objektbezogen zu analysieren, um sie als im Dienste der Menschheit wirkende zu erfassen. Die Abwesenheit weder des einen, "des Erkenntnisbezogenen", noch des anderen "des Antropomorphen" und ihrer Synchronisierung an das "Naturgegebene", verunmöglicht die nach-

haltig erfolgreiche Landschaftsbewirtschaftung. Obwohl wir zu vielen dieser Fragen noch keine Antwort wissen, sind wir gezwungen, die Landschaft zu manipulieren. Aus der waldbaulichen Erfahrung geht jedoch hervor, daß in der Bewirtschaftung eines Naturgutes, wie es der Wald ist, trotz mangelndem Wissen am wenigsten gesündigt wird, wenn dieses pfleglich bewirtschaftet wird. Diese Erfahrung kann aussichtsreich in der Bewirtschaftung der Landschaft ihre Anwendung finden und man spricht künftig immer mehr und mehr von der Landschaftspflege im Gegensatz zur Landschaftskonstruktion. Im ersten Fall werden die Funktionen einzelner Landschaftsteile erkannt, es wird das gegenseitige Wirken von einzelnen Landschaftsfließen erfaßt und zwar in der Landschaft als Ganzes; und es werden bedürfnisbezogen die einzelnen Funktionen zielbewußt gefördert (MLINSEK 8). Man sagt, die Landschaft wird durch die Landschaftspflege bewirtschaftet. Beim anderen Weg, um nicht über ihn zu viele Worte zu verlieren, faßt oft der Landschaftsarchitekt die einzelnen Landschaftselemente zusammen, als ob vorher nichts dagewesen wäre. So entstehen tote Landschaften, denn der Versuch einer solchen Landschaft die Seele einzuhauchen, muß mißlingen. Man vergißt, daß die Landschaft ihre eigenen Gesetze hat, denen wir uns pflegend anzupassen haben.

Wie soll nun die Landschaft als Ganzheit der uns umgebenden erneuerbaren Ressourcen durch die Pflege nachhaltig bewirtschaftet werden? Im Prinzip sind es die gleichen Wege wie in der Waldpflege. Dieser Weg der Pflege ist jedoch anspruchsvoller als jener in der Forstwirtschaft. Einzelne Landschaftszellen sind bereits stark entartet. Sie sind als solche nur durch einen ständigen, umfangreichen Input am Leben zu erhalten. Das Spektrum von den ökologisch gut erhaltenen Landschaftszellen bis zu den Landschaftsbiozoenoiden (FISCHER 3) ist sehr weit und bunt und wird es auch bleiben, obwohl wir zielbewußt einen größeren Anteil ökologisch gesunder Zellen anzustreben haben.

Die Methoden und sonstige Hilfsmittel sollen in der Landschaftspflege unbedingt dem kognitiven Vorgehen untergeordnet werden. Die Maßnahmen der Landschaftspflege sollen in technisch realisierbarer Form durchgeführt werden, die das Mosaik der Landschaftsfließen erfassen, respektieren, aber auch erfolgreich fördern. Die Erfahrung aus der Forstwirtschaft sagt uns, daß Auslesemethoden, sei es die Plenterung, die Auslesedurchforstung und andere mit ihrem ganzen Rüstzeug auch in der Landschaftspflege eine wertvolle Rolle übernehmen könnten. Ich denke hier an die Anwendung des Auslese- und des Erziehungsprinzipes. Jede Landschaft besteht und lebt durch ihre Landschaftsteile, welche das Pulsieren der Landschaft bewirken. Alle sind für ihr Leben wichtig, jedoch einige weniger und andere mehr entbehrlich. Ein Landschaftsökologe soll den Landschafts- und den Wirtschaftswert der einzelnen

Landschaftszellen erkennen und bewerten, - wenn zweckmäßig - zum Funktionsträger in der Landschaft "erhöhen" und Maßnahmen für die Stärkung dieser Funktionen vorsehen. Diese Methode ist in der Waldpflege wohl bekannt. Um sie aber auf das Gebiet der Landschaftspflege zu übertragen, benötigt es intensiver Forschung in der Landschaftsökologie. Bevor man die Landschaftszellen in bezug auf die Wichtigkeit für das Leben der Landschaft und in bezug auf die menschlichen Bedürfnisse als die Funktionsträger verschiedenen Grades oder Ausmaßes erklären kann, müssen folgende Fragen beantwortet werden:

Wozu die Landschaft und ihre absolute Wesenheit?

Wie funktioniert sie; warum funktioniert sie?

Wie soll die Landschaft zu unserem Wohlsein nachhaltig funktionieren?

4. SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Der Vorschlag über die Anwendung der Nachhaltigkeit und aller Hilfsmittel in der Landschaftspflege, insbesondere der Waldpflege, bedarf noch weiterer praktischer Überprüfung. Dabei wird man, wie bereits in der Forstwirtschaft, auf den scheinbaren Widerspruch zwischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit stoßen. Aus der forstlichen Erfahrung wissen wir, daß sich Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit auf den ersten Blick wie Öl und Wasser abstoßen. Wir wissen aber auch, daß dieser Fall nur bei einer partiellen, unzureichenden kurzfristigen Planung auftreten kann. Bei gesamtbetrieblicher und langfristiger Betrachtung sind diese Gegensätze nicht mehr gegeben. Es ist wohl selbstverständlich, daß die gesamte Organisation, die mit erneuerbaren Naturgütern mittels der Landschaftspflege zu tun hat, dem Nachhaltigkeitsprinzip unterstellt wird. Es ist bekannt, daß alle sich mit erneuerbaren Naturgütern befassenden Institutionen an erster Stelle "investitionsorientiert" sind. Heute kann man kaum von einer Wirtschaft sprechen, wenn diese nicht die Investition mit Schwerpunkt berücksichtigt. Der Natur der erneuerbaren natürlichen Ressourcen ist dagegen der "Unterhalt" des Bestehenden und sein Ausbau oft primär eigen. Diese Tatsache verlangt besondere Beachtung. So wie die Waldexploitation zur Waldnutzung, wie der Forstbauer zum Waldbauer wurde, so wird der Ressourcenausbeuter zum Ressourcenbauer und -pfleger werden müssen.

Die Umweltkrise ist da, unter anderem, weil die Nachhaltigkeit noch nicht allgemein entdeckt wurde und deshalb noch keine Anwendung finden konnte. Jedoch ist eine Neubesinnung im Gange. Forstliche Gesinnung soll zur Gesellschaftsgesinnung werden: Die Anerkennung der naturgesetzlichen Gegebenheiten und eine ihnen angepaßte menschliche Verhaltensweise. Das ist die Nachhaltigkeit als übergeordnetes Prinzip (DIETERICH 2), welches

den Gegensatz: "pan metron ariston - der gefräßige Mensch" bewußt aufstellt, aber auch gegenüber der Volkswirtschaft korrekte Pflichterfüllung garantiert. Die nachhaltige Bewirtschaftung von erneuerbaren Naturgütern erfolgt durch die Pflege der Landschaft. Die gepflegte Landschaft ist somit diejenige, welche ununterbrochen die natürlich vorhandenen erneuerbaren Naturgüter im gegenseitig optimalen Verhältnis ausstrahlt oder nutzen läßt. Sie ist eine Experimentierlandschaft, weil das nur durch dauerndes Experimentieren erreicht und erhalten werden kann. Dies ist eine wesentliche Erfahrung aus dem wichtigsten Teil in unserer Landschaft - aus dem Walde. Dies soll nun aber auch der wertvollste Beitrag sein, den die Waldwirtschaft der Gesellschaft zur Lösung der Umweltkrise zu erbringen vermag.

5. SYNOPSIS

Das Prinzip der Nachhaltigkeit ist der Grundpfeiler der wahren Forstwirtschaft. Der Nachhaltigkeitsgedanke durchdrang schon früh die Forstwirtschaft Mitteleuropas und wurde von der Nachhaltigkeit der Holznutzung auf sämtliche Waldfunktionen erweitert. Eine vollständige Verwirklichung der Nachhaltigkeit aller Waldfunktionen wurde erst durch die Anwendung der Waldpflege möglich. Die Nachhaltigkeitsidee muß ihre Anwendung für die Bewirtschaftung von sämtlichen erneuerbaren Naturgütern finden. Die Forstwirtschaft kann mit ihren zweihundertjährigen Erfahrungen und Methoden der Waldpflege, der Auslese und des Kontrollgedankens in der Landschafts- und Umweltpflege den bedeutendsten Beitrag leisten.

ZUSAMMENFASSUNG

Man kann von einer wahren Waldwirtschaft nur dann sprechen, wenn diese Waldwirtschaft auf dem Postulat der Nachhaltigkeit beruht. Wenn die Nachhaltigkeitsidee noch nicht überall in der Forstwirtschaft der Welt eine führende Stellung einnimmt, so ist dies auf die Pflichten und auf die Einschränkungen zurückzuführen, die ihrerseits gestellt werden und welche der Wirtschaftler nicht bereit ist zu respektieren. Die nachhaltige Wirtschaft hat sich durch die Einhaltung des Nachhaltigkeitsprinzips zugleich zum Nutznießer und zum Pfleger des erneuerbaren Naturgutes Wald entwickelt. Als solche wird sie zum Wegweiser für alle Wirtschaftszweige, welche mit erneuerbaren Naturgütern zu wirtschaften, jedoch in der Zukunft nachhaltig zu wirtschaften haben. Die Verwirklichung dieser Aufgabe geschieht in der Waldwirtschaft mit Hilfe der pflegenden Behandlung des Naturgutes Wald. In der Forstwirtschaft entwickelte sich die Nachhaltigkeit aus Holzknapp-

heit. In der heutigen Umweltkrise mit Mangel an erneuerbaren Naturgütern soll das Nachhaltigkeitspostulat wie selbstverständlich auf die Bewirtschaftung von sämtlichen erneuerbaren Naturressourcen erweitert werden. Wegweisend ist die Entwicklung der Nachhaltigkeitsidee, welche einst bei der Nachhaltigkeit der maximalen Massenerträge begann und heute sich zur Nachhaltigkeit der optimalen Gesamtleistung von sämtlichen Waldfunktionen entwickelt hat. Die nachhaltige Bewirtschaftung von sämtlichen erneuerbaren Naturressourcen kann mit Hilfe der Landschaftspflege erfolgen, denn sämtliche erneuerbaren Naturressourcen resultieren aus der Landschaft und ihrem Leben. Es stellt sich die Frage: Kann die Landschaft auf Grund der Waldpflegeprinzipien zum Nutzen der Menschheit gepflegt werden? Die Landschaft ist ein lebendiges Mosaik von natürlichen bis künstlichen Landschaftseinheiten, welche ihre naturbezogene und Mensch-zweckbezogene Funktion im Leben der Landschaft erfüllen. Das Erkennen dieser Funktionen, die Gliederung von diesen Landschaftsfließen nach Wichtigkeit ihrer Funktionen (eigentliche Erklärung zum Funktionsträger) und die Durchführung von "erzieherischen" Maßnahmen an diesen Landschaftsfunktionsträgern, bedeutet die eigentliche Landschaftspflege. Auch die Landschaft lebt so wie ihr Teil z.B. der Wald. Und da das Eigenartige jedes Lebenden die große Individualität und eine schwer voraussehbare Entwicklung und Reaktion auf die Umweltänderung ist, soll die Landschaftsgestaltung kognitiv erfolgen. Der Pflege ist das Kognitive, oder das Herantastende als Grundprinzip einverleibt. Die nachhaltige Bewirtschaftung der erneuerbaren Naturgüter durch die Landschaftspflege soll daher als permanentes, kontrollierbares Experimentieren erfaßt werden, welches bei der Waldwirtschaft durch die Idee der Kontrollmethode fruchtbare Anregungen findet. Die Entwicklung von praktischen Methoden für die nachhaltige Bewirtschaftung von erneuerbaren Naturgütern gehört zu den besonderen Aufgaben, welche sich auf die Ergebnisse der landschaftsökologischen Forschung und auf die Besonderheiten von einzelnen Naturgütern zu stützen haben.

SUMMARY: The Transferability and Importance of the Principle of Sustained Yield and the Theory of Tending for the Management of Renewable Natural Resources in Keeping with Nature

One can talk about a real silviculture only if the latter rests on the postulate of sustained yield. The idea of sustained yield has not found its leading role in all the forestries of the world yet. This is to be attributed to obligations and limitations, imposed by such an approach, that the forest managers do not seem to be willing to obey.

By embracing the principle of sustained yield the modern forestry developed into an usufructuary as well as a trustee of the renewable

natural resource Forest. As such it became a model for all the economic branches that manage the renewable natural resources and that will have to manage them according to the principle of sustained yield in the future. This task will be realized in the forestry by means of tending treatment of the natural resource Forest. The idea of sustained yield in forestry was born out of the shortage of wood. In the present-day world of environmental crisis and shortage of renewable natural resources the postulate of sustained yield should be expanded as self-evident into the management of all the renewable natural resources. The development of the idea of sustained yield which in its beginnings applied to the maximum volume yields and has been expanded later on to mean a sustained optimal joint performance of all the forest functions, certainly indicates the future trends.

All the renewable natural resources can be managed according to the principles of sustained yield by means of landscape tending - for it is the landscape and its life that contain the total of such resources. One may ask whether the landscape can be tended according the principles of forest tending in order to serve the needs of humanity. The landscape is a living mosaic of landscape units (sites) varying from natural to artificial ones that perform their nature-determined functions as well as the man-designed ones. The landscape tending consists basically of the recognition of these functions, the division of such landscape cells according to the significance of their functions - actual selection of function carriers, and the "pedagogical" measures on these landscape function carriers.

The landscape lives in the same manner as its part, e.g. forest. The peculiarity of each living being is its great individuality and its hardly predictable development and reactions to changes in the environment. As a result the formation of landscape requires a cognitive approach. The cognitive is incorporated in tending as its basic principle. Thus the management of renewable natural resources by means of landscape tending according to the principles of sustained yield should be viewed as permanent controllable experimentation, which should find stimulating incentives in the forestry and its idea of control method.

The development of practical methods for management of renewable natural resources according to the principles of sustained yield, belongs to the special tasks which will have to consider the results of landscape-ecological research as well as the peculiarities of individual natural resources.

Trad.: B. Anko

LITERATUR

1. BAADER, G.: Forsteinrichtung als nachhaltige Betriebsführung und Betriebsplanung. Frankfurt, 2. Auflage, 1945.
2. DIETERICH, V.: Forstliche Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1950.
3. FISCHER, F.: Bericht über den im Wintersemester 1975/76 an der Abteilung für Forstwirtschaft ETH durchgeführten Nachdiplomkurs für Landschafts- und Umweltpflege. Zürich 1977, Manuskript.
4. KUHN, H.: Die Nachhaltigkeit als forstwirtschaftliches Postulat, CBL. ges. Forstw., 75, H. 1, 1958.
5. LEIBUNDGUT, H.: Über Zukunftsaufgaben unserer Waldwirtschaft. Schweiz. Bund für Naturschutz. Band I., 1945.
6. LEIBUNDGUT, H.: Grundzüge der schweizerischen Waldbaulehre. Forstwiss. Cbl. 1949 (68).
7. LORENZ, K.: Die Rückseite des Spiegels. München 1973.
8. MLINŠEK, D.: Das kognitive Denken und Vorgehen im Waldbau auf den Grundlagen der Waldpflege. Vortrag, Firenze 1977.
9. ZÜRCHER, W.: Die Idee der Nachhaltigkeit unter spezieller Berücksichtigung der Gesichtspunkte der Forsteinrichtung. Mitt. Schweiz. Anstalt. Forstl. Versuchsw., Band 41, Heft 4, 1965.

DIE URWALDFORSCHUNG UND DER WERT IHRER ERGEBNISSE FÜR DIE WALDPFLEGE

Jean-François MATTER

Institut für Waldbau der ETH Zürich/Schweiz

1. NATURNAHER WALDBAU UND URWALDFORSCHUNG

Ursprünglich stand im Waldbau die materielle Erzeugung von Waldprodukten im Vordergrund und die Sozialleistungen des Waldes wurden als beiläufige Nebenfunktionen aufgefaßt. Die waldbauliche Forschung war demzufolge von ihren Anfängen bis in die neuere Zeit durch Probleme der "Holzzucht" geprägt. Im heutigen Lebenshaushalt der Kulturlandschaft sind die Wälder zum ökologisch bedeutendsten stabilisierenden Element geworden. Der Wald wird als ein sich fortwährend erneuerndes Ökosystem aufgefaßt.

Mit dieser Entwicklung sind die Vorteile eines naturgemäßen Waldbaus, auf die LEIBUNDGUT seit rund 40 Jahren hinweist, immer deutlicher in den Vordergrund getreten. Damit ist auch die Waldkunde als biologische Grundlage der Waldbautechnik zum zentralen Gebiet forstlicher Forschung geworden. Die Waldkunde befaßt sich naturwissenschaftlich mit den gesamten Lebenserscheinungen und Lebensbeziehungen innerhalb des Ökosystems "Wald" und zwar sowohl des natürlichen als auch des durch den Menschen veränderten oder künstlich geschaffenen Waldes. Erst dann, wenn die Lebensgesetze, denen die natürlichen Ökosysteme gehorchen, und ihre Auswirkungen bekannt sind, werden Abweichungen von dieser Norm und andersartiges Verhalten irgendwie gestörter Waldbiozöten erklär- und meßbar. Nur dann, wenn die natürlichen Reaktionsnormen bekannt sind, lassen sich die Wirkungen bestimmter Eingriffe zuverlässig voraussagen.

Als wichtiger Zweig der Waldkunde befaßt sich deshalb die Urwald-, bzw. Naturwaldforschung mit Wäldern, welche von menschlichen Einflüssen unberührt geblieben sind und daher natürliche Gesetzmäßigkeiten ihrer Struktur und Dynamik am deutlichsten erkennen lassen: Urwälder, Urwaldreste, Naturwaldreservate. Urwaldforschung ist Grundlagenforschung, welche vorerst nicht nach dem Nutzen und der Anwendbarkeit der gewonnenen Ergebnisse fragt, sondern deren primärer Zweck in der Mehrung der Erkenntnisse über die ungestörte Waldlebensgemeinschaft liegt. Es wird damit jedoch nicht ausgeschlossen, ja sogar gehofft, daß die gewonnenen Erkenntnisse eine praktische Anwendung finden. Allerdings ist die Urwaldforschung entsprechend der langen Dauer der Lebensvorgänge des Waldes ein ausgesprochen langfristiges Unternehmen. Bedenkt man, daß diese Forschungsarbeiten von LEIBUNDGUT vor rund 30 Jahren eingeleitet

worden sind und sich noch in der Aufbauphase befinden, und daß sie mit bescheidenen Mitteln in einer noch ungenügenden Anzahl Waldreservate durchgeführt werden, wird man verstehen, daß erst wenige konkrete, nur mit größter Vorsicht verallgemeinbare Resultate vorliegen. Deshalb stellen auch die nachstehenden Ausführungen theoretische Überlegungen dar.

2. DIE WALDPFLEGE IM NATURNAHEN WALDBAU UND DIE URWALDFORSCHUNG

Die Beantwortung der Frage nach dem Wert der Urwaldforschung für die Waldpflege setzt jedenfalls die Beantwortung einer ganzen Reihe von Teilfragen voraus:

- Was ist unter Waldpflege zu verstehen?
- Welches sind die Ziele der Waldpflege?
- Welche allgemeine Voraussetzungen müssen zur Erreichung dieser Ziele erfüllt sein?
- Welche theoretischen Grundlagen sind zur Erfüllung dieser Voraussetzungen erforderlich?
- Welche dieser Grundlagen vermag uns die Urwaldforschung zu vermitteln?

Der Begriff "Waldpflege" umfaßt alle Maßnahmen, welche dazu dienen, das gesamte Ökosystem "Wald" in einen Zustand zu bringen und in diesem zu erhalten, in welchem es dauernd, also nachhaltig, alle örtlich auf den Wald gerichteten Bedürfnisse bestmöglich zu erfüllen vermag. Es handelt sich somit nicht nur um Aufgaben der wirtschaftlichen materiellen Produktion, sondern auch um alle diejenigen, welche unter dem Begriff "Wohlfahrtswirkungen" zusammengefaßt werden. Eine solche Waldpflege bezieht sich auf die Pflege aller Faktorenkomplexe, welche das Ökosystem "Wald" ausmachen, also auf die Pflege

- des Waldinnenklimas
- des Waldbodens
- der günstigen Bodenvegetation und Strauchschicht
- der dem ganzen Ökosystem irgendwie dienenden Tierwelt
- und vor allem des Baumbestandes.

Der Begriff "Waldpflege" schließt somit den viel engeren Begriff "Bestandespflege" ein.

Die Ziele der Waldpflege bestehen somit darin, das ganze Beziehungsgefüge des Waldes sowohl strukturell, als auch in seiner Dynamik fortwährend so zu beeinflussen, daß ungünstige natürliche Vorgänge und Entwicklungen aufgehoben, erwünschte dagegen eingeleitet oder gefördert werden. Das gesamte Ökosystem "Wald" soll in seinen fortwährenden Veränderungen derart gelenkt werden, daß es dauernd

seine höchstmögliche Leistungsfähigkeit behält hinsichtlich

- Massen- und Werterzeugung
- Umweltwirkungen
- Wohlfahrtswirkungen anderer Art.

Dabei ist selbstverständlich, daß diese Ziele mit größtmöglicher Sicherheit und geringstmöglichem Aufwand dauernd erreicht werden können.

Allgemeine Voraussetzungen zur Erreichung dieser Ziele sind außer geeigneten personellen und organisatorischen sowie rein finanziellen Voraussetzungen die Schaffung und dauernde Erhaltung von Waldökosystemen, welche durch Umwelteinflüsse und systemeigene Faktoren möglichst wenig gefährdet werden, weitgehend eine selbsttätige Erneuerung erlauben, sowie nachhaltig alle Waldfunktionen bestmöglich erfüllen.

Als theoretische Grundlagen zur rationellen Schaffung und Erhaltung dieser Voraussetzungen sind die folgenden Kenntnisse erforderlich:

- Vorgänge der natürlichen Strukturen der Waldökosysteme und deren Dynamik;
- Ursachen der Dynamik;
- Faktoren der Störung erwünschter Strukturen und ihrer Wandlungen;
- Ursachen für das Auftreten solcher Störfaktoren;
- natürliche Reaktion beim Auftreten von Störfaktoren;
- Erscheinungen des nützlichen und schädlichen Wettbewerbes;
- rationelle Möglichkeiten zur Förderung erwünschter und Hemmung unerwünschter Vorgänge.

Diese heute noch durchaus nicht hinreichend vorhandenen Grundkenntnisse lassen sich am sichersten, einfachsten und besten erwerben durch das systematische und zweckgerichtete Studium des von der Natur allein gelenkten Experimentes, also der Lebensvorgänge im menschlich möglichst unbeeinflussten Urwald.

3. WELCHE GRUNDKENNTNISSE VERMAG UNS DIE URWALDFORSCHUNG ZU VERMITTELN?

In zahlreichen Veröffentlichungen des Institutes für Waldbau der ETH in Zürich wurde über den allgemeinen Zweck und die Methodik der waldkundlichen Forschung in Urwäldern und Waldreservaten sowie über durchgeführte Untersuchungen berichtet. Ausgedehnte Urwälder sind strukturell sehr uneinheitlich aufgebaut und lassen in ihren einzelnen Teilen ganz verschiedene Entwicklungsphasen unterscheiden. Die zeitliche Folge dieser Phasen erfolgt nicht in einem gleichmäßig verlau-

fendem, allmählichen Wandel, sondern auf Perioden der Stabilität folgen solche raschen Wandels und umgekehrt.

Die Analyse der Entwicklungsdynamik in Naturwäldern beruht auf dem Vergleich einer Folge von sehr genauen Zustandsaufnahmen, die in mehr oder weniger gleichmäßigen Zeitabständen in Dauerflächen durchgeführt werden. Damit ist die Urwaldforschung in der Lage

- die einzelnen örtlichen Strukturen zu erfassen;
- die verschiedenen zeitlichen Folgen der einzelnen Strukturen zu erkennen;
- die Ursachen des Strukturwandels zu bestimmen;
- Störfaktoren der unbeeinflussten Lebensabläufe und deren Ursachen kennenzulernen;
- die natürlichen Reaktionen auf Störungen zu analysieren;
- die Wirkungen der bestandessoziologischen Veränderungen auf einzelne Baumarten, deren Wachstumsverlauf und Gesundheit kennenzulernen;
- Erscheinungen und Ursachen der natürlichen Verjüngungsvorgänge und des Baumartenwechsels zu studieren;
- den Einfluß natürlicher Tierpopulationen und deren Veränderungen auf die Waldbestände zu erforschen.

Alle diese Kenntnisse vermitteln wertvolle Unterlagen für eine Waldpflege, welche günstige natürliche Faktoren bestmöglichst ausnützt, ungünstige dagegen rechtzeitig ausschaltet oder zurückdämmt. Jede vertiefte Kenntnis natürlicher Lebensvorgänge des Waldes ist eine Voraussetzung für eine mit geringstem Aufwand betriebene, erfolgreiche Waldpflege. Urwaldforschung ist daher nicht Selbstzweck, sondern gehört zur wichtigsten Grundlagenforschung des Waldbaues überhaupt. Ihr Wert und ihre Aussagekraft nehmen mit der Untersuchung und der Dauer der Urwaldforschung zu. Deshalb haben wir alles Interesse daran, daß noch vorhandene Urwaldreste erhalten, mit vergleichbaren Methoden systematisch und langfristig untersucht werden. Entsprechende Empfehlungen vonseiten der Waldbausektion der IUFRO erscheinen daher auch dringend angezeigt.

LITERATUR

- LEIBUNDGUT, H., 1951: Der Wald - Eine Lebensgemeinschaft. Büchergilde Gutenberg, Zürich. (1970: 2. vollständig neu bearbeitete Auflage, Verl. Huber, Frauenfeld).
- LEIBUNDGUT, H., 1959: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw., 110, 3.
- LEIBUNDGUT, H., 1966: Die Waldpflege. Verl. Paul Haupt, Bern.

ECOSYSTEM RESEARCH IN MANAGED FOREST WITH REGARD TO NEW PROBLEMS IN TENDING

Bohuslav VINŠ

Forestry and Game Management Research Institute
Zbraslav n. Vlt. - Strnady/Czechoslovakia

Thanks are due to my colleagues, mainly to Prof. J. Jeník and Dr. V. Krěcmer for their helpful comments.

The term "tending" used for the German "die Waldpflege" may be misleading as it is used in the forest literature for the operations carried out for the benefit of young stands only viz. weeding, cleaning and thinning (die Jungwuchspflege resp. die Bestandserziehung); it will be necessary to specify the term tending, but the present paper uses this term in the broader sense, as suggested by the official program of the Meeting.

NEW TASKS IN TENDING

The present-day forestry observes the following two viewpoints in tending operations:

- (1) tending of stands, aiming at sustained or improved yields of timber that can be permanently renewed by biological processes;
- (2) tending of forests that are maintained as an important component of the biosphere, and a necessary prerequisite of the healthy environment in an industrialized landscape.

The utilization and management of forest has to be permanently confronted from both these aspects, considering their relationships to environmental factors and to all consequences of economic measures. In the practical forestry, these requirements can be fulfilled by a new approach of the multiple-use management which should be integrated with other fields of economics. For this reason, the forest research tends to utilize ecological methods in the examination of silvicultural problems. Thus, a forest with all its biotic and abiotic components, together with involved intricate processes, must be considered as an ecological system - shortly "ecosystem".

THE FOREST ECOSYSTEM IN ACTION

The forest ecosystem is an open system that is, without interruption, exposed to influences from the outside (input), and that permanently affects the adjacent systems by its outputs. In natural conditions, it possesses the ability of homeostatic selfregulation, and remains in a

quasistatic biological balance. Though balanced, a forest ecosystem undergoes gradual alteration that, in shorter periods, cannot be easily observed.

Trees are the controlling live component of this ecosystem; they serve as main primary producers which, together with other plants, micro-organisms and animals, form the biocenosis. This association of producers, consumers and reducers develop in mutual relationships within a certain habitat (= biotope) characterized by its main components: radiation energy and inorganic substances arranged according to particular spatial and temporal pattern.

In the dynamics of the ecosystem the most decisive role is played by the delivery of the solar energy, which serves as paramount factor in mutual connections of all live components. The cycles of substances - mainly those of carbon, oxygen and water - are typical representatives of dynamical processes in the ecosystem, with global impacts. These cycles are associated with local cycles of life important nutrients, such as nitrogen and phosphorus, and other substances forming complicate interrelationships in partial processes occurring in the ecosystem.

MAN'S INTERACTION IN THE PAST

The above mentioned introduction is to explain the concept of the forest ecosystem in agreement with the definition given, for examples by ELLENBERG (1973). What is the position of man in the forest considered as living ecosystem?

In the primitive stage of development, man was either directly a component or a subdued member of the ecosystem, and did not disturb its ecological balance. Successively, man interfered with this natural balance and influenced it, unilaterally for his own benefits. He considerably reduced the area of forest by deforestation and alteration of original forests into pastures, arable land, sites of settlements, etc. Later, with the developing industry and increasing consumption of timber, he affected the natural structure of forests by depletion of selected trees and by excessive felling.

The critical state of forest induced the gradual development of rational forest management, and, over large areas, tree species composition and spatial structure of original stands was heavily changed. Planting of rapidly growing conifers, mainly *Pinus sylvestris* and *Picea abies*, and widespread establishment of plantations of these species caused, mainly in Central Europe, the so called mania of Pine and Spruce monoculture. The remnants of this mania can be still seen in vast Spruce and Pine single-dominant stands in many regions. Experience of this period showed that this interference of man considerably upset the regulation system in the forests. This led to the decrease of

diversity and stability in forest areas, to frequent damages and to other subsequent negative phenomena.

It is to be stressed, however, that these measures of the past foresters considerably contributed to the reconstruction of the devastated forest in Central Europe, and covered the needs of both contemporary and present industry. Whereas in agriculture sponsored by soil science physiology, genetics and other biological sciences, yields have increased several times during the last century, in forestry, the timber production has been raised by only 50 to 100 %, mainly due to the plantations of coniferous trees (ASSMANN 1961).

IMPACT OF FOREST MANAGEMENT ON FOREST ECOSYSTEM

In the present period man affects the complicate structures and functions in forest ecosystems by their more intensive and multilateral exploitation. The increased output of the biomass (by timber crop, utilization of slash, bark and needles), shortening the rotation (by introduction of fast growing tree species, and by production of small wood for industry), enhancing the decomposition processes (by the canopy opening on regeneration and tending of stands), disturbance of water regime (by drainage and increased evapotranspiration), all these operations act against the more or less closed biogeochemical cycles of the forest ecosystem, and change them in unilateral flows (JENIK, REJMANEK 1977). This results in the further needs for the forester's supply of nutrients and water (fertilizers, irrigation) which tends to alter forest management into agriculture. Thus, tending gets a new task.

The agriculture marks pronounced changes in the utilization of natural resources. Increased demand for food and need of higher productivity in operations forced the man to replace the natural ecosystems by man-made ecosystems. Similarly, forestry steadily applies more intensive treatment of forest ecosystems, both from the biological point of view (e.g., application of genetics, breeding of forest tree, nutrition, protection against pests, etc.) and from the point of view of the technology (e.g., by the logging and regeneration methods, the use of harvesting machines, establishment of transport road system, etc.). The impact of man on whole ecosystem requires increased supply of additional energy and purposeful management of forest ecosystems in order to keep the ecological balance of the whole landscape.

IMPORTANCE OF FUNCTIONS ANALYSIS IN FOREST ECOSYSTEM

Rational use of all natural resources requires adequate knowledge which can safeguard the control of the development and provide the stability

of ecosystems so markedly influenced by man. But our knowledge of intricate structures and processes in ecosystems, is it satisfactory from the viewpoint of new tasks in tending? This question can be answered by examination of the traditional task in forestry, i.e. the tending of forest aimed at timber exploitation.

The efforts for the increase of timber production by not only usual measures but also by new progressive methods, is one of the leading tasks of the practical forestry and of the forest research. Even in the present discussions about the multiple use of forests, the timber production plays a major role. The success increased production in forestry consists in the control of biological processes streamlined towards the optimal utilization of forest products in the human society. In the wide complex of biological processes the photosynthetic assimilation plays a decisive role in the primary production of biomass.

The production processes in plants are always difficult to assess because of the simultaneous decomposing processes (mainly respiration) occurring besides the synthesis. Apart from the formation of new tissues and organs, we can observe simultaneous dying and decay of parts of roots, twigs and leaves, whose substances return into particular biogeochemical cycles. In the evaluation of the production the netto output of assimilation is usually expressed as brutto-production of the stand reduced by loss due to respiration and fall of dead parts of plants (production equation of Boysen-Jensen 1932). A comparison of the primary production in a young European beech stand and a young African rain forest showed at nearly twice brutto-production of the tropical forest (23,5 t and 52,5 t dry weight of biomass per year, respectively), the netto production in these stands was nearly equal, or even slightly higher in the temperate forest (9,6 t and 8,9 t, respectively). This marked difference is caused by high losses due to respiration in hot tropical climate; the loss in the production balance of the tropical stand amounted more than 80 %, whereas in the beech stand of the temperate zone the respective loss was about 60 % (MÜLLER, NIELSEN 1965).

This example of complicate interrelationships in individual processes draws our attention to the danger resulting from simplified conclusions, based on limited experiences and insufficient knowledge of problems. The present ideas on the production processes in forest ecosystems were mostly derived from unilateral preference of particular factors and measurements. At the present time, there are only very few data available of exact measurements of production processes. Some data on biomass production in forests markedly vary in values, which can be attributed either to their local validity of the investigation or to the interpretation of methods used (YOUNG 1971). Minimum attention was given to mature stands, because of methodological difficulties and of insufficient technical equipment (VINS 1971).

UTILIZATION OF BIOLOGICAL DATA IN SILVICULTURE

Sometimes serious doubts have been expressed - mainly among practical foresters - whether it is possible to solve problems of silvicultural operations on the basis of research in photosynthesis and in other fundamental biological processes. We should realize that most silvicultural operations, (e.g. selection of tree species and spacing in afforestation, impact on the structure of stands in tending and during regeneration, amelioration and fertilization of forest soils, etc.) are directly or indirectly, intentionally or unintentionally, connected with the control of factors which enable the maximum photosynthetic production on the given site. The matter is to influence mainly those factors which are, directly or indirectly, involved in the photosynthesis: utilization of incident solar radiation and available CO_2 concentration, regulation of water regime, mineral nutrition, and many other factors.

It is well known that in nature, solar radiation is the exclusive source of energy for the photosynthetic assimilation of CO_2 . The utilization of this radiation by the foliage of forest trees is very low; values about 1 - 2 % are usually recorded. But in laboratory or under controlled conditions maximum possible effectiveness of this process may represent values ten times higher (KOZLOWSKI and KELLER, 1966). It is obvious that, in forests, better utilization of solar radiation in the photosynthesis is of great importance. The present knowledge about the use of light for photosynthesis shows considerable difference in tree species, between individual trees, as well as between individual parts of the tree crown composed of sun and shade leaves.

Thus knowledge on the distribution of leaves in the growth space, and on the photosynthetic activity of various species and varieties (incl. ecotypes) in various environmental conditions, is the basis for the solution of optimal utilization of forest space, and for the optimization of production processes by silvicultural operations. This knowledge may elucidate the longstanding problem of forestry referring to the advantage of stands with different composition and structure (management of evenaged stands versus shelterwoods system), and may resolve the problems of most efficient tending, the determination of optimal stocking and crown canopy, and other silvicultural questions that could not be satisfactorily replied by the current empirical and experimental procedures.

SIGNIFICANCE OF ECOSYSTEM RESEARCH IN THE MULTIPLE-USE FORESTRY

Importance of the causal analysis of the complicate system of relationships between individual components and physiological processes in a forest ecosystem can be explained, with regard to the activity of the

forester, on the role and cycling of water. While affecting the composition and structure of a stand with regard to optimum utilization of solar energy in the photosynthesis, and in view of the maximum timber production, the forester simultaneously influence the water regime of the entire ecosystem. The species composition and spatial arrangement of a stands affect the water cycle mainly by the intensity of evapotranspiration and by interception, infiltration and runoff in a diverse manner, according to the environmental conditions. Individual components of the hydrological cycle, from the point of view of most effective photosynthetic output, can be influenced by the selection of tree species, regulation of stocking and crown canopy, and by a series of other silvicultural and management operations. All these measures, however, affect not only the biomass formation, but also the general hydrological effects of forests, in both qualitative and quantitative terms.

This is the sphere where the requirements of timber production and water management meet and the so called "other useful functions of forest" appear. Consequently, in recent years the second aspect of new tasks in forest tending becomes in the centre of interests of developed countries. Until recently, the ensurement of other useful functions has been considered as an associated feature of the so called "sound forestry", i.e., forestry exclusively aimed at permanent and sustained timber production. Nowadays, the other useful functions become ordinary component of "production" functions in the forestry (MRAČEK and KREČMER, 1975).

In view of other important needs for improved silviculture, caused by the environmental crisis and impacts of air pollution, and with regard to application of preventive and corrective measures in forestry (MATERNA 1971), the ecosystem conception in forest research will be asked to tackle numerous urgent problems. Without adequate knowledge of fundamental functions within the forest ecosystems, and without proper awarness of the consequences of man's activities, the forest management will never overcome the empirical stage derived from limited experience.

SPECIFIC ASPECTS OF THE ECOSYSTEM RESEARCH IN VIEW OF THE NEW TASKS IN TENDING

What are the specific features and possible contributions of the ecosystem research in the present-day and future tasks in tending? Most of the research projects in forestry were organized within the individual science disciplines, with little attention paid to other branches. Investigation of forest environment or forest biocenoses were limited to partial questions only. Fundamental forestry branches, such as silviculture and forest management, recorded only empirical data and

described actual experience and observation of tree growth and yields in various districts and under various economic conditions. Deeper investigation into ecological processes and into causal relationships were rarely performed.

However, it should be stressed that forestry, an economic branch most closely linked with natural and semi-natural ecosystems, developed a good tradition in utilization of ecological concepts and notions. Let us refer to the MOROZOV's "Forest Science", or to well-known DENGLER's and RUBNER's textbooks of silviculture based on biological concepts, as well as to the ASSMANN's and MITSCHERLICH's latest conception of "forest yield science". Moreover, the concept "tending" used as synonym of the German "Waldpflege" (KÖSTLER 1953), as reflected in the program of this conference, is a good evidence of the ecological thinking in forestry and full appreciation of the notion of the forest ecological systems.

The ecosystem research is streamlined, of course, to the analysis and causal explanation of all individual components and processes, and to explication of all mutual relationships within a stand. These requirements influence the methodical approach of individual branches participating in the integrated projects. Included are not only general inventory of abiotic resources and populations, and classification of ecosystems ("forest types"), but also studies of partial processes in the biotic and abiotic sphere. Many questions could be resolved by the examination of stability, diversity and selfregulation in the systems, as well as by the research of its origin and development. The system analysis and modelling help in the planning of the research, mainly by compilation of models that simplify the reality, but nevertheless make its investigation, understanding and interpretation still possible. The importance of models, including verbal and picture models, consists mainly in the methodical help in the selection of investigated parameters, and in evaluation of the data in their mutual connections. Mathematically defined models, as the paramount tool of the systems analysis, offer the possible simulation and prediction of the development of the ecosystem, and in this way, they could serve as basis for the optimization of forest management.

Obviously, a number of partial questions can be answered by the traditional approach performed by individual branches of the forestry research, based on the isolated studies of individual experts even in rather complex problems. Thus, a considerable part of the data and methods derived from the past and current research, can be utilized for the ecosystem research, too. The complexity of a forest ecosystem is multiplied by various society demands on forests and economic conditions for their utilization, which is reflected in the new tasks in tending. The examination of any forest ecosystem thus requires, as a rule, interdisciplinary co-operation of many specialists in sciences,

technology and arts. Team work performed in spatial and temporal coordination, directed to (1) the characteristics of the parameters of main components in the ecosystem, and to (2) the analysis of processes in mutual relationships that are decisive for the given project, is the basic prerequisite of the ecosystem approach to the research projects of this kind.

PAST AND FUTURE OF THE ECOSYSTEM RESEARCH

The beginnings of ecosystem research are connected mainly with the field of the hydrobiology. Lakes and ponds, with their relatively well marked boundaries and well discernible components, offered the most favourable objects for their functional analysis. For this kind of research, of course, it was necessary to create suitable organization and methodical conditions. These conditions have arisen mainly in Northern America where rapid development of the ecosystem research has been achieved (Withaker 1970). No doubt, this development was strongly supported by the application of the system analysis in biology, and by the fast development of computers.

An important stimulus in the development of the ecosystem research in Europe was the International biological program (IBP), materialized under the co-ordination of the SCIBP within International Council of Scientific Unions in the period 1964 to 1972. This program of integrated world research of biological basis of the productivity and human welfare, mainly in the PT-section called "Productivity terrestrial" provoked many national projects streamlined to the ecosystem research, particularly to forest ecosystems. This program was induced and directed mainly to the comparison of various natural and man-made ecosystem, from the theoretical viewpoint of detection of their basic functions. It was mostly materialized in university institutions of a basic science. Nevertheless it collected many data on the structure, partial processes and their connections in the forest ecosystems in various parts of the world that are useful both in the forest research and the forest management. Last but not least it also contributed to the elaboration, verification and unification of methods which make it possible to obtain comparable data in various conditions, and regional as well global synthesis of results collected by partial projects (REICHLE 1970, ELLENBERG 1971). This program also played an important role in the promotion of ecology and ecosystem approach in biological research (ODUM 1959, DUVIGNEAUD 1967).

Global problems of the rational use of natural resources, and needs for the conservation of healthy environment led to the preparation of a new international research program organized at the governmental level under the auspices of UNESCO, under the name "Man and Biosphere" (MAB). This program, inspired partly by the results of IBP

is represented by 14 main projects. Project No. 2 "Ecological effects of different land use and management practices on temperate and mediterranean forest landscapes" is closely connected with the new tasks in tending, as they were formulated for examples, by MAYER (1977) in his paper on the outlooks of silviculture.

The objectives of research within this project in the temperate zone of the northern hemisphere was clearly defined in the first three points of the eleven items outlining this project (MAB REPORT Series No. 41(x), p. 15:

- (1) to help provide the ecological basis for the rational and sustained use of natural resources and for the management of forest ecosystems in temperate regions, through an interdisciplinary and problem oriented approach based on integrated research projects which focus on particular types of human impact, with due consideration of interrelationships with other ecosystems within the macroecological landscape complex;
- (2) to provide a new approach to environmental study and management of forest resources, through the explicit recognition of the particular needs of decision-makers, planners and managers for reliable scientific data, through the development of strong feedback mechanisms between research and practical management, and through the provision of objective scientific information on ecological and socio-economic effects of various development options;
- (3) to analyse the structure and functioning of natural and seminatural forest ecosystems and adjacent managed systems, and the interactions between and within these systems and their various component parts (including man) essential for understanding functional relationships within the forest landscape and for understanding consequences of changes;

These three items define the ecosystem approach to the research into problems of the present forestry. They stress both (1) the economic activity of man from the point of view of rational use of forests representing important natural resource, and (2) the relationships between forest ecosystems and other ecosystems in the landscape, from the view-point of preservation of healthy environment.

At the regional meeting of the integrated ecological research in the temperate zone of the northern hemisphere within the MAB Project 2, which was held in Brno, Czechoslovakia in April 24 to 29, 1976, eight main items of the project were defined. These main topics are derived from the analysis of present and perspective needs of forestry,

(x) The cited publication is obtainable from UNESCO Bookshop, UNESCO, 7 Place Fontenay, 75 700 Paris, France

and agree in their contents, though not in the wording, with the new task in tending. These themes are:

- (1) the effects of air pollution on forest ecosystems and the effects of forest ecosystems on air quality;
- (2) the role of temperate forests in fixing, storing and supplying energy and the effects on forest of energy development technologies;
- (3) the role of forests in maintaining and improving water resources and in regulating water in river basins;
- (4) the ecological basis for integrated pest control;
- (5) the interaction between forest and other ecosystems within the landscape under various types of human impacts;
- (6) environmental and socio-economic aspects of recreation and tourism in temperate forests;
- (7) ecological and socio-economic effects of intensive forest management;
- (8) baseline studies of processes determining the response of forest ecosystems to human impact.

These topics include particular national project submitted by the representatives of 12 participating countries. Most of these projects are organized as integrated ecosystem research.

It can be expected that intergovernmental program of UNESCO "Man and Biosphere", mainly in the project 2, as well as other international and national programs and projects of the research in forest ecosystems, will promote the knowledge and data necessary for the future development of the forestry and for rational management of forest in favour of the whole mankind. This is also the main target of the ecosystem research in managed forests with regard to new problems in tending.

LITERATURE CITED

- ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellsch., München-Bonn-Wien, 490 S.
- BOYSEN-JENSEN, P., 1932: Die Stoffproduktion der Pflanzen, Jena.
- DUVIGNEAUD, P., 1967: Ecosystèmes et Biosphère. L'écologie, Science Moderne de Synthèse, vol. 2, 137 pp.
- ELLENBERG, H., edit., 1971: Integrated Experimental Ecology. Springer Verl., Berlin, Heidelberg, New York, 214 pp.

- ELLENBERG, H., edit., 1973: Ökosystemforschung. Springer Verl. Berlin, Heidelberg, New York, 280 S.
- JENIK, J. and REJMANEK, M., 1977: Biogeochemical Cycles: Reiteration. (In press).
- KOZLOWSKI, T.T. and KELLER, T., 1966: Food Relations of Woody Plants. The Forestry Chronicle, vol. 47, no. 4, pp. 293 - 382.
- KÖSTLER, J.N., 1953: Waldpflege. Paul Parey, Hamburg-Berlin, 200 S.
- MATERNA, J., 1971: Lesní hospodářství a znečištění ovzduší (Problematika výzkumu). (Forestry and air pollution - Problems of research). Lesnictví, vol. 17, no. 11, pp. 971 - 981.
- MAYER, H., 1977: Hat der Waldbau noch eine Zukunft? Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, vol. 128, no. 5, pp. 255 - 276.
- MRÁČEK, Z. and KREČMER, V., 1975: Význam lesa pro lidskou společnost (Importance of forest for human society). Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 225 pp.
- MÜLLER, D., NIELSEN, J., 1965: Production brute, pertes par respiration et production nette dans la forêt ombrophille tropicale. Det Forstl. Forsogsvaesen i Danmark, vol. 29, pp. 69 - 160.
- ODUM, E., 1959: Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 546 pp.
- REICHLE, D.E., edit., 1970: Analysis of Temperate Forest Ecosystems, Springer Verl., Berlin, Heidelberg, New York, 304 pp.
- VINŠ, B., 1971: Biologické základy produkce dřevní suroviny (Biological foundation of timber production). In: Lesy a lesní hospodářství v rozvoji současné společnosti (Forest and forestry in development of today society), Sborník referátu z konference VULHM Zbraslav-Strnady, pp. 157-174.
- WHITAKER, R.H., 1970: Communities and Ecosystems. W.E. Norton and Co., New York.
- YOUNG, H., 1971: Forest Biomass Studies. Life science and agric. exp. station, Univ. of Main, Misch. Publ. vol. 132, 205 pp.

ECOSYSTEM RESEARCH IN THE NATURAL MANAGED FOREST WITH REGARD TO NEW PROBLEMS IN TENDING

Dale W. COLE

Center for Ecosystem Studies, College of Forest Resources,
University of Washington, Seattle/USA

INTRODUCTION

In recent years there has been an increasing awareness of problems that can arise from tending the managed forest. The issues that have received greatest attention are those related to practices affecting the production potential of forest sites and the chemistry of drainage waters. Many activities associated with forest management, such as harvesting, slash disposal, and fertilizing have been found within the center of this controversy. It is fortunate that coincident with these concerns has been the development of a large body of ecosystem information directly applicable to these issues. A great deal of this information has emerged from the International Biological Program (IBP) on forest ecosystem analysis, a program that is now in its concluding stages in the United States.

It is the intent of this paper to examine these issues in light of information derived from our studies of forest ecosystems in the Pacific Northwest of the United States. These studies have been conducted at the Thompson Research Center, a major field research site of the United States IBP Coniferous Biome Program, and at Pack Forest, the teaching and research forest for the College of Forest Resources, University of Washington. At both sites the soils are of coarse gravelly texture, deposited during the recession of the last glaciation approximately 10,000 years ago. Consequently, the nitrogen supply on both areas is quite limited, resulting in Site IV productivity class for Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), the dominant timber species of this region.

The types of questions that these studies have helped answer include:

1. What is the effect of harvesting on nutrient drain of our forest ecosystems? Will increased utilization and total tree harvesting significantly increase this effect?
2. What is the fate of fertilizers applied to our forest soils? Will they remain within the ecosystem or be lost in drainage waters? Will repeated application of urea fertilizer result in a nitrate addition to the groundwater?
3. Will a rotation of nitrogen-fixing red alder (*Alnus rubra* Bong.)

provide a significant increase in the nitrogen capital of a site? Is this increase sufficiently large to consider the inclusion of this relatively low economic-valued species into management of our low site areas as a means of increasing productivity?

4. Will atmospheric addition of potential pollutants, such as occurs with acid precipitation, affect the productivity of our forest soils?
5. Can a forest successfully be used as a site for the disposal and effective utilization of effluent wastewaters and sludges derived from municipal sewage treatment systems? What happens to the ecosystem? What happens to the waste additions?

ECOSYSTEM RESEARCH IN FOREST TENDING

Effect of Harvesting on the Nutrient Capital of an Ecosystem

Many potential problems of forest tending practices have gone unnoticed simply because they may not have been obvious and hence have not been assessed. While there might be some justification to this approach for short-term management purposes, the price as reflected in future growth could be high. For example, will nutrient removal associated with harvesting be replaced by weathering, fixation, and/or atmospheric additions during rotation of the next forest stand? Will such losses from the ecosystem result ultimately in decreased productivity if not supplemented in some other way? By knowing the distribution of nutrients within a forest ecosystem, it is feasible to calculate the effects of different degrees of utilization on the overall nutrient capital of a site. For example, with 42-year-old Douglas-fir at the Thompson Research Center, removal of boles in a harvesting operation can result in loss of 167 kg/ha or 4.4 % of the nitrogen of a site (Gessel et al., 1973, Turner, 1975). When calculated on an annual basis this loss is equal to 4.0 kg/ha. In part, however, it is offset at this site by atmospheric inputs which exceed leaching losses at the rate of approximately 0.5 kg/ha each year. Consequently, the net loss this site would experience if subjected to clearcutting each 42 years would be 3.5 kg/ha annually, or 148 kg/ha for the rotation period. When a parallel calculation is made for a 73-year-old Douglas-fir forest on similar site, assuming again that only boles and their bark are removed, we find that 1.9 kg/ha of nitrogen are being lost annually, or 139 kg/ha over the rotation period (Turner, 1975).

There is a significant increase in net losses of nitrogen when the entire aboveground portion of the tree is removed such as is done in some logging operations in the Pacific Northwest where "whole-tree yarding" is conducted so that tops and limbs may be more efficiently removed at a central landing. For example, with the 42-year-old stand

the removal of the total tree results in a net annual loss from the ecosystem of 6.8 kg/ha or 286 kg/ha over the rotation period. This is almost twice the loss when the bole alone is harvested. For the 73-year-old stand, total tree harvesting results in a net annual loss from the ecosystem of 4.3 kg/ha or 313 kg/ha over this rotation period. It is evident from these calculations that the net loss from the system due to harvesting is nearly independent of the rotation period but highly dependent on the degree of utilization of the trees. In general, extending the rotation period does not proportionally increase total elemental loss; however, increasing removal from the bole to the entire tree typically doubles such losses to the point where they become a significant portion of the total nitrogen capital of the ecosystem. The effect of various rotation ages on such losses can be seen in Table 1.

Similar calculations can be made for any stand where sufficient information exists regarding the amount and distribution of the elemental capital of the ecosystem. We have similar information for most major timber species of Pacific Northwest coniferous forests. For example, in the sub-alpine area of the State of Washington the harvesting of 175-year-old Pacific silver fir (*Abies amabilis* (Dougl.) Forb.) results in an ecosystem loss of 130 kg/ha when only the bole is removed (Turner and Singer, 1975), a value similar to those reported above for Douglas-fir. With a rotation of 100 years for these sites and a net addition from precipitation of one kg/ha, nitrogen loss from harvesting would be negligible in that it would be nearly in balance with the net addition this system is receiving.

Total tree removal from these higher elevation sites will result in more loss than noted for lower elevation Douglas-fir in that the biomass of the foliage is appreciably larger. For Pacific silver fir total tree removal will, for example, cause a total nitrogen loss of 330 kg/ha (Turner and Singer, 1975), a net loss from the ecosystem over a 100 year rotation of 2.3 kg/ha/yr. Thus total tree harvesting at these sites does result in a significant increase in nitrogen loss.

Similar calculations can be made for other nutrient elements. For the Douglas-fir stands discussed above, the losses of Ca, Mg and K that can be expected from harvesting are listed in Table 2. Whether or not these ecosystems actually lose these quantities of nutrients from the available pool is largely dependent upon the rate of soil mineral weathering. While these stands do not currently display any deficiency symptoms except for nitrogen, it could well be that losses of these nutrients, resulting from harvesting, will result in deficiencies in future rotations. This is especially true in the case of potassium where exchangeable potassium appears to be at a minimal level to meet uptake requirements.

Table 1: Effect of harvesting on nitrogen loss for various rotation ages of Douglas-fir (Turner, 1975)

Stand Age	Total N	Nitrogen Lost* (kg/ha)			
		Bole		Total Tree	
		Total	Annual	Total	Annual
22	3371	144	6.5	216	9.8
30	3422	128	4.3	206	6.9
42	3310	148	3.5	286	6.8
49	3743	144	2.9	309	6.3
73	4041	139	1.9	313	4.3

* Assumes an annual input of 1.1 kg/ha and a leaching loss of 0.6 kg/ha for a net annual addition of 0.5 kg/ha.

Fate of Fertilizers Applied to Forest Soils

Urea nitrogen fertilizers are extensively applied to Douglas-fir forests in the Pacific Northwest. During the past ten years over 250,000 ha have been treated in this way to correct widespread nitrogen deficiencies typically exhibited by these stands. This operational fertilization program has raised concerns regarding the effects of these additions, to the ecosystem in addition to the growth responses which my colleague Dr. Gessel will address in his paper tomorrow. Specifically, questions have been raised as to whether nitrogen added in this manner remains within the ecosystem or is lost to drainage waters.

Mineral cycling studies on stands receiving urea fertilization have answered this to a large extent. On sites deficient in nitrogen, Douglas-fir rapidly takes it up, accumulating nitrogen not only in new foliage but in older needles as well. In a recent study (Turner and Olson, 1976), where urea was applied at rates of 220 and 880 kg/ha, this relationship was clearly demonstrated (Table 3). The ability of trees to store nitrogen in older tissue and translocate it to current growth gives Douglas-fir the capacity to respond to fluctuating nitrogen supply levels, thereby prolonging nitrogen fertilizer response for a number of years following application.

Urea fertilization also has an effect on leaching in the soil profile. The basic processes regulating leaching of nitrogen are well understood. Urea is a non-ionic polar organic compound, highly soluble and therefore readily leached during rainy periods. However, urea

Table 2: Effect of harvesting on Ca, Mg, and K losses for various rotation ages of Douglas-fir (Turner, 1975)

Stand Age	Nutrient Loss (kg/ha)					
	Ca		Mg		K	
	Bole	Total Tree	Bole	Total Tree	Bole	Total Tree
22	140	202	15	29	48	130
30	154	248	26	38	126	188
42	214	358	31	53	107	202
49	192	356	28	52	100	201
73	246	433	37	58	217	353

Table 3: Nitrogen accumulation in foliage following urea fertilization (Turner und Olson, 1976)

Needle Age	Fertilization level (kg/ha N)		
	Control	220	880
Current	.98	1.28	1.45
1 year	1.11	1.26	1.50
2 year	1.00	1.11	1.42
3 year	.90	1.00	1.17
4 year	.80	.91	1.01
5 year			.87

hydrolyzes quite rapidly in soils to ammonia and carbon dioxide through a reaction involving the enzyme urease which is commonly present in forest soils. The NH_3 produced in this reaction then reacts with hydrogen ions to form NH_4^+ . The CO_2 hydrolyzes to form carbonic acid which in turn dissociates into H^+ and HCO_3^- , depending upon pH. Since carbonic acid is a weakly dissociated acid and for each carbon there are two NH_3 molecules which react with water to form NH_4OH , the net result is a sharp rise in solution pH. In most cases HCO_3^- remains the dominant carbonate form if pH remains below 8.3, so that an ammonium bicarbonate solution results. As the ammonium bicarbonate solution moves through the soil profile, NH_4^+ displaces native cations such as K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , and H^+ from the exchange sites by mass action. Thus, urea fertilization increases the concentrations of nutrient cations in solution as well as NH_4^+ . Displaced H^+ combines with HCO_3^- to form H_2CO_3 as the system becomes more acidic, so that bicarbonate concentrations as well as ammonium concentrations decrease

as solutions pass deeper into the soil. The result is that NH_4^+ should remain within the soil not subject to leaching (Figure 1).

This theoretical account of the leaching process was tested through a series of irrigation and urea fertilization studies (Cole, et al., 1975) where leaching was carefully measured with tension lysimeters (Cole, 1968) installed at a series of levels within the soil profile. It was evident from this study that the fertilizer nitrogen remained largely within the top 15 cm of the soil surface (Figure 2). Little if any applied urea was converted to the nitrate form. This is fortunate in terms of nitrogen retention in that NO_3^- is a very mobile anion in the soil and can readily leach out, potentially reaching the groundwater or a stream. Concentrations greater than 10 ppm exceed guidelines established by the United States Environmental Protection Agency. We do not yet understand why this process of nitrification is inhibited under these forest soil conditions.

The Use of red alder to Improve Soil Fertility

An alternate means of increasing the nitrogen content of forest soils is to incorporate a nitrogen-fixing species into management practices either as a mixed forest or as a pure stand. In the Pacific Northwest of the United States, red alder is the only forest species capable of fixation. It occurs naturally as a pioneering species in either pure or mixed stands, often in association with Douglas-fir.

We have conducted a detailed study of red alder assessing its capacity to fix nitrogen. For these studies we have been fortunate in having an area at the Thompson Research Center where red alder and Douglas-fir grow adjacent to each other as pure stands. The Douglas-fir is part of a plantation established 40 years ago. The red alder is the natural regeneration that became established at this plantation boundary. On a comparative basis, greater quantities of nutrient elements are stored in the aboveground portion of the alder ecosystem than are found in the adjacent stand of Douglas-fir. This is true not only for the trees but also for the understory vegetation (Table 4). If one can assume that these two ecosystems had an identical nutrient capital 40 years ago when the area was harvested, then the differences that are observed in the nutrient accumulation are caused by some basic difference between these two stands. The only nutrient element that is significantly different is nitrogen (Table 5). Over a 40 year period, the red alder ecosystem accumulated 3240 kg/ha of nitrogen in excess of what is on the Douglas-fir site. While the greatest quantity of this accumulation is in the soil (67 %), a significant portion is also in the forest floor (22 %), understory vegetation (3 %), and the trees (8 %) (Table 6). This net accumulation of nitrogen by alder is equivalent to an annual accumulation of approximately 85 kg/ha (Cole, et al., in press). These calculations would indicate that a single 40 year rotation of alder results in a doubling of the nitrogen capital of the ecosystem.

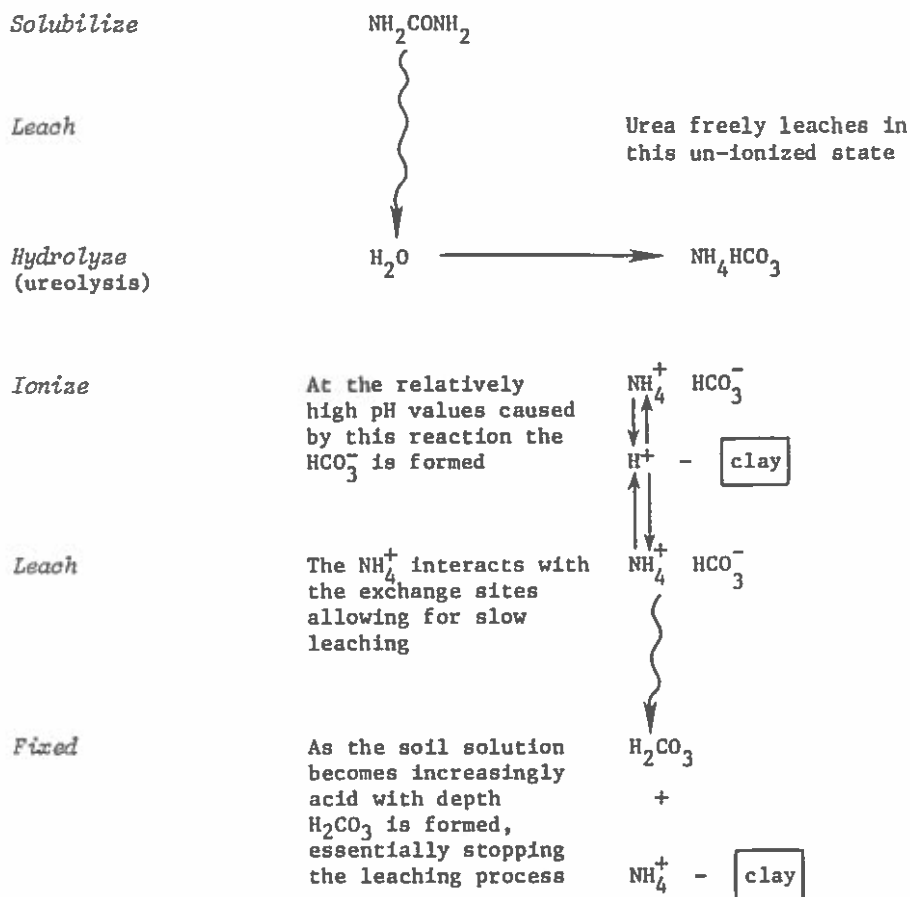


Figure 1. Effect of urea fertilization on leaching processes in the soil profile (Cole et al., 1975).

From a nutritional point of view, including red alder into the management of Douglas-fir appears desirable, especially when one considers that productivity is limited on many Douglas-fir sites by insufficient nitrogen. Unfortunately, alder does not have as great an economic value as Douglas-fir, and consequently its future in this role is uncertain.

Table 4: Distribution of elements within the vegetative components of the red alder and Douglas-fir ecosystems

	Douglas-fir	Red Alder
Nitrogen		
Overstory	320	590
Understory	10	100
Potassium		
Overstory	220	100
Understory	10	130
Calcium		
Overstory	330	300
Understory	10	100

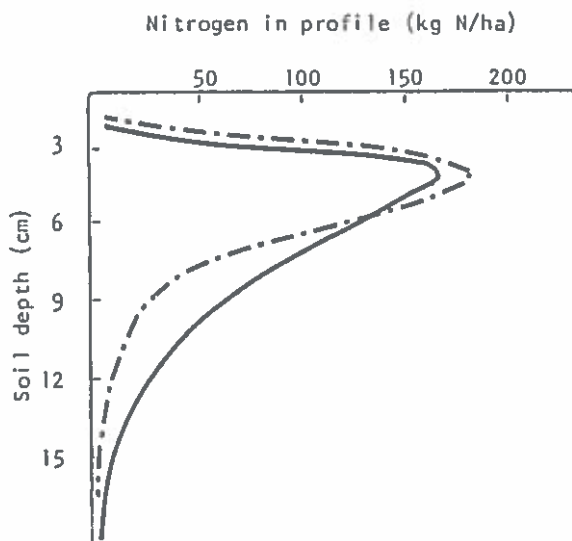


Figure 2. Nitrogen distribution in the soil profile following urea fertilization. Solid line shows results after heavy irrigation, dashed line is after light irrigation (from Crane, 1972).

Table 5: Elemental distribution in red alder and Douglas-fir ecosystems (kg/ha)

	Douglas-fir	Red Alder
Nitrogen		
Vegetation	330	690
Forest Floor	180	880
Soil	3270	5450
Potassium		
Vegetation	230	230
Forest Floor	30	90
Soil, Exch.	240	140
Soil, Total	71500	77200
Calcium		
Vegetation	340	400
Forest Floor	140	390
Soil, Exch.	740	840
Soil, Total	98800	96600

Table 6: Nitrogen accumulation and estimated average annual fixation by 38 year old Red Alder (kg/ha) (Cole, et al., in press)

	D.-fir	Red Alder	Diff	Average annual accumulation
Overstory	320	590	270	7.1
Understory	10	100	90	2.4
Forest Floor	180	880	700	18.4
Soil	<u>3270</u>	<u>5450</u>	<u>2180</u>	<u>57.4</u>
TOTAL	3780	7020	3240	85.3

Acid Rainfall and Sulfate Deposition

Acid rainfall from industrial sources of sulfur dioxide and nitrous oxides has caused concern in recent years in terms of potential effects on both terrestrial and aquatic ecosystems. The recent symposium on acid rain (First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem) clearly indicated the widespread concern that exists. With respect to forest nutrition, it is feared that sulfuric or nitric acid precipitation may leach soil nutrient cations over and above rates occurring in natural systems. This has been observed particularly in Norway (Abrahamsen et al., 1975) and in the Eastern United States (Likens and Borman, 1974). Records at the Thompson Research Center show that this area has been subject to acid rainfall for the last ten years, since records of rainfall pH were begun. Analysis shows that sulfuric acid is responsible for this acidity though nitric acid is occasionally present. At present levels, acid rainfall and sulfate deposition are responsible for about 20 % of the cations removed from the rooting zone at our research site (Table 7: Cole and Johnson, 1974).

In that the productivity of these ecosystems is limited by nitrogen and not by cation levels, this loss is considered minor and not critical to maintenance of productivity. Should sulfuric acid in rainfall increase as anticipated use of high-sulfur coal increases, the situation may change. The Everett series soil at the Thompson site has appreciable sulfur adsorption capacity and temporarily buffers out high acid inputs (Johnson and Cole, 1975). Mobility of sulfur in these systems over long periods is not known. It should be recalled that sulfate is an essential nutrient, and elimination of the sources of its input may cause sulfur deficiencies (Tabatabai and Bremner, 1972).

Application of Wastewaters and Dewatered Sludges to Forest Ecosystems

During the past few years there has been increasing interest in using forest ecosystems as sites for disposing of effluent wastewaters and sludges associated with municipal sewage treatment systems. Restriction preventing their discharge into aquatic systems has been the principal factor promoting this use. This has posed interesting problems in the management of these forest sites. Of specific interest to us was to determine if the application of these products into the forest could be of benefit, resulting hopefully in higher productivity. It was also essential to determine if any environmental problems would occur if these materials were applied to our forests. To answer such questions two research studies were established at the Pack Forest research site.

Table 7: Total leaching of bicarbonate, sulfate, and total cations for one year at the Thompson site, February 1973 - February 1974 according to lysimeter data. (Cole and Johnson, 1974)

Sampling Station	HCO_3^-		SO_4^{2-}		$\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ ¹		Total cations
	eq/ha	% ²	eq/ha	% ²	eq/ha	% ²	
Precipitation	780	61	200	16	980	77	1280
Throughfall	820	60	360	26	1180	86	1380
Forest floor	1110	33	700	21	1810	54	3400
A-horizon (8 cm)	1430	53	620	23	1940	76	2700
B-horizon (50 cm)	1070	60	360	20	1420	80	1780

¹ Analysis of noncontaminated samples for chloride indicates that it accounts for most of the remaining anion balance except in forest floor solutions.

² = Percent of total cations.

In the first study, effluent wastewaters from a secondary municipal treatment process are being irrigated on five vegetative types: (1) grass, (2) Douglas-fir seedlings, (3) poplar seedlings, (4) mature 45-year-old Douglas-fir forest, and (5) an unvegetated plot. The latter is used to compare to vegetated plots and, thereby, separate the influence of the soil from the influence of the vegetation. The rate of irrigation is 5 cm/week. This has been continued now for over three years without interruption, resulting in the application of approximately 1200 kg/ha of nitrogen. A significant response to these applications has occurred, both in terms of leaching and in terms of productivity. As anticipated from our studies on urea fertilization, there was little leaching of nitrogen in the ammonium form in the soil. The majority of nitrogen leaching through the soil has been in the nitrate form, indicating that the process of nitrification is actively present under these conditions. Examining the results in the second year after the seedlings became established, it is evident that a forest ecosystem can effectively remove nitrogen from wastewater, decreasing the concentrations to levels well below those required by the United States Environmental Protection Agency for drinking water. The cumulative fluxes of nitrogen for these vegetative types during this second year are illustrated in Figure 3. The two forest ecosystems are the most efficient in this renovation process, followed by the grass cover and then by the barren site. Nitrate concentrations at the 180 cm soil

depth at the barren site were typically above the 10 ppm minimum drinking water standard.

These systems showed even a greater capacity for removing phosphorus. The quantity of phosphate leached below the 180 cm level does not vary significantly between plots, and total fluxes past 180 cm are less than one kg/ha over a two year period. On all vegetation types more than 99 percent of phosphate applied has been removed from the percolate at this level. No trend of decreasing renovation efficiency is observable at 180 cm after two years of irrigation (Breuer et al., in press).

It is still premature to know how large an increase in productivity can be expected due to this wastewater irrigation. The preliminary analyses indicate that production has been significantly increased on these sites. The poplar seedlings are producing biomass at a rate nearly 10-fold greater than a site receiving an equal volume of riverwater. The Douglas-fir seedlings are growing at a rate of three times that of their riverwater control. Results at the end of this current growing season should provide a more definitive picture as to what can be expected in growth response.

The application of digested dewatered sludge has also resulted in a number of significant changes to these ecosystems. This material is approximately 20 % solids and contains about 2 % nitrogen on an oven-dry basis. It also contains significant quantities of heavy metals and pathogens typical to this type of material from an industrialized urban area (the City of Seattle). The dewatered sludge has been added to areas cleared of vegetative cover and to established Douglas-fir forests. The objectives of this study are to assess the ecological, management, and engineering problems associated with the application of these sludges to forest ecosystems. Sludge has been added at depths of 5, 10, 20, and 25 cm. Each cm of sludge contains approximately 400 kg/ha of nitrogen. Thus the 5, 10, 20, and 25 cm additions have resulted in an increase in nitrogen at rates of 2000, 4000, 8000, and 10,000 kg/ha respectively. Eight different tree species have been planted in these sites including most of the important timber species of the region.

A number of significant findings have already been made. There is a considerable difference between tree species regarding growth and survival in sludge-treated areas. Fortunately, our major timber species, Douglas-fir and western hemlock, appear to do well in this environment. Survival after one and two growing seasons has been the same for sludge-treated areas where adequate brush-control measures have been taken, and control plots where sludge has not been applied. Mortality of these two species has been less than 15 percent, and appears to have been largely associated with planting problems, vege-

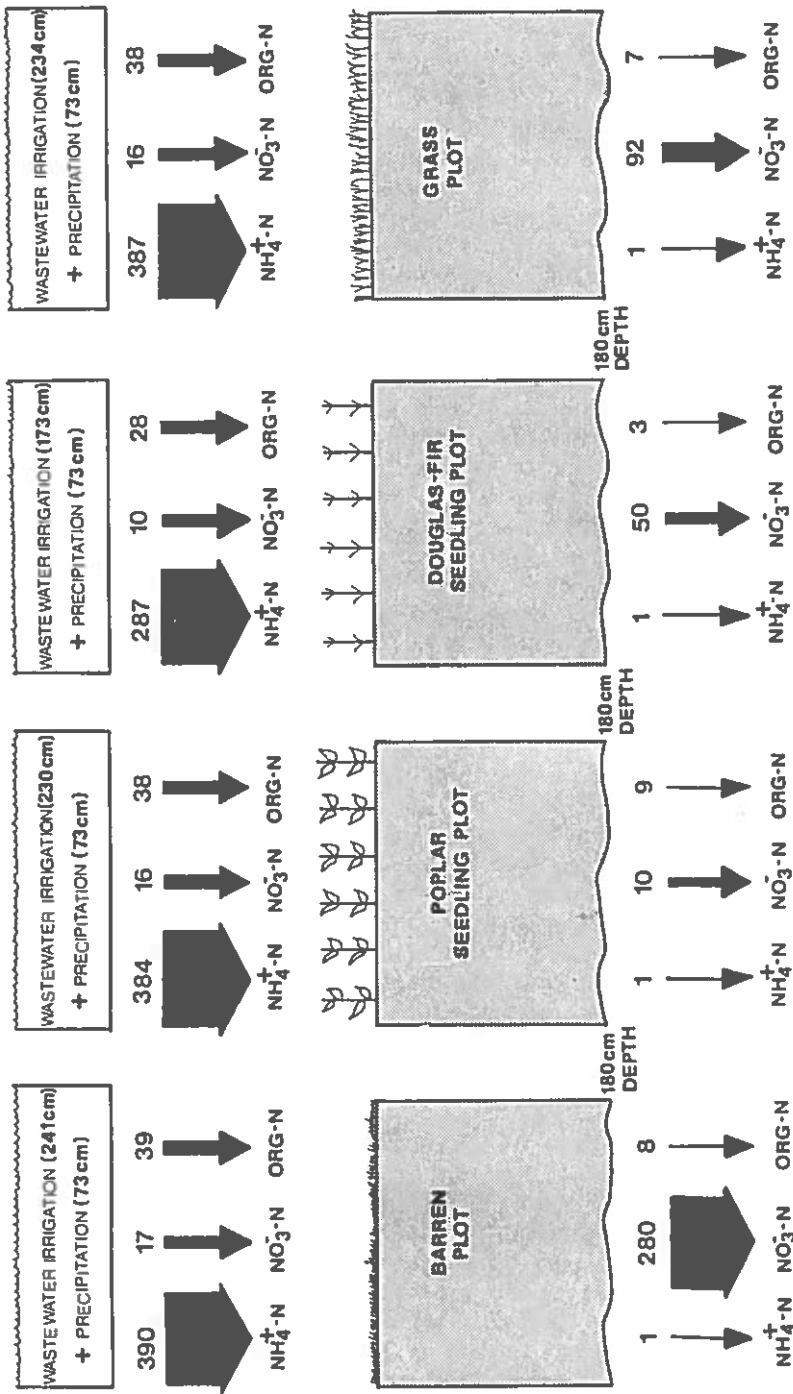


Figure 3. Nitrogen fluxes (kg/ha) during the second year (1976) of wastewater irrigation. Input to plots from wastewater plus precipitation; output from plots in soil solution passing 180-cm soil depth.

tative competition, and moisture stress during dry summer periods. Growth response (in height growth) as great as 225 percent has been measured.

Heavy metals in the sludge have not posed significant problems either to the physiology of the seedlings or to the chemistry of drainage waters. These metals have remained in the top few centimeters of the soil surface (Riekerk and Zasoski, 1977). The coliform bacteria have also remained in the surface soils and tend to disappear after approximately one year in clearcut areas and two years in forest stands (Edmonds, 1977).

Two problems have emerged from this program that must be resolved before sludge can be applied to forests in extensive amounts. The first problem is one that again involves regulations imposed by the U.S. Environmental Protection Agency. With these high nitrogen application rates, a significant quantity of nitrate (up to 22 ppm) has leached from clearcut sludge-treated areas into the groundwater. Although this addition appears to be of short duration, less than a year, management procedures have to be resolved which will keep it below the 10 ppm level. We are currently testing several approaches that should provide this regulation, including periodic reapplications of relatively-small amounts of sludge by pumping into older existing forests, and establishing cover crops of intensive nitrogen-using species (e.g., oats and annual ryegrass) immediately after deposition of sludge in open clearcut areas.

The second problem is one of plantation management. The sludge additions have resulted in such a striking increase in the basic fertility of these sites that we now have many management problems normally associated with high site land, including severe weed competition, deer and elk browsing, and rodents feeding on the cambial tissues of planted tree seedlings. These problems are being approached by planting large, vigorous planting stock, control of competing vegetation by chemical and mechanical means, and measures to discourage animal browsing. Dr. Gessel will discuss some aspects of this problem in his presentation tomorrow.

CONCLUSIONS

The ecosystem research being conducted in the Pacific Northwest is providing a substantial amount of information useful to understanding current problems in tending. This research has been particularly useful in answering a number of specific questions such as quantity of nutrient loss from harvesting, fate of fertilizers, effect of acid precipitation, and the feasibility of applying sewage treatment byproducts on forest soils.

It is evident from these studies that Douglas-fir forest ecosystems show a remarkable capacity to retain their nutrient supplies from loss by leaching, and that they can adsorb and utilize nutrients when they are added by fertilization. Even when these forest ecosystems are subjected to massive nutritional additions such as those associated with wastewater and sludge, there is only minimal loss which is triggered by the process of nitrification.

In conclusion, ecosystem research of this nature can and has provided much necessary information for assessing potential problems in forest tending.

Abstract

There has been an increasing awareness in recent years regarding problems that can arise from tending managed forests. It is the intent of this paper to examine these problems in light of information derived from studies of forest ecosystems in the Pacific Northwest of the United States. As examples the following studies are discussed:

1. Effect of harvesting and utilization standards on nutrient drain from forest ecosystems.
2. Fate of fertilizers applied to forest stands.
3. Value of red alder (*Alnus rubra*) for increasing nitrogen supply of forest soils.
4. Effect of acid precipitation on productivity of soils.
5. Utilization of forests as a site for disposal of wastewaters and sludges derived from municipal sewage treatment systems.

LITERATURE CITED

- ABRAHAMSEN, G., R. HORNELDT, and B. TVEITE. 1975. Impact of acid precipitation on coniferous forest ecosystems, Acid Precipitation - Effects on Forest and Fish. Res. Rep. 2. pp. 5-9. Norw. Forest Res. Inst., Ås, Norway.
- BREUER, D.W., D.W. COLE, and P. SCHIESS. 1977. Nitrogen transformation and leaching associated with wastewater irrigation in Douglas-fir, poplar, grass, and unvegetated systems. IN William E. Sopper (Ed.), Proceedings of a symposium, Municipal Wastewater and Sludge Recycling on Forest Land and Disturbed Land, March 1977. The Univ. of Penn., Philadelphia. (in press)
- COLE, D.W. 1968. A system for measuring conductivity, acidity,

and rate of water flow in a forest soil. *Water Resources Res.* 4:1127-1136.

- COLE, E.W., W.J.B. CRANE, and C.C. GRIER. 1975. The effect of forest management practices on water chemistry in a second-growth Douglas-fir ecosystem. IN B. Bernier and C.H. Winget (Eds.), *Forest Soils and Land Management - Proceedings of the Fourth North American Forest Soils Conference*, Quebec. Les Press de l'universite Laval, Quebec.
- COLE, D.W., S.P. GESSEL, and S.F. DICE. 1968. Distribution and cycling of nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium in a second-growth Douglas-fir ecosystem. IN H.E. Young (Ed), *Primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems (AAAS Symp.) Univ. of Maine, Orono.* 245 p.
- COLE, D.W., S.P. GESSEL, and J. TURNER. 1977. Comparative mineral cycling in red alder and Douglas-fir. A symposium, *Alder Utilization and Management Conference*, April 1977, Ocean Shores, Wash. (in press)
- COLE, D.W., and D.W. JOHNSON. 1974. Atmospheric sulfate additions and cation leaching in a Douglas-fir ecosystem. *Water Resources Res.*, 13(2):313-317.
- CRANE, W.J.B. 1972. Urea-nitrogen transformations, soil reactions, and elemental movement via leaching and volatilization, in a coniferous forest ecosystem following fertilization. Ph.D. thesis, Univ. of Washington, Seattle.
- EDMONDS, R.L. 1977. Microbiological characteristics of dewatered sludge following application to forest soils and clearcut areas. IN William E. Sopper (Ed.), *Proceedings of a symposium, Municipal Wastewater and Sludge Recycling on Forest Land and Disturbed Land*, March 1977. The Univ. of Penn., Philadelphia. (in press)
- GESSEL, S.P., and D.W. COLE, 1965. Influence of removal of forest cover on movement of water and associated elements through soil. *Jour. Am. Water Works Assoc.* 1301-1310.
- GESSEL, S.P., D.W. COLE, and J. TURNER. 1973. Elemental cycling and even-aged forest management. IN *Even-Age Management*, R.V. Hermann and D.P. Lavender (Eds.) *Proceedings of a symposium*, p. 179-198. August 1972. Oregon State Univ., Corvallis. 250 p.
- JOHNSON, D.W., and D.W. COLE. 1977. Sulfate mobility in an outwash soil in western Washington. *Water, Air, and Soil Pollu.* 7:489-495.

- LIKENS, G.E., and F.H. BORMANN. 1974 b. Acid rain: a serious regional environmental problem. *Science*, 184(4143):1176-1179.
- RIEKERK, H., and R.J. ZASOSKI. 1977. Effects of dewatered sludge applications to a Douglas-fir forest soil on the soil, leachate, and groundwater composition. IN William E. Sopper (Ed.), *Proceedings of a symposium, Municipal Wastewater and Sludge Recycling on Forest Land and Disturbed Land*, March 1977. The Univ. of Penn., Philadelphia. (in press)
- TURNER, J. 1975. Nutrient cycling in a Douglas-fir ecosystem with respect to age and nutrient status. Ph.D. thesis, Univ. of Washington, Seattle.
- TURNER, J., D.W. COLE, and S.P. GESSEL. 1977. Mineral nutrient accumulation and cycling in a stand of red alder (*Alnus rubra*). *J. of Ecology* 64(3):965-974.
- TURNER, J., and P.R. OLSON. 1976. Nitrogen relations in a Douglas-fir plantation. *Ann. Bot.* 40:1185-1195.
- TURNER, J., and M.J. SINGER. 1976. Nutrient distribution and cycling in a subalpine forest ecosystem. *J. Appl. Ecol.* 13(1):295-301.

DER GEBIRGSWALD ALS OBJEKT DER WALDPFLEGEFORSCHUNG

Hannes MAYER

Waldbau-Institut der Universität für Bodenkultur, Wien/Österreich

1. EINFÜHRUNG

Ziel der Bestandespflege ist es, durch auslesende und pflegliche waldbauliche Eingriffe den Lebensablauf der Einzelbäume wie ganzer Bestände derart zu lenken, daß das Wirtschaftsziel so gut wie möglich erreicht wird. Zur Waldpflege im weiteren Sinne (LEIBUNDGUT 1966) gehören neben einer umfassenden Walderkundung auch Bodenpflege, Pflege des Waldinnenklimas, Schaffung gesunder Milieuverhältnisse, im Gebirge auch nachhaltige Dauererschließung durch Wegebau als unbedingte Voraussetzung der Bestandespflege oder die Entwicklung boden- und bestandesschonender Nutzungs- und Rückeverfahren. Waldpflege bedeutet langfristig ausgerichtete, nachhaltige Pflege der Gebirgswälder zur optimalen Erfüllung der Zielsetzung. Ziele der Waldwirtschaft im Gebirge können bei standörtlich und bestandesindividuell wechselndem Schwerpunkt im einzelnen sein:

a) Schutzfunktionen

- Bodenschutz
- Hochwasservorbeugung
- gleichmäßige Trink- und Nutzwasserproduktion
- Lawinenvorbeugung
- klimatische Schutzwirkung
- ökologisch-biologische Stabilisierung der Landschaft
- Naturschutzfunktion
- Schutz der Bevölkerung, von Siedlungen und Verkehrsanlagen

b) Sozialfunktionen

- natürlicher Erholungsraum
- Voraussetzung für den Fremdenverkehr
- Schutz vor Zivilisationsgefahren
- Erhaltung der Lebensqualität

c) Wirtschafts-(Nutz-)Funktionen

- Rohstoffversorgung
- Einkommensquelle
- Arbeitsfunktion
- Nebennutzung (Jagd)

Im alpinen Raum sichert der Wald die Lebensgrundlagen im weitesten Sinne.

Der mitteleuropäische Gebirgswald erlebte eine Periode intensiver Bewirtschaftung während der spätmittelalterlichen Salz- und Eisenindustrie. Katastrophen als Folge unpfleglicher Waldbehandlung führten um 1850 in den Alpenländern zu einer waldkonservierenden Forstgesetzgebung. Diese Periode mehr passiven Waldschutzes verbesserte wohl den Waldzustand, aber nicht so weitgehend, daß der Aufbau des Gebirgswaldes (vgl. österreichische Waldinventur, schweizerische Waldinventur durch OTT, bayrische Beiträge zur Gebirgswaldbeurteilung) den steigenden künftigen Ansprüchen der Gesellschaft an den Wald gerecht wird.

Aus diesem Grunde besteht mehr noch als im Holzproduktions-Wirtschaftswald der Tieflagen ein gewaltiger Nachholbedarf an mannigfaltiger Grundlagenforschung für eine zielorientierte Gebirgswaldbewirtschaftung. Nach 1945 setzte mit der rasch steigenden Bedeutung des Gebirgswaldes eine erfreulich intensive Forschungsarbeit im Alpenbereich ein; Außenstelle Innsbruck für subalpine Waldforschung der forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien-Schönbrunn; schweizerische Anstalt für das Versuchswesen Zürich-Birmensdorf mit dem Untersuchungsobjekt Davos-Dischmatal. Auch die Hochlagenaufforstung und die Intensivierung der Schutzwaldpflege nahmen einen erfreulichen Aufschwung. Darauf aufbauend wurde vor kurzem versucht, den bisherigen Stand der Grundlagenforschung und die derzeitigen Erfahrungen der Praxis zusammenfassend auszuwerten. (MAYER, H. 1976, Gebirgswaldbau - Schutzwaldpflege, ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. Stuttgart 1976). Aus dieser Inventur von gelösten und ungelösten Problemen der Gebirgswaldpflege sollen an Hand von Bildern und graphischen Darstellungen einige ausgewählte Beispiele skizziert werden.

2. FÖRDERUNG DER SCHUTZWALDFORSCHUNG

LEIBUNDGUT hat 1973 mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß ohne wesentliche Förderung der Gebirgswaldforschung die zukünftigen Aufgaben nicht befriedigt gelöst werden können: Wissenschaftliche Grundlagen fehlen noch auf nahezu allen Gebieten der Gebirgswaldwirtschaft, speziell aber im Bereich Schutzwald und Umweltschutz z.B.: Nährstoffkreislauf in verschiedenen Waldtypen - Wirkung verschiedener Bestandesarten und -strukturen auf den Wasserabfluß, den zeitlichen Verlauf der Schneeschmelze und die Bewegungen der Schneedecke - Einfluß des Waldinnenklimas auf die Boden- und Vegetationsverhältnisse, die Insektengradationen, die Ansamung und Jugendentwicklung der einzelnen Baumarten - qualitative und quantitative Erfassung der Waldwirkungen auf die Umwelt unter verschiedenen standörtlichen Bedin-

gungen und bei verschiedenen Bestandestypen - ökologische und ökonomische Wertung dieser Waldwirkungen - rationelle Waldbautechnik zur nachhaltigen optimalen Befriedigung aller an den Gebirgswald gerichteten sozialen und privatwirtschaftlichen Ansprüche.

3. PROBLEME DER WALDPFLEGEFORSCHUNG

a) Einrichtung von Naturwaldreservaten

Natürliche Waldökosysteme im Gebirge sind grundsätzlich von ökologischer Stabilität, aber von wechselnder bestandesstruktureller Labilität, z.B. Fichten-Tannen-Buchenwald langfristig schutzwirksam, subalpiner Fichtenwald mit Tendenz zum großflächigen Zusammenbruch. Die wirtschaftliche und mehr noch die überwirtschaftliche Leistungsfähigkeit natürlicher Gebirgswälder genügt nicht den heute und in der Zukunft gestellten Anforderungen, so daß eine gezielte Bewirtschaftung notwendig wird. Für die Ableitung zweckmäßiger Behandlungsverfahren, um die natürlichen Produktionskräfte und die biologische Produktionsautomatisierung soweit wie möglich auszunützen, ist die Installation von Naturwaldreservaten als waldbauliche Naturwaldlaboratorien auf allen wichtigen Standorten unbedingt erforderlich.

b) Umweltwirkungen und Schutzfunktionen des Gebirgswaldes

Wald und Wasserhaushalt: Die Zusammenhänge sind so vielschichtig, daß bisher nur Teilprobleme gelöst wurden.

- o Beeinflussung der Wasserbilanz durch unterschiedliche Bestandesstrukturen, verschiedene Mischbestände aus Baumarten mit differenzierter Wurzelenergie
- o Möglichkeiten der Verringerung von Hochwassergefährdung und Erosionsanfälligkeit durch Bewirtschaftungsmaßnahmen
- o Einfluß der Bodenvegetation auf den Bodenoberflächenabfluß
- o Möglichkeiten optimaler Trinkwasserproduktion in Laub- und Nadelwäldern bei unterschiedlichem Niederschlagsangebot
- o Aufbau von nachhaltig schutzwirksamen Uferschutzstreifen
- o Verbesserung der Sturmsicherung von Beständen

c) Hochlagenaufforstung

- o Verbesserung der Methoden zur Rekonstruktion der natürlichen Waldgrenze
- o verfeinerte Analyse der entscheidenden Standortsfaktoren im Entwaldungsgebiet
- o Entwicklung integraler Beurteilungsmethoden zur Ausscheidung aufforstungsgünstiger und aufforstungsungünstiger Kleinstandorte

- o nähere Analyse der natürlichen Wiederbewaldungsvorgänge
- o weitere Untersuchungen zur Kollektivbildung (Rottenstruktur) des Jungwuchses an der Waldkrone
- o Intensivere Auswertung der bisherigen Aufforstungserfahrungen
- o Erfassung von extremen Aufforstungserfolgen

d) Schutzwaldpflege in den verschiedenen Waldgesellschaften

- o eingehendere Erfassung der Naturwaldentwicklung in hochorganisierten Gesellschaften (z. B. Fichten-Tannen-Buchenwald), bei denen die Entwicklung Initial-Optimal-Terminal-Zerfallsphase nicht der Regelfall zu sein scheint
- o genauere Erfassung der entscheidenden Strukturelemente der Phasen
- o Qualitäts- und Stabilitätsmerkmale von Baumarten und Beständen
- o viele offene Fragen bei der Verjüngungsentwicklung der Hauptbaumarten auf unterschiedlichen Standorten
- o Analyse der Bestandesentwicklung von Mischbeständen zur Klärung der Wuchsabläufe, Ansprache der Wuchstypen und Ableitung von Hinweisen zur Bestandesbehandlung
- o Entstehung, Entwicklungsdynamik, Stabilität und Zerfall von Rottenstrukturen im subalpinen Fichtenwald
- o Ausformung der Fichte und Auswirkungen auf den Massen- und Wertzuwachs sowie Stabilität und Vitalität
- o Bedeutung der Waldtextur für reine und gemischte Schutzwaldbestände
- o Verbesserung der Entwicklungsprognose für Gebirgswälder hinsichtlich Wuchsentwicklung, Stabilitätszustand und Alterserwartung
- o Ableitung verbesserter Kriterien für die Bestimmung der nachhaltigen Phasenverteilung
- o Weiterentwicklung der üblichen Forsteinrichtung in Gebirgswäldern zu einer voll befriedigenden Schutzwaldinventur, mehrstufige Stichproben mit flächenhafter Interpretation auf Luftbildbasis
- o Untersuchungen über die Wertleistung von Hochlagen-Schutzwäldern
- o Frage der Düngung in Hochlagen ohne Gefährdung der Frostresistenz
- o Entwicklung praktikabler Anzuchtmethoden für Hochlagen-Pflanzgut mit ausreichender Frosthärtung in höheren Lagen
- o Untersuchungen über die Anwendung des Plenterprinzips in tannenfreien Waldgesellschaften und Beständen
- o Intensivierung der verjüngungsökologischen Grundlagenforschung
- o Rolle von Baumarten, Mischung und Bestandesstrukturen für die verschiedenen Schutz- und Sozialfunktionen
- o nähere Einblicke in die ökologischen Auswirkungen von Durchforstungen
- o weitgehend ungenügende Kenntnisse über eine zielgerechte Schutzwaldpflege in tieferen Lagen und laubbaumreichen Beständen

4. VORAUSSETZUNGEN FÜR EINE ERFOLGSVERSPRECHENDE SCHUTZWALDPFLEGE

Wildfrage: Ableitung von objektiven Kriterien zur Festlegung tragbarer Schäden und angemessener Wilddichten, direkte und indirekte Vorbeugungsmaßnahmen zur Reduzierung der Wildschäden.

Fremdenverkehr: Quantifizierte Optimierungsverfahren zur besseren Abstimmung schutztechnischer Erfordernisse mit Interessen des Fremdenverkehrs; Lang- und Kurzeiteinflüsse von Schiabfahrten im angrenzenden Ertrags- und Schutzwald.

Notwendige Integralmaßnahmen: Verbesserte Grundlagen zur Wald- und Weide-Trennung; fundierte, standörtlich differenzierte Hinweise zur zielgerechten Behandlung landwirtschaftlicher Grenzertragsböden; Grundlagen für gezielte Koordinierungsmaßnahmen von biologischen und technischen Wildbach- und Lawenverbauungsmaßnahmen; Entwicklung verbesserter Nutzungsverfahren und waldpfleglicherer Bringungsgeräte für den Gebirgswald, Ausbau von Nutzwertanalysen zur Optimierung schutzwaldbaulicher und technischer Forderungen; - Spezialausbildung und ständige Weiterbildung des Betriebspersonals, Verbesserung der Betriebsorganisation und Betreuung für Schutzwaldbereiche, ökonomische Bewertung der produzierten Infrastruktur wenigstens mit Größenordnungen zwecks Abgeltung der langfristigen Investitionen durch die Öffentlichkeit, wirksamere forstpolitische Hilfestellung.

5. SCHLUSSFOLGERUNG

Die Grundlagen für eine optimale Pflege der Schutzwälder zur bestmöglichen Sicherung der wirtschaftlichen und überwirtschaftlichen Lebensgrundlagen der Bergbevölkerung und ihrer Gäste reichen bei weitem nicht aus. Deshalb ist eine wesentliche Intensivierung der Grundlagenforschung unumgänglich. Wege dazu hat LEIBUNDGUT in vielfältiger Form mit seinen grundlegenden Veröffentlichungen vorgezeichnet. Waldpflege ist besonders im Gebirge keine rein waldbauliche Aufgabe. Sie ist gleichzeitig Gebirgshilfe für die Bergbevölkerung und darüber hinaus eine landschaftsbewahrende Kulturaufgabe. Viele der in den letzten Jahren erarbeiteten wissenschaftlichen Erkenntnisse und praktischen Erfahrungen können nicht angewendet werden, da die Voraussetzungen für eine intensive Waldpflege nicht gegeben sind (Arbeitsmangel, waldunpflegliche Nutzungstechnik, Geldmangel, unzureichende Forstorganisation, zu geringe Personalausstattung, nur kurzfristige Ausrichtung der Forstbetriebe usw.). Deshalb ist es in Zukunft notwendig, die Waldpflege im Sinne eines komplexen Forstbetriebsproblems zu beurteilen und zu lösen. Von der Zielsetzung her sind waldbauliche, technische und ökonomische Aspekte längerfristig zu

optimieren. Ohne gezielte langfristige Investitionen kann der Gebirgswald seine Aufgaben nur unzureichend erfüllen. Der Forstmann, der den Schutzwald pflegt, denkt Jahrzehnte bis Jahrhunderte voraus, ebenso die seit Jahrhunderten ansässige Gebirgsbevölkerung. Auch die Fremdenverkehrsgäste und die das tägliche Leben mitgestaltenden Politiker müssen in gleicher Weise langfristiger denken lernen. Waldpflege bedeutet besonders im Gebirge Investition für kommende Generationen. Die intensivere Pflege muß schon heute einsetzen. Sie kann aber nur voll wirksam werden, wenn alle bestehenden Hindernisse beseitigt werden. Die Intensivierung der Waldpflegeforschung ist dabei eine grundlegende Voraussetzung.

SUMMARY

Mountain Forests and Problems of Tending-research

This report contains a description of the functions of forests in mountainous regions and the aims of forestry in the alpine area, followed by a discussion of some very important problems, which we shall have to solve during the next years. If you want to get a more complete view of these problems yet not enough known, see: MAYER, H. "Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege" (Silviculture in mountainous regions - Tending of protection forests), Stuttgart 1976.

DER GEBIRGSWALD ALS OBJEKT DER WALDPFLEGEFORSCHUNG dargestellt am Beispiel des Schweizer-Gebirgswaldes

Ernst OTT

Institut für Waldbau, ETH Zürich/Schweiz

1. EINLEITUNG

Der von MAYER (9) generell dargestellte Entwicklungsstand und die allgemeine Problematik der Gebirgswaldpflege sollen am Beispiel des schweizerischen Gebirgswaldes diskutiert und spezifiziert werden. In der Schweiz ist eine umfassend-funktionsgerechte Gebirgswaldpflege von hervorragender Bedeutung, da hier die Gebirgstäler außerordentlich dicht besiedelt sind und zudem touristisch sehr intensiv genutzt werden. Aus dem Spannungsverhältnis der heute zwangsläufig gestiegenen Anforderungen an die umfassende Funktionsfähigkeit der Gebirgswaldungen einerseits und der finanziell prekären Leistungsfähigkeit der Gebirgsforstwirtschaft andererseits ergeben sich für die Gebirgswaldpflege zahlreiche schwerwiegende und schwierige Probleme. Angesichts der Fülle unbefriedigend gelöster Probleme der Gebirgswaldpflege sowie der oft außerordentlich komplexen Problemstellung müssen wir bestrebt sein, die beschränkten Mittel auf die dringendsten aktuellen Hauptaufgaben zu konzentrieren.

Dabei müssen auch die spezifisch waldbaulichen Probleme unter Berücksichtigung ihrer komplexen Wechselbeziehungen zur gesamten Gebirgswaldwirtschaft angegangen werden, um waldbaulich möglichst wirkungsvoll zur Förderung der gesamten Gebirgswaldwirtschaft beizutragen.

2. AKTUELLE ALLGEMEINE HAUPTPROBLEME DER WALDPFLEGE IM SCHWEIZER GEBIRGSWALD

Unter Gebirgswald ist im Folgenden zur Hauptsache der Wald der oberen montanen und der subalpinen Stufe zu verstehen, mit den hier meist ausschließlich aus Nadelbaumarten zusammengesetzten Waldbeständen.

Der Zustand der schweizerischen Gebirgswaldungen muß mehrheitlich als unbefriedigend beurteilt werden, da sie noch sehr deutlich von den Nachwirkungen des ehemals allgemein verbreiteten Wald-Raubbaues geprägt sind, obwohl sie infolge des ersten Eidgenössischen Forstgesetzes von 1876 seit nahezu 100 Jahren geschont und Sanierungsmaßnahmen in zahlreichen Einzelfällen wirksam eingeleitet wurden.

Zwar hat die Zuwachsleistung der Waldungen unserer Alpenregion mit einem jährlichen Durchschnittszuwachs von etwas mehr als $3 \text{ m}^3/\text{ha}$ bei einem Durchschnittsvorrat von rund $240 \text{ m}^3/\text{ha}$ wenigstens quantitativ allgemein ein beachtliches Niveau erreicht. Diese i. a. relativ hohe Zuwachsleistung ist indessen nicht vorbehaltlos als nachhaltig gesichert zu betrachten, denn es ist zu berücksichtigen, daß der Waldaufbau nach Entwicklungsstufen gesamthaft unausgeglichen ist und daß an den hohen Durchschnittsvorräten erhebliche Durchforstungsrückstände beteiligt sind. Der Flächenanteil der ca. 80 bis 150-jährigen schwachen Baumhölzer ist um annähernd 50 % größer als es einem wünschgemäß nachhaltigen Waldaufbau etwa entsprechen würde, während die Jungwaldstufen i. a. stark untervertreten sind. Die heute überwiegend zur Optimalphase entwickelten schwachen Baumhölzer sind nun besonders zuwachskräftig und vorratsreich. Der gesamthaft unausgeglichene Waldaufbau nach Entwicklungsstufen und die verbreiteten Pflegerückstände werden uns zunehmend mit schwierigen komplexen, waldbaulichen Problemen konfrontieren.

Als besonders belastende Folgen des ehemaligen Raubbaues und der bis heute mangelhaften Waldpflege sind eine hohe Katastrophenanfälligkeit unserer Gebirgswälder und die dringende Sanierungsbedürftigkeit ausgedehnter unbefriedigender Waldbestände hervorzuheben. Der Anteil der durch Schnee, Sturm und andere Einwirkungen verursachten Zwangsnutzungen beträgt in der Alpenregion durchschnittlich etwa ein Viertel der gesamten jährlichen Holznutzung. Die heutige Struktur der Gebirgswälder entspricht mehrheitlich nicht unseren Anforderungen. Gebirgs-Plenterwälder finden wir auf höchstens 10 % der gesamten Wirtschaftswaldfläche. Darüber hinaus sind zwar einigermaßen stufige Bestände auf nahezu der halben Waldfläche zu finden, eine eingehendere Prüfung der voraussichtlichen Entwicklungsdynamik der heute noch ungleichförmigen Bestände zeigt jedoch, daß diese überall dort zur Gleichförmigkeit tendieren, wo die Bäume der Mittel- und Unterschicht infolge fehlender Pflege zu stark unterdrückt und daher nicht mehr entwicklungsfähig sind. Besonders schwierige Pflegeprobleme stellen sich in den übermäßig aufgelichteten Waldbeständen. Rund ein Fünftel der Waldungen in der Alpenregion sind stark aufgelockert, und nahezu ein Fünftel sind vollständig aufgelöst. Mehrheitlich aufgelöst und zudem oft stark überaltert sind vor allem die durch Beweidung geprägten Waldungen, welche in der Alpenregion mit rund 80.000 ha vertreten sind. Ein großer Teil der Weidewälder und überalten Bestände sind zudem stark von Stammfäulen befallen, wozu außer der Beweidung auch unsorgfältige Nutzungseingriffe und Steinschlag beigetragen haben. Die Erhaltung und Sanierung dieser nicht mehr funktionstüchtigen Waldbestände ist um so dringender, als es sich grobenteils um ausgesprochene Schutzwälder handelt.

Äußerst schwerwiegend, ja existenzgefährdend für den Gebirgswald ist heute das Wildschadensproblem geworden. Überhöhte Schalenwildbe-

stände erschweren oder verunmöglichen vielenorts den ohnehin langsamen und oft äußerst beschwerlichen Verjüngungsprozeß im Gebirgswald.

Schließlich sind trotz einer beachtlichen Vermehrung der Gebirgswaldfläche im Verlaufe der letzten 100 Jahre immer noch schwierige Aufforstungsprobleme zu lösen, da besonders in der subalpinen Stufe ausgedehnte schutzwald-bedürftige Gebiete noch ganz unzureichend bewaldet sind. Zusätzliche Wiederbewaldungsprobleme stellen sich zudem im Zusammenhang mit der Verbrachung von nicht mehr landwirtschaftlich benutztem offenem Land. Nach M. SURBER (13) hat die Brachlegung in der Alpenregion auf ca. 41.000 ha offenem Land bereits begonnen, und für etwa 54.000 ha kann eine bevorstehende Brachlegung angenommen werden.

Angesichts dieser Mängel und unbefriedigend gelöster Aufgaben darf jedoch der großartige Fortschritt der Waldzustandsverbesserung im Verlauf der letzten 100 Jahre nicht übersehen werden! Vordringlich und auch aufwendig genug waren zunächst vor allem der unmittelbare Objektschutz durch technische Maßnahmen, Wiederaufforstungen und die Sanierung aufgelöster Schutzwälder sowie Aufwendungen für erste Walderschließungen. Demgegenüber durften die waldbaulichen Aufgaben in den einigermaßen bestockten Waldpartien um so eher zurückgestellt werden, als die überwiegend jungen und naturnah verjüngten Waldbestände vorerst hinreichend vital und stabil erschienen. Heute jedoch darf die umfassende Pflege des gesamten Gebirgswaldes nicht mehr weiter aufgeschoben werden, wenn wir den wesentlich erhöhten Anforderungen an die Mehrzweckfunktionen des Gebirgswaldes langfristig gerecht werden wollen.

Statt der dringend erforderlichen Intensivierung der Gebirgswaldpflege wird diese jedoch gegenwärtig in einem großen Teil der Gebirgswälder infolge ökonomischer Sachzwänge zunehmend vernachlässigt. So kann in der Alpenregion heute bestenfalls noch die Hälfte der öffentlichen Waldfläche einigermaßen regelmäßig genutzt werden, und ein Fünftel der Waldfläche wird nicht als Wirtschaftswald betrachtet und muß zunächst der Pflege entbehren. Obwohl aufgrund der waldbaulichen Pflegebedürfnisse die Nutzungen um mindestens 50 % angehoben werden sollten, wurde 1972 um mindestens ein Viertel weniger Holz genutzt als 20 Jahre zuvor. Die eigentlichen Schlüsselprobleme der Gebirgswaldpflege stellen sich deshalb vorerst im forstpolitischen Bereich, da heute großenteils selbst die waldbaulich einfachen Aufgaben infolge mangelnder politischer und betrieblicher Voraussetzungen nicht bewältigt werden können.

3. NOTWENDIGE VORAUSSETZUNGEN FÜR EINE FUNKTIONSGERECHTE GEBIRGSWALDPFLEGE

In erster Dringlichkeit muß die Finanzierung der erforderlichen langfristigen Investitionen zur Ermöglichung der funktionsgerechten Gebirgswaldpflege geregelt werden, welche die Waldwirtschaft nicht aus eigener Kraft zu erbringen vermag. Analog, wie für die breite Öffentlichkeit heute die Schonung des Gebirgswaldes selbstverständlich ist, muß durch eine erneute Entfaltung außerordentlicher forstpolitischer Aktivität das Verständnis und die Bereitschaft zur finanziellen Unterstützung einer funktionsgerechten Gebirgswaldpflege gefördert werden. Damit im Zusammenhang muß zugleich die erforderliche Reduktion überhöhter Schalenwildbestände angestrebt werden.

Erfolgsversprechende Ansätze in dieser Richtung sind u. a. das in Ausarbeitung begriffene Forstpolitische Programm des Schweizerischen Forstvereins, die von einer Expertengruppe im Auftrag des Eidg. Departementes des Innern erarbeitete Gesamtkonzeption für eine Schweizerische Wald- und Holzwirtschaftspolitik (4) und das in Vorbereitung begriffene Landesforstinventar der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.

Die Haupt-Investitionen erfordern zweifellos eine beschleunigte Walderschließung mit Forststraßen und Maschinenwegen, da heute erst etwa ein Drittel unserer Gebirgswälder hinreichend erschlossen ist. Dadurch sollte im Normalfall eine mindestens kostendeckende pflegliche Holzernte ermöglicht werden, sodaß die Schaffung der weiteren notwendigen betrieblichen Voraussetzungen für eine regelmäßige Waldbewirtschaftung weitgehend mit Hilfe des Waldertrages sichergestellt werden könnte.

4. AKTUELLE HAUPTAUFGABEN DES GEBIRGSWALDBAUS IN DER SCHWEIZ

Vordringlich ist die Verbesserung bzw. Erhaltung der erforderlichen Funktionsfähigkeit der bestehenden Gebirgswälder, besonders in Schutzwaldungen mit unmittelbarem Objektschutz. Den langfristig unerwünschten Auswirkungen des nach Entwicklungsstufen unausgeglichene Waldaufbaus, namentlich zukünftigen Überalterungsproblemen, ist im Rahmen sorgfältiger waldbaulicher Planungen allgemein durch folgende Maßnahmen entgegenzuwirken:

- Übergang zur Gebirgspflenterung, wo dies nach Baumarten, Bestandesstruktur und Standort möglich erscheint.
- Regelmäßige Durchforstung aller Stangen- und Baumhölzer sowie zielgerechte Pflege des Jungwaldes, um die Bestandesstabilität (Struktur) zu verbessern und zu erhalten.

- Förderung des Verjüngungsprozesses, wo dies aufgrund einer waldbaulichen Planung ertragskundlich und waldbaulich gerechtfertigt erscheint, wobei nach Möglichkeit Naturverjüngung anzustreben ist.

Probleme der Bestandesstabilität bzw. -struktur und damit zusammenhängend einer möglichst risikofreien und rationellen Waldverjüngung werden somit zunehmend im Vordergrund stehen.

Da die Bestandesstabilität in oft sehr komplexer Art von einer Vielzahl von Einflußfaktoren abhängt, müssen, nach Waldgesellschaften differenziert, möglichst objektive, sichere Beurteilungskriterien erarbeitet werden. Damit im Zusammenhang ist die Weiterentwicklung optimaler Pflege Techniken für Jungwaldpflege- und Durchforstungsmaßnahmen, differenziert nach den wichtigsten Waldgesellschaften, dringend erforderlich. Die entsprechenden waldbaulichen Erfahrungen und Kenntnisse aus tiefer gelegenen Waldgesellschaften lassen sich nicht oder höchstens teilweise unmittelbar auf den Gebirgswald übertragen. Wesentliche Grundlagen für die Pflege Technik, namentlich die Eigenart der Gebirgswaldstrukturen, die zeitliche Veränderung des Bestandesgefüges, der Wachstumsverlauf oder Lebensrhythmus vor allem für die Jungwaldstufen, sind noch ganz ungenügend erforscht. Richtungweisend sind in dieser Hinsicht namentlich Untersuchungen von KUOCH (7) über spezielle Strukturmerkmale (Rotten-Kleinkollektiv) und das subalpine Standortsmosaik. Im Bereich der ausgedehnten subalpinen Fichtenwälder muß sodann unbedingt auch die Eigenart der einzelnen Fichtenrassen bzw. -ökotypen eingehender untersucht werden.

Plenterwalduntersuchungen beschränkten sich bisher hauptsächlich auf den Tannen-Fichten-Buchen-Plenterwald. Die davon wesentlich abweichende Eigenart der Gebirgsplenterwälder muß zur Erarbeitung der hier zweckmäßigen Technik der Plenterung eingehend erforscht werden, besonders die Zusammenhänge zwischen der Bestandesstruktur, dem Lebensrhythmus der Einzelbäume oder Baumkollektive und dem meist kleinstandortsabhängigen Verjüngungsnachschub.

Die möglichst risikofreie und rationelle Waldverjüngung muß in jedem Fall gleichsam nahtlos an eine langfristig-regelmäßige, stabilisierende Bestandespflege (meistens Durchforstung) anschließen können. Sodann zwingen die extremen Standortbedingungen, das meist ausgeprägt differenzierte Standortsmosaik und die häufig verjüngungshemmende Konkurrenzwirkung der Bodenvegetation zu vorsichtigem, standortsgerechtnahem Vorgehen, da selbst der Erfolg der hier besonders aufwendigen Kulturmaßnahmen häufig in Frage steht. In diesem Problembereich bestehen hinsichtlich der standörtlich optimalen Verjüngungsverfahren wohl die schwerwiegendsten Kenntnis-Lücken unseres Gebirgswaldbaus. Die Erarbeitung der erforderlichen verjüngungs-ökologischen Grundlagenkenntnisse für unsere wichtigsten Gebirgswaldgesellschaften mit speziellen Verjüngungsproblemen erfordert eine umfangreiche Grundlagenforschung. Dabei stehen die speziellen Wieder-

herstellungsprobleme in aufgelösten Gebirgswäldern teilweise in engem Zusammenhang mit den ebenfalls nur mangelhaft erforschten Problemen standörtlich optimaler Aufforstungstechniken.

5. ANSÄTZE ZUR FÖRDERUNG DES GEBIRGSWALDBAUS

An der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, der Eidg. Technischen Hochschule Zürich, am Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung sowie auch in der Praxis wurde im Verlaufe der letzten Jahrzehnte vor allem die Grundlagenforschung auf dem Gebiete des Gebirgswaldbaus zunehmend intensiviert, und auch international finden Gebirgswaldbaufragen in auffallender Weise vermehrte Beachtung. An unserem von LEIBUNDGUT geleiteten Waldbauinstitut wurden und werden Grundlagen namentlich für die Naturverjüngung, die Gebirgsplenterung und die Struktur und Entwicklungsdynamik von Gebirgswäldern erforscht, mit Arbeiten von AUER (1), EICHRODT (2), HILLGARTER (5), GRILC (3), INDERMÜHLE (6), SORG (12), MATTER (8), FISCHER und E. OTT (laufende Untersuchungen).

Für die Untersuchung der natürlichen Entwicklungsdynamik in Gebirgswäldern ist besonders die von LEIBUNDGUT eingeleitete Einrichtung von Waldreservaten von grundlegender Bedeutung.

Dank der Schaffung eines sehr vielseitigen Versuchsrevieres im Bereich des subalpinen Fichtenwaldes in Sedrun (Graubünden) verfügt unser Institut für Waldbau seit 1973 über günstige Voraussetzungen zur intensiveren langfristigen Untersuchung zahlreicher wesentlicher Einzelfragen des Gebirgswaldbaus. Zugleich eignet sich dieses Lehrwaldobjekt auch vorzüglich für den Unterricht. Wir sind bestrebt, den speziellen Fragen des Gebirgswaldbaus auch im Unterricht zunehmendes Gewicht einzuräumen.

Da aber für den Gebirgswaldbau die beschränkte Übertragbarkeit orts- und zeitgebundener Erfahrungen ganz besonders zu beachten ist, wird sich langfristig die Schaffung weiterer Versuchsreviere in repräsentativen Waldgesellschaften aufdrängen. Zudem ist eine sehr enge und zielstrebige Zusammenarbeit der Forschung mit interessierten Stellen der Praxis anzustreben, um möglichst viele wissenschaftlich gesicherte Erfahrungen zu gewinnen. Die Lebensabläufe im Gebirgswald entwickeln sich mehrheitlich gleichsam unmerklich langsam, sodaß wir allzu oft lediglich Erfolge bzw. Mißerfolge früherer waldbaulicher Maßnahmen festzustellen vermögen, ohne deren Ursachen im Einzelnen gesichert rekonstruieren zu können. Es wäre deshalb äußerst wertvoll, wenn von interessierten Stellen in der Praxis in Zusammenarbeit mit Forschungsstellen spezielle Untersuchungsflächen so eingerichtet würden, daß die Ergebnisse sorgfältig geplanter waldbaulicher Maßnahmen mittels hinreichender Zustandserhebung und Kontrolle der Waldentwicklung einwandfrei geprüft werden könnten. Solche Untersu-

chungsflächen wären für die waldbautechnische Forschung von analoger Bedeutung wie die Urwaldreservate für die waldkundliche Grundlagenforschung.

Wir leben heute in einer Übergangszeit, indem das bisher billige und reichhaltig verfügbare Energie- und Rohstoffangebot allgemein zunehmend knapper und teurer wird. Langfristig wird deshalb der Gebirgswald auch als Rohstoffpotential wieder zunehmende Bedeutung erlangen und damit auch die Gebirgswaldpflege. So schwer uns heute die erforderliche Intensivierung der Gebirgswaldpflege zur Befriedigung vorwiegend nicht direkt materieller Bedürfnisse fällt, so gewiß wird langfristig der zunehmende materielle Anreiz zu einer Intensivierung auch der Gebirgsforstwirtschaft führen. Für die daraufhin notwendige Verbesserung der Gebirgswaldbau-Grundlagen steht uns, gemessen an der naturgemäßen Langfristigkeit solcher Forschungsvorhaben, nur noch ein beängstigend kurzer Zeitraum zur Verfügung.

SUMMARY

Silviculture in mountain forests - a forest tending research subject, shown at the example of the Swiss mountain forests

A short description of the present situation and the general difficulties of mountain forest tending in Switzerland is given to illustrate the most urgent main tasks we are faced with today in mountain forest tending.

It is doubtful at present, however, whether these strongly increasing demands on the functions of mountain forests can be fulfilled on a sustained basis, despite the considerable improvements achieved so far in forestry: the present state of the forest is largely unsatisfactory, the overall structure not harmonious and the tending intensity generally insufficient and nowadays even slowing down.

At the present time the actual key problems of Mountain forest tending are primarily a matter of forest policy since arrangements have first to be made for financing the long-term investments necessary to ensure suitable mountain forest tending. This is particularly true of the costs involved in providing sufficient access to the forest.

As the means for the promotion of mountain forest silviculture are very limited, concentration on the most important and urgent main tasks is required. In Switzerland, it is most important generally that the ability of the existing mountain forests to fulfil their functions is improved and/or maintained. Problems of stand stability and stand structure and, in this connection, problems of forest regeneration - a regeneration which should be as safe and smooth as possible - are

becoming increasingly important in this context. To solve these problems research on mountain forest silviculture should be intensified considerably, while aiming at the same time at a much closer co-operation with practical forestry.

LITERATUR

- 1 AUER, Ch., 1947: Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Lärche im Arven-Lärchenwald des Oberengadins. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Vers.wes., 25, 1: 7 - 100
- 2 EICHRODT, R., 1970: Über die Bedeutung von Moderholz für die natürliche Verjüngung im subalpinen Fichtenwald. Beiheft Schweiz. Z. Forstwes., 45
- 3 GRILC, J., 1971: Waldbauliche Untersuchungen in Fichten-Dickungen an der Nordabdachung der Schweizer Alpen. Beiheft Schweiz. Z. Forstwes., 49
- 4 GESAMTKONZEPTION für eine schweizerische Wald- und Holzwirtschaftspolitik. Hauptbericht der vom Eidg. Departement des Innern am 16.8.1971 eingesetzten Expertenkommission, Bern 1975
- 5 HILLGARTER, F.W., 1971: Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenwald Scatlè/Brigels. Beiheft Schweiz. Z. Forstwes., 48
- 6 INDERMÜHLE, M.: Struktur und Zuwachsanalysen in hochmontanen und subalpinen Fichtenplenterwäldern. (Publikation in Vorbereitung)
- 7 KUOCH, R., 1972: Zur Struktur und Behandlung von subalpinen Fichtenwäldern. Schweiz. Z. Forstwes., 123: 77 - 89
- 8 MATTER, J.F.: Einfluß des Reliefs auf die natürliche Verjüngung der Fichte im subalpinen Fichtenwald (Muotatal) (Publikation in Vorbereitung)
- 9 MAYER, H.: Der Gebirgswald als Objekt der Waldpflegeforschung, Vortrag IUFRO-Tagung Abt. I Ossiach 1977
- 10 OTT, E., 1972: Erhebungen über den gegenwärtigen Zustand des Schweizer Waldes als Grundlage waldbaulicher Zielsetzungen. Teil A. Mitt. schweiz. Anst. Forstl. Vers.wes., 48, 1: 1 - 193
- 11 OTT, E., 1973: Zustand und Zukunft des Schweizer Waldes. Ein Beitrag aus waldbaulicher Sicht. Mitt. schweiz. Anst. Forstl. Vers.wes., 49, 4: 343 - 450

- 12 SORG, J.P.: Untersuchungen über die Verjüngung der Fichte in verschiedenen Pflanzengesellschaften des subalpinen Fichtenwaldes. (Publikation in Vorbereitung)
- 13 SURBER, E., AMIET, R., KOBERT, H., 1973: Das Brachlandproblem in der Schweiz. Bericht Nr. 112 der schweiz. Anst. Forstl. Vers.wes.

DER BEGRIFF DER WALDPFLEGE IN DER LANDSCHAFTSPFLEGE

U. AMMER
München/BRD

Das mir gestellte Thema scheint in der vorgegebenen Formulierung ein wenig schwer verständlich. Mit Ihrem Einverständnis erlaube ich mir, mein Referat so zu verstehen, daß nach Beitrag und Aufgabe der Waldpflege im Rahmen der Landschaftspflege gefragt ist. Dabei ist Landschaftspflege jene Tätigkeit, die sich darum bemüht, die freie Landschaft nachhaltig leistungsfähig, ökologisch vielfältig, schön und für den Menschen gesund zu erhalten. Nun ist aber Waldpflege nicht einfach das Mittel zur Umsetzung und Durchsetzung der landschaftspflegerischen Forderungen im Wald. Waldpflege ist vielmehr auch das Instrument, um die höchstmögliche Erzeugung des Rohstoffes Holz nach Masse und Wert sicherzustellen. Und es ist nicht erst eine in jüngster Zeit immer öfter gestellte Frage, ob diese beiden Aufgaben der Waldpflege, nämlich Mittel der Landschaftspflege im Wald und Instrumentarium zur Holzerzeugung zu sein, nebeneinander erfüllbar sind.

Um die Antwort vorwegzunehmen: in extremer Form wird dies sicher nicht möglich sein! Wenn Waldpflege so interpretiert wird, daß der Wald grundsätzlich im Sinne der von Natur aus am jeweiligen Standort vorkommenden Vegetation aufgebaut sein soll, dann bedeutet dies, daß auf großen Flächen auf eine mögliche Holzproduktion verzichtet wird, nämlich überall dort, wo die standortsheimische Bestockung, z.B. im Bereich der buchen- oder der eichenreichen Laub-Mischwälder ertragsarm ist. Umgekehrt können aber auch die Maximal-Vorstellungen der Holzproduktion oder extreme forstliche Rentabilitätsüberlegungen den Forderungen einer an der Landschaftspflege orientierten Waldpflege nicht gerecht werden. Dies galt nicht nur für das 19. Jahrhundert, in dem schon Gottlieb KÖNIG, Direktor der großherzoglich-sächsischen Forstlehranstalt zu Eisenach und Schwager COTTAS (1849) über die verkünstelten Zwerggestalten der neuen Wälder spottete und mitten im Aufbruch zum absoluten rationellen Zinswald zu einer Waldpflege aufrief, die auch auf die Naturschönheit der Wälder abhebt.

Dies gilt auch für eine Zeit, in der eine immer rascher fortschreitende Technik, hohe Wildstände und der Zwang, trotz steigender Belastungen doch noch Überschüsse zu erzielen, die waldbaulichen Möglichkeiten zum Teil erheblich einengen. Waldpflege muß also als Kompromiß verstanden werden und bedeutet demnach, daß zur Sicherung des Holzbedarfs die natürliche Bestockung überall dort durch standorts-

gerechte Gastbaumarten aufgewertet wird, wo die standortsheimischen Holzarten nur geringe Erträge erbringen; sie bedeutet aber auch, daß Begründung und Behandlung sowie Ernte der Bestände so vorgenommen werden, daß die Ziele der Landschaftspflege auch im Wald erreicht werden.

Welches sind nun die im Rahmen der Landschaftspflege zu erfüllenden Aufgaben der Waldpflege? Ich möchte sie in 3 Punkten zusammenfassen:

- 1) Sicherung und Erhaltung der natürlichen Ressourcen durch betriebs-sichere, standortsgemäße Bestände
- 2) Abstimmung aller technischen Maßnahmen insbesondere der Erschließung, der Pflege und der Erntetechnik auf die Schutz- und Wohlfahrtsaufgaben
- 3) Berücksichtigung der Forderungen der Forstästhetik auch oder gerade im Wirtschaftswald.

Zu 1) Sicherung der Ressourcen

Mit der Wahl der Betriebszieltypen und Verjüngungsverfahren treffen wir nicht nur für die Holzerzeugung, sondern auch für die Erfüllung der Schutz- und Wohlfahrtsfunktion die wohl wichtigste Entscheidung. Dabei ist im Einzelfall zu prüfen, welche besonderen Rücksichten sich aus der landschaftspflegerischen Aufgabenstellung ergeben. Wenn wir unterstellen, daß betriebssichere und standortsgemäße Bestände in der Regel auch den Zielsetzungen der Holzerzeugung entsprechen, dann ergeben sich Restriktionen zugunsten einer auf die Landschaftspflege ausgerichteten Waldpflege fast nur in Ausnahmefällen. Dies kann z.B. gelten

für den Bodenschutzwald
für den Lawinenschutzwald
für den Immissions- oder
für den Straßenschutzwald

Auf erosionsgefährdeten Standorten kann eine auf femelartige Behandlung mit langen Verjüngungszeiträumen und kleinflächiger Wirtschaftsweise (evtl. unter Verzicht auf Starkholzproduktion) ausgerichtete Waldpflege angezeigt sein. Im Lawinenschutzwald geht die Sicherheit der Bestockung vor der Holzerzeugung: rechtzeitige Verjüngung, Stufigkeit und vorrangige Sicherung der Anrißgebiete gehören zu den wichtigen Waldpflegemaßnahmen.

Auch im Immissionsschutzwald können die landschaftspflegerischen Zielsetzungen auf Kosten der Holzproduktion gehen, wenn z.B. auf Grund ihrer höheren Belastbarkeit Traubeneiche, Roteiche, Buche, Hainbuche oder Birke (eingeschränkter Ahorn, Ulme oder Erle) den Nadelbaumarten vorgezogen werden müssen. Ähnliches gilt für Straßenschutzwaldungen, bei denen die Baumartenwahl durch die Toleranz

gegenüber Streusalz beeinflusst sein kann. Für alle diese Entscheidungen verfügen wir heute wie nie zuvor über Informationen: über die Standortkartierung wissen wir, mit welchen Baumarten wir den Standortsvoraussetzungen am besten gerecht werden und mit welchen Risiken wir gegebenenfalls arbeiten. Die Forsteinrichtung sagt uns, welche Leistungen wir zu erwarten haben und die Waldfunktionsplanung weist die landschaftspflegerischen Schwerpunkte aus.

Unter den heutigen Produktionsbedingungen sind fast alle landwirtschaftlich genutzten Flächen durch relativ hohe Mineraldüngergaben, durch Herbizid- und Insektizidanwendung, durch Entwässerung und durch Flurneuordnungsmaßnahmen mehr oder weniger stark belastet. Dies wirkt sich vor allem auf die Gleichmäßigkeit und Qualität der Wasserdelivery, auf die langfristige Gesunderhaltung der Böden und nicht zuletzt auf die Artenvielfalt in Feld und Flur aus. Eine Vorstellung vom Beitrag des Waldes zur Wasserqualität zeigt ein Vergleich von Durchschnittsanalysen von Grundwasserproben unter Wald bzw. unter Acker und Grünland. Im gezeigten Beispiel liegt die Gesamtkonzentration des unter landwirtschaftlich genutztem Freiland gebildeten Grundwassers um mehr als 100 % höher. An dieser Erhöhung der Konzentration sind sowohl alle Kationen als auch die Anionen beteiligt. Während die geringen Sulfat-, Chlorid- und Nitratgehalte unter Wald überwiegend aus der Atmosphäre stammen, können unter Freiland die Konzentrationen von Kalium, Calcium, Magnesium, Karbonaten, Sulfaten und Chloriden direkt und von Natrium, Nitraten und Phosphaten indirekt auf landwirtschaftliche Düngungsmaßnahmen zurückgeführt werden. Dies zeigt, daß schon ohne besondere Berücksichtigung dieser landeskulturellen Funktion bei der Waldpflege die Forderungen nach Schutz und Erhaltung der Ressource Wasser weitgehend erfüllt werden.

Anders bei der Artenvielfalt. Eine unter diesem Gesichtspunkt durchgeführte Studie unseres Instituts hat ergeben, daß der Beitrag, den verschiedene Formen der Landnutzung und verschiedene Formen des Waldaufbaues zur Regenerationsfähigkeit einer Landschaft zu leisten vermögen, sehr unterschiedlich beurteilt werden muß. Diese Regenerationsfähigkeit wird dabei begriffen als Biotopwert, den die verschiedenen Nutzungsformen nach einer Einschätzung von Fachleuten haben. Dabei leitet sich der Biotopwert aus der Aggregation der Skalierungsergebnisse ab, die für land- und forstwirtschaftliche Nutzungsformen unter dem Gesichtspunkt ihres Beitrages

- zum Artenreichtum von Fauna und Flora

- zur Schichtenstruktur der Vegetation (als Ausdruck der Reife und Stabilität eines Ökosystems)

- zur Natürlichkeit der Vegetation

- zur Ausbildung des Mikroklimas

- und zum Grad der Beeinflussung dieser Flächen durch den Menschen erhalten worden waren.

Untersuchungen bestätigen, daß der Wald einen besonders hohen Beitrag zum Regenerationspotential einer Landschaft zu leisten vermag. Sie zeigen aber auch, wie unterschiedlich der Beitrag einzelner Waldaufbauformen anzusetzen ist. Eine der Landschaftspflege verpflichtete Waldpflege muß daher darauf hinwirken, daß die Schichtenstruktur des Waldes, d.h. Mischungsgrad und Stufigkeit verbessert werden.

Zu 2) Abstimmung der technischen Maßnahmen

Arbeitslehre und Wegebautechnik haben bedeutende finanzielle Einsparungen gebracht. Nicht selten aber sind sie begleitet gewesen von landschaftspflegerisch weniger erfreulichen Erscheinungen; ich denke an

- den Einsatz von Wuchsstoffpräparaten,
- an die Reihendurchforstung, die dazu beigetragen hat, vor allem bei Pflanzbeständen, den Schematismus der Anlage bis ins Durchforstungsalter hinein zu verlängern und den eisernen Bestand gewisser Forstschädlinge zu erhöhen
- an die mit dem Lineal gezogenen Rückegassen und die auf Weichböden teilweise entstandenen Bodenverdichtungen
- und nicht zuletzt an manche Wegebauten mit angeschnittenen Hangwasserzügen und Rutschungen.

Um nicht falsch verstanden zu werden: es ist z.T. weder möglich noch notwendig, auf technische Neuerungen und finanzielle Einsparungen zu verzichten, aber je härter ein solcher Eingriff ist, umso mehr Sorgfalt im Rahmen der Waldpflege ist notwendig, um seine Folgen abzumildern. Wege können schnurgerade und langweilig trassiert werden, sie können aber auch mit ihrer Linienführung sehr viel zur Belebung der Waldlandschaft beitragen; dies gilt vor allem, wenn das Relief fehlt und monotone Bestände das Bild beherrschen. Böschungen und Hanganschnitte und gelegentlich auch Rutschungen sind zwangsläufig Begleiterscheinungen der Walderschließung. Sie sind aber auch Gelegenheiten um darzutun, was mit ingenieurb biologischen Methoden erreicht werden kann und daß sich die zur Holzerzeugung notwendige Infrastruktur im Rahmen einer modernen Waldpflege durchaus in die Landschaft einfügen läßt. Wenn es richtig ist, daß von den Waldbesuchern vor allem an geometrischen Figuren, an Rastern oder Schematas orientierten Eingriffen im Rahmen der Holzproduktion Anstoß genommen wird, dann müssen Jungwuchspflege und Durchforstungsverfahren mit Reihenentnahmen besonders negativ auffallen. Aufgabe der Waldpflege ist es hier, vor allem bei Anwendung solch schematisierender Arbeitsverfahren darauf zu achten, daß die ästhetisch und ökologisch negativen Auswirkungen reduziert werden. Maßnahmen der Randbehandlung, wie sie beispielsweise vorgeschlagen wurden, können zu einer spürbaren Milderung der Wirkungen führen.

Trotzdem bleibt aus der Sicht des Ökologen eine gewisse Skepsis gegenüber allen neuen arbeits- und kostensparenden Techniken, die in

aller Regel zu einer Vergrößerung der Waldpflege führen. So haben Modellrechnungen von KREUZER (1975) über den Einfluß der Ganzbaumnutzung auf den Nährstoffhaushalt der Waldböden gezeigt, daß eine solche Intensivnutzung die Nährstoffbilanzen erheblich belasten und auf steinigem, basen- und silikatarmen bzw. schwach humosen Böden zu Phosphor-, Kalium-, Calcium- und Magnesiumverlusten führen können, die bereits nach wenigen Umtrieben einen Rückgang der Bodenfruchtbarkeit zur Folge haben. Schwer abzuschätzen sind auch die Einflüsse, die sich aus den zwangsläufig vergrößerten Hiebsflächen, dem Einsatz schwerer Maschinen oder der Stockrodung im Hinblick auf Wasserabfluß und Erosionsgefahr ergeben würden. Für eine an der Landschaftspflege orientierten Waldpflege gibt es in unserer vielschichtig und individuell aufgebauten Landschaft Mitteleuropas und zu einem auf die Kleinfläche und den Einzelfall zugeschnittenen Waldbau keine Alternative.

Zu 3) Forstästhetische Forderungen

Es bleibt schließlich die Frage, wie der der Holzerzeugung dienende Wirtschaftswald, der Forst, schöner und vielgestaltiger aufgebaut werden kann. Wirtschaftswald impliziert, daß wir auf vielen Flächen nicht die optimale Baumartenmischung haben können, daß wir Altersphasen hinnehmen müssen, die vom Waldbesucher weniger geschätzt sind und daß Altbestände dann genutzt werden sollten, wenn sie am interessantesten werden. Diese Erkenntnis zwingt uns im Rahmen der Waldpflege alle die Möglichkeiten auszunutzen, wo wir mit wenig Aufwand aber umsomehr Einfühlungsvermögen die Waldlandschaft verschönern können. Wir wissen (AMMER, 1977), daß es dabei nicht in erster Linie auf die Baumart ankommt. Die weitaus größere Rolle spielt vielmehr die waldbauliche Präsentation der jeweiligen Holzart:

- ein in Naturverjüngung stehender Fichtenbestand wird sehr hoch bewertet;
- eine Fichtenmonokultur auf demselben Standort wird von den Erholungssuchenden abgelehnt.

Wir wissen auch, daß Erholungseinrichtungen sinnvoll und überall dort notwendig sind, wo große "Besuchermassen" verkraftet werden müssen, daß dies aber nicht zu einer Möblierung der Landschaft und des Waldes führen darf. Landschaftspflege im Wald setzt also auch eine Planung und Ordnung der Erholungseinrichtungen und der Erholungsinfrastruktur voraus, damit das Gute nicht zuviel getan wird. Es ist - so scheint mir - in den letzten Jahren gelegentlich ein wenig in Vergessenheit geraten, daß nicht in erster Linie die Erholungseinrichtungen den Reiz des Waldes ausmachen, sondern die Gestaltung seiner Bestände.

Nimmt man diese Erfahrungen zusammen, dann konzentrieren sich die Bemühungen der Waldpflege im Wirtschaftswald vor allem auf folgende

Maßnahmen:

- Pflege und Verjüngung der Bestände mit dem Ziel, Mischung und Stufigkeit zu erzeugen
- Gestaltung der Waldränder und Innensäume
- Schaffung von Freiflächen im Wald
- Vermeidung harter Übergänge von Bestand zu Bestand
- Erhaltung und Pflege des Seltenen und Besonderen
- Belassen von Kulissen und Überhältern
- Parkartige Behandlung einzelner Partien
- Freihaltung von Ausblicken
- Schaffung oder Erhaltung von Alleen

Stufigkeit und Mischung

Wenn die vielen Besucherbefragungen der letzten Jahre ein praxisrelevantes Ergebnis gebracht haben, dann dies, daß gemischte und stufig aufgebaute Bestände den höchsten Beliebtheitsgrad aufweisen. Man braucht dabei nicht soweit zu gehen wie SCAMONI und HOFFMANN, die bei ihren Bewertungsversuchen den Erholungswert mit der Zahl der Mischbaumarten ansteigen lassen. Man kann auch mit nur 2 Mischholzarten zauberhafte Bestände aufbauen und pflegen. Mischung bedeutet meist auch Stufigkeit. Ganz unentbehrlich wird die alters- und höhenmäßige Differenzierung als gestalterisches Element, auch wenn man mit nur einer Holzart arbeiten muß. Hier sind Verjüngungshorste und Kegel oft die einzige Rettung!

Waldränder

Nicht erst seit den Bewertungsversuchen KIEMSTEDT's (1967) wissen wir, daß die Waldränder einen besonderen Reiz besitzen. Dabei ist es nicht nur der Wald-Feldrand, der von seiner Zusammensetzung und seinem biologischen Reichtum her besondere Wirkungen hervorruft. Auch die Innenränder bieten vielfältige Möglichkeiten, den Erlebniswert zu steigern oder unerwünschte Wirkungen abzuschirmen. Es wäre oft so einfach, entlang des Weges auf einige wenige Meter Tiefe den Altholzsaum stehen zu lassen und die wenig ansprechende Kunstverjüngung sozusagen hinter vorgehaltener Hand zu begründen. Auch bei mischungsarmen Beständen hoher Produktionskraft läßt sich Strenge, Monotonie und Nüchternheit weitgehend abmildern, durch einen reich und bunt aufgebauten Trauf.

Freiflächen im Wald

Wenn wir uns schon aus Gründen der maximalen Holzerzeugung die großzügige Gestaltung des Landschaftsgartens, die Aufeinanderfolge von Freiflächen, Baumgruppen, Gehölzen, Kleinbeständen und Wasserflächen, wie es uns Friedrich Ludwig SCKELL, Fürst PÜCKLER oder J.P. LENE gelehrt haben (HALLBAUM, 1927) nicht leisten können, dann sollten wir nicht vergessen, daß wir auch mit kleinen Grünflächen

im Wald große Wirkungen erzielen können. Wir sollten dabei aber nicht immer wieder gleich an unser Wild, d.h. daran denken, wie wir die Hälfte der "geopferten" Flächen einzäunen oder abgattern können oder wie wir die Pflegekosten durch möglichst geometrische Figuren am niedrigsten halten.

Nachbarbestand

Niemand außer den Forstleuten hat Verständnis für Abteilungslinien, Gestelle, Geräumte oder wie immer die Waldeinteilungen heißen. Wir brauchen sie, aber es wäre zu fragen, ob sie grundsätzlich im rechten Winkel aufeinandertreffen oder sichtbar bergauf bergab verlaufen müssen. Ich weiß nicht, ob man das ändern kann; schnell und überall sicher nicht; aber man braucht diese Trennungslinien nicht noch dadurch hervorzuheben, daß dort möglichst divergierende Betriebszieltypen beginnen oder enden. Man könnte diesen Eindruck auch dadurch etwas verwischen, indem die Mischholzarten in den Nachbarbestand "hineinlaufen".

Erhaltung und Pflege des Seltenen und Besonderen

Wir sind darin geschult, den Blick auf den Wertstamm oder auf den Hauptzuwachssträger zu richten und diesen zu begünstigen. Es ist aber auch eine gute alte forstliche Tradition, die einzigartigen, ungewöhnlichen, ja bizarren Baumexemplare herauszupflegen; Bannwälder von der Nutzung auszunehmen, Natur- und Kulturdenkmale oder Reste historischer Betriebsformen zu sichern.

Belassen von Kulissen und Überhältern

Besondere Wirkungen können durch Einzel- und Gruppenüberhalt erzielt werden. Dabei kann oft die Wirkung noch gesteigert werden, wenn die Überhälter auf exponierten Punkten stehen bleiben.

Parkartige Auflichtung

einzelner Partien kann reizvolle Durchblicke mit Tiefen- und Kulissenwirkung erzeugen. Hierzu gehört auch, daß Ausblicke freigehalten oder noch besser, mit Sträuchern so bepflanzt werden, daß die Sicht erhalten bleibt. Gelegentlich kann auch die Anlage einer Birken-, Ulmen- oder Lindenallee als Stilmittel der Landschaftspflege nützlich sein, um Abwechslung und Belebung in den Wirtschaftswald zu bringen.

SCHLUSS

Es war im Rahmen dieses kurzen Referates weder möglich noch beabsichtigt, die Beziehungen zwischen Landschaftspflege und Waldpflege in umfassender Weise zu behandeln. Als "Nicht-Waldbauer" habe ich

versucht, an einigen Beispielen deutlich zu machen, wie vielschichtig der Begriff der Waldpflege ist und daß die Berücksichtigung der immer wichtigeren und deutlicher werdenden Aufgaben der Landschaftspflege, Waldbau und Waldpflege immer wieder neu herausfordern.

SUMMARY: The term forestry tending in landscape tending

Landscape tending is that kind of activity that is concerned with the endeavour to keep the natural landscape enduringly efficient, ecologically manifold, beautiful and healthy for human life. But forestry tending is not only a means to fulfil demands of landscape tending in the forest. It is rather an instrument to secure the highest possible production of the raw material wood in terms of quantity and quality. Therefore, forestry tending must be understood as a compromise and so in order to make sure that there is enough wood available, the natural stocking must be revalued through types of trees that fit their surroundings. But forestry tending also means that the plantation and conservation as well as the harvest of the wood has to be done in such a way that the aims of landscape tending can be reached. The functions of forestry tending which must be fulfilled under the aspect of landscape tending can be summed up as follows.

1. Securing and conservation of the natural resources through stands that fit their surroundings and are operational proof.
2. Adjustment of all technical measures (esp. those like the opening up, conservation and harvest techniques) to protection and well-fare-functions.
3. Consideration of the requests of the forestry aesthetics also or especially in forests with high production.

How these aims can be fulfilled is being demonstrated by examples.

SITE IN RELATIONSHIP TO FOREST TENDING

Stanley P. GESSEL

College of Forest Resources, University of Washington, Seattle,
Washington/U. S. A.

INTRODUCTION

This paper will discuss a number of influences that forest site, in its broadest sense, exerts on prescriptions for forest tending. Site in large measure determines the silvicultural opportunities available to the forest manager, and consequently is an important factor in dictating how a forest unit should be handled.

The forest region that I am most familiar with is the Douglas-fir region of the Pacific coastal states of Oregon, Washington, Northern California and the Canadian province of British Columbia. This area has a less developed history of forest use and forest tending than European forests, and present tending is generally applied broadly. It is, however, one of the most productive forest regions of the world and forestry is a major economic concern. Tending must become more site specific because, although average site is good, extremes of forest growth range from $35 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ to as low as $1.5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{yr}$. Many investigations are currently underway in this region to promote a better understanding of the forest environment, the mechanisms which influence productivity, and the best tending practices. I will allude to several of these during the course of this presentation and have previously reported on others (3, 4, 5). First, however, I would like to develop several definitions as a background to further elaboration.

BACKGROUND CONCEPTS

Site

Most foresters understand site as an expression of the ability of a forest environment to produce a given yield of species or combination of species. Site is therefore the cumulative effect of all the conditions under which a forest community lives, and in a sense is synonymous with habitat (13). In the minds of most land managers, site is synonymous with productivity, or at least potential productivity. Various formats have been devised for expressing site, usually in relative terms on a scale of productivity classes. These are either mensurational, describing some physical attributes of the existing forest stand, or environmental, characterizing sites by understory vegetation, soil properties, or physiological relationships (1). It is not a purpose of

this paper to discuss the mechanics of the determination of site or the state of the art of various systems of expressing site. Suffice it to say that all approaches for describing site factors may be of value in understanding forest systems, as long as they can be made to relate to changes which occur during the life cycle of the forest.

The factors which determine site, either directly or indirectly, include: (a) climatic factors, such as latitude, temperature, precipitation, solar radiation, and prevailing wind patterns; both the quantity and annual distribution patterns of these climatic factors are important; (b) physiographic factors, including elevation, slope, aspect and position on landform; (c) edaphic factors, including soil moisture and nutrient regimes, temperature, and soil depth; and (d) biotic factors, including the availability of seed source, the competitive relationships of other species, the activities of soil micro-organisms, the influences of wildlife and pathogens, and the activities of man.

In short, the productivity of any crop, including forests, is determined by its general environment, climate, soil, species characteristics, stage of growth and nature of management. In terms of forestry, it is important to understand the relative influences of these factors, their interactions, and the possibilities of modifying them by various tending practices, especially those aspects of site which may be limiting in any given condition. These interrelationships of site factors and forest productivity have been studied at the University of Washington and other western United States universities for several years through funds provided by the U.S. National Science Foundation to support a Coniferous Forest Biome ecosystem study (10).

Tending

For the purposes of this discussion, tending is used to describe all those deliberate management operations related to growing the forest crop, whatever that crop may be. Tending includes harvesting techniques, site preparation, regeneration, brush and weed control, thinning, pruning, fertilizing, irrigation, and many other activities which take place in a time span from regeneration to final harvest. These operations influence or are influenced by different combinations of site factors in the forest.

The decision to prescribe a given tending operation depends of course on many things in addition to site quality. These include the social and economic objectives of the managing organization, the requirements of environmental protection and government regulation, and the structure, age and condition of the existing forest growing stock. Hence the forester is generally obligated to perform tending operations so as not only to provide optimum yield of wood fiber, but to provide and protect other aspects of the forest as well, including watershed, wildlife, aesthetic and recreational values. At the risk of oversimplifying

the foresters' task, this paper will concern itself primarily with the role of site and tending on optimization of timber yield.

As a further effort to keep this paper to a reasonable length, the principal site factor to be discussed will be the soil. In part this is because the soil is my area of speciality, but also because I believe it exerts a fundamental influence on forest productivity and represents a convenient basis for illustrating the effects of other site factors and tending operations.

GENERAL STATUS OF FOREST TENDING IN THE DOUGLAS-FIR REGION

As I mentioned earlier, foresters within the Douglas-fir region have only within relatively recent times become concerned with the possibilities of intensive forest tending. Therefore, silvicultural prescriptions are generally applied in extensive fashion over a considerably larger area than might generally be the case in Europe or other areas of the world where tending is more area-intensive. Harvesting "units" may be clearcuts of hundreds of hectares, and a single regeneration, thinning or fertilizing operation may cover a wide diversity of site conditions.

Such blanket tending practices tend to diminish the likelihood of suiting specific conditions for local sites or optimizing the benefits on a given site. One treatment may cover a number of sites that might more appropriately be treated separately, and hence compromise tending is today a common practice in the Douglas-fir region. The economic, logistical and mechanical requirements of tending prescriptions will always be important factors in determining the size of the area to be encompassed within a given operation, of course, but a very broad-brushed approach has typically been used in the Douglas-fir region.

That situation is changing, however. Diminishing virgin forests and rapidly escalating values for wood are causing many forest land owners to assess their tending practices in terms of closer and closer area-resolution. Within the past decade most governmental and private land managing organizations in the Douglas-fir region have undertaken soil surveys of their forest lands which are constantly refined as more information becomes available. A number of individual and cooperative studies have developed soil-site relationships for forest trees, information on selection of species to site, and managed stand yield tables. In some instances soil types are being used as the tending unit, especially if site is closely related to the soil types.

SITE IN FOREST TENDING

Tending practices may be considered to have at least one of the following objectives: (a) to best utilize the inherent productive capacity of the site; (b) to increase the productive capacity by identifying and changing, if possible, those factors which limit productivity; (c) to conserve the productive capacity of the site; (d) to exploit the productive capacity for some immediate goal or need.

Planting a new forest drop immediately after logging and managing the developing stand to fully utilize the site is an example of the first type. Addition of particular essential elements either through development of nitrogen fixing vegetation or direct application would be examples of the second type. The third view is exemplified by logging practices on highly erodable soils where forest cover is retained at all times by use of a partial cutting system instead of clearcutting. Complete tree utilization in so-called energy plantations may be an example of the fourth type of tending objective.

In most forest operations the actual tending practice may be a combination of several of the objectives in theory, but less so in fact. A successful forest tending must take many of the factors of site into account and also be economically sound. I will now recount two kinds of tending operations that I have personal experience with to illustrate some of the points I would like to make.

NORTHWESTERN UNITED STATES REGIONAL FERTILIZER PROJECT

The Regional Forest Fertilizer Research Project was initiated in 1969 to study the effects of fertilizing and thinning on growth of the two major forest tree species of western Washington and western Oregon, Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) and western hemlock (*Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg.). Administered by the College of Forest Resources of the University of Washington, the project is financed by 32 cooperating organizations. Approximately 1,500 study plots have been established on participants' land in the two states, using various combinations of fertilizer (primarily nitrogen) and fertilizer plus thinning.

The data presented to illustrate this tending practice are for natural stands of Douglas-fir which were fertilized but not thinned. Ages studied ranged from 10 to 60 years. Eighty-seven installations of six plots each are included in the analysis. In each installation two plots were not treated, two received 224 Kgs/ha nitrogen (as urea), and two received 448 Kgs/ha nitrogen (as urea). Actually, several plots were discarded for various reasons, and 413 plots were included in the analysis. The primary objective of this analysis, which is reported

more fully in several publications (9, 14), was to provide a regional estimate of mean response to fertilizer according to site, age and other relevant stand variables. The data used in the analysis was for growth during the four-year period following initial treatment.

In abbreviated summary, the process consisted of:

- 1) Analyzing growth data from all control plots to obtain an estimating equation for untreated stand growth rate;
- 2) The generation of an estimating equation for treatment response by subtracting estimated growth rate as in untreated stands from the actual growth rate of treated plots; and
- 3) The combination of (1) and (2) to estimate stand growth rate with or without fertilizer treatment.

The mean estimated response for all Douglas-fir plots to 224 kilograms of nitrogen across the region was $3,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{yr}$, equivalent to an 18 % increase over the mean estimated growth rate of untreated stands. The mean estimated response to 448 kilograms of nitrogen was approximately $4,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{yr}$, equivalent to a 21 % increase over estimated mean increment of untreated stands. Mean response varied by $\pm 0,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ from either level of fertilizer application (95 % confidence level).

The estimating equation for response to fertilizer treatment indicated by the "extra sum of squares" procedure that nitrogen dosage interacted significantly with only one stand variable - site index. Nitrogen dosage by itself also had a significant effect, of course. The other stand variables indicated in the composite equation included breast-height age, initial basal area, and number of stems, but these were significant only in the estimation of growth rate for the untreated stand.

As would be expected, there was an inverse relationship between site index and response to fertilizer, but the magnitude of the response estimated for lower sites was unexpectedly high. The estimated mean response of four year gross total volume growth for Douglas-fir, in cubic meters per hectare per year, is shown in Table I. Site classes are for a 50 year breast-height age scale commonly in use for young Douglas-fir (8).

TABLE I

Estimated Mean Response of Four Year Gross
Volume Growth for Douglas-fir
(cubic meters/hectare/year)

Treatment (Kgs N/ha)	SITE CLASS			
	IV (23 m - 29 m)	III (30 m - 35 m)	II (36 m - 41 m)	I (42 m+)
224	6.4	4.9	3.4	1.9
448	7.2	5.5	4.0	2.1

There was a wide range of inherent natural variation in volume increment within the data. But plots did not sample the complete range of age, site index and stocking. For instance, only uniform stands of relatively high basal area stocking were included, with a small number of plots in the 10 year breast-height age category and the 50 year breast-height age category. The fact that stand variables other than site index were not significantly related to response may simply be an outcome of limited sample distribution. The validity of the site relationship may also be questionable, as nearly three-fourths of the plots were in Sites II and III stands. In order to further test these results additional plots have subsequently been established, particularly in younger ages and lower sites. If the large volume response on low sites is confirmed by additional investigations, economic analysis may well warrant the intensification of fertilizing efforts in lower site stands of Douglas-fir. Our present recommendations are that fertilizer application is economic on Site III and IV, marginal on Site II, and perhaps not justifiable on Site I under most conditions.

RESULTS IN WESTERN HEMLOCK

Some interesting aspects of site quality seem to be exhibited in the response behavior of the other major species tested in this northwest regional fertilizer project, western hemlock. Western hemlock is a species which grows on a wide range of site conditions, favoring those in which significant moisture stress does not typically occur. In the Pacific Northwest it is a more shade tolerant species than Douglas-fir and often comes in as an understory tree in older forests. However, it can also perform a pioneering role and grow in even-aged forests, on many sites outpacing even Douglas-fir in its growth rate, particularly when young. Its adaptability to a wide range of conditions seems to reflect itself in a wide inherent variability of morphological and physiological characteristics.

In our empirical fertilizer studies a relatively small number of hemlock plots were established in young unthinned, even-aged stands. Unlike the Douglas-fir plots, it has not been possible to detect statistically significant responses to fertilizer amendments in the majority of hemlock stands. The relative degree to which this is due to actual variability of response to fertilizer, to small sample size, to inadequate sensitivity of measurement techniques and analytical methods, and to other factors affecting growth is currently being assessed but is indeterminate at this time. Some preliminary conclusions have been drawn from analysis of the data, however.

A favorable response in hemlock is more probable in young stands, with breast-height ages of 10 to 20, than with older stands in the 30 and 40 year age categories. Positive response is also more probable in the mountainous foothills of the western Washington Cascade range than along the Pacific Ocean coastal areas, the prime growing region of western hemlock.

Analysis has led us to believe that many of the hemlock stands which we sampled were on high sites and fully utilizing the available growing space prior to fertilizer treatment. Of course, one anticipates by applying fertilizer in a deficient situation that several major site-improving results will occur: the amount of foliage will be increased, and the efficiency of existing foliage will be enhanced. But if the foliage has already extended to its maximum possible leaf area in terms of solar characteristics, and if sufficient nutrients and moisture are already available for efficient photosynthesis within that leaf area, extra nutritional additives may be merely superfluous in terms of added tree growth.

Coastal hemlock stands studied were generally located on deep soils at low elevations; they were often of high stocking density and possessed dense crown canopies, with little understory vegetation. Productivity in these stands often does not appear to be limited by the availability of mineral nitrogen. One study in a similar hemlock stand has shown natural levels of 70 Kg/ha $\text{NH}_4\text{-N}$ and 124 Kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ in mid-April in a 70 cm soil profile (6). High rainfall, well-distributed over the year, and deep fine-textured soils certainly would indicate that moisture is unlikely to be deficient. The belief that prior full utilization of growing space is the principal factor not permitting a fertilizer growth response to occur in such stands is strengthened by several other facts. Responses have been observed in younger hemlock stands, where canopy closures are not complete and one could speculate that nutrient uptake demands are higher than may be the case when the stand is older. Response has also been observed in certain older hemlock stands in higher elevation mountainous regions, where the effects of elevation, temperature and soil characteristics may not present as ideal growing conditions, even though site quality as measured by height and age were similar in some instances. Fertilizer responses have

been uniformly detected in another group of hemlock installations in which thinning was incorporated with fertilizing. However, the feasibility of extensive thinning operations in these hemlock forests is questionable because of the widespread occurrence of the root-rot pathogen *Fomes annosus*. If the incidence of this disease is increased by thinning operations, it may negate the beneficial effects of thinning, and ultimately decide that these stands are better left unthinned.

A number of small scale studies are currently underway to better understand the mechanisms and functioning of hemlock ecosystems, such as the intensive studies that have been conducted with Douglas-fir. Description of these studies is beyond the scope of this paper, but hemlock is currently a major research topic in the Pacific Northwest and the site-tending relationships of this species should be much better known within the next ten years.

DEWATERED SEWAGE SLUDGE AS A FOREST SOIL AMENDMENT

Generally speaking, many forestry organizations concerned with wood production advocate investing funds in tending operations on their higher site lands in favor of their more marginal property. In this way, ultimate production and returns will presumably be greatest (11). Certainly this makes sense, although I must admit to having always been fascinated by the prospect of being able to dramatically increase site productivity, particularly by the use of soil amendments. One recent study with which I have been associated at the College of Forest Resources has been of particular interest, and illustrates how a tending practice may produce complex changes in the total environment. This is a study on the application of municipal sewage wastes from the City of Seattle to an area of low productivity on the College's Charles Lathrop Pack Experimental Forest near Eatonville, Washington. My colleague, Dr. Dale Cole, discussed some of the mineral cycling and soil studies related to this project in his paper yesterday (2). At this point I will simply describe some of the major influences which the sludge amendments have had on site factors.

Pack Forest has several soil types of relatively low productivity to which sludge amendments have been made with the expectation of raising their moisture holding capacity and improving their nutritional status. Study areas selected initially were site Class IV (23 m - 29 m at breastheight age 50) gravelly glacial outwash soils, with histories of fire disturbance and disease problems. The areas were clearcut harvested, followed by intensive site preparation to remove all logging slash. These were fairly expensive operations, as even stumps were removed; costs were approximately \$ 1,600 per hectare. This intensive clearing permitted direct dumping by trucks of large quantities of dewatered digested sewage sludge (20 - 35 % solids content). Appro-

ximately 1120 to 3360 tonnes of dewatered sludge per hectare have been applied to almost 40 hectares of clearcut land at Pack Forest since 1973, representing tremendous additions of such nutrients as nitrogen and phosphorus.

Results have been remarkable. After a period of decomposition, lasting approximately a year, the sludge transforms from an anaerobic sticky substance to a highly friable material, bearing scant resemblance to the original surface soils in either physical or chemical properties.

A number of tree species were subsequently planted in these treated areas, including Douglas-fir and western hemlock. In comparison to control trees, the improvement in color, needle biomass and length, height and diameter growth, and general vigor of the trees was very marked, growth responses of several hundred percent commonly occurring. As in similar studies (16), a large increase was noted in foliar nitrogen content.

Unfortunately, one set of problems related to the management of what were initially low-site lands was traded for a new set of problems which usually occur on high-site lands. Whatever ecological balance may have existed on the site prior to treatment was totally disrupted and profoundly altered by the addition of sludge materials. For example, the open clearcut environment and tremendous nutrient pool from the sludge created favorable conditions for many plant species which vigorously invaded the area. Some species, such as tomatoes and blackberries, were transported to the site in the sludge; others, including many grasses, were brought in by windborne seed. Hence the trees planted in the sludge were subjected to competition far more intense than control trees and mortality has frequently occurred from drought during the dry summer period.

The dense vegetation also produced a secondary problem that was later to prove fatal to many seedlings. The rodent population tripled over a two-year period from its initial level, decimating the earlier plantations as the rodents (primarily *Microtus Townsendii*) girdled many trees. Larger herbivores, such as deer and elk, were also attracted to the treated areas by the profusion of forage and soon discovered the high nutrient concentrations of the tree seedlings foliage. Browsing has therefore been a severe problem in loss of height growth, as compared to untreated areas.

Studies have developed prescriptions which will hopefully alleviate these problems and permit the trees to develop beyond the critical seedling stage. These involve applications of herbicides and animal repellants in addition to mechanical cultivation where possible. Habitats for rodent predators are being encouraged as a control measure. These operations are costly and whether the utilization of sludge will ultimately prove economical in forestry in Washington State remains to be seen.

OTHER TENDING PRACTICES

At the present stage of forestry in the Pacific Northwest many young stands have originated from natural seeding rather than planting, or natural seeding has occurred together with planting. The result is great variation in stocking density, and overstocked or understocked stands frequently occur. Understocking frequently occurs on good soils and sites where plant competition is severe, while overstocking is generally on poor soils and poor sites. In addition, species composition is often not that which is desired. Overstocked stands and stands with unwanted species are being treated at a relatively early age by what is called a pre-commercial thinning. This obviously means that under our economic conditions there is not a market for the small trees removed in these operations and therefore the process requires a financial investment. This may amount to 140 dollars per hectare or more. Economic studies are inconclusive with respect to this investment, but obviously the landowner expects a payoff in growth response and improvement in final harvest. The operation frequently has additional benefits related to general aesthetics of the forest and other attributes such as increased forage production.

Sufficient observations have been made with respect to these early thinning operations to develop the fact that response is quite different on different sites. On low sites in the Douglas-fir forests a thinning operation of this kind frequently produces what has been termed "thinning shock". This means that residual trees do not respond quickly to additional growing space; in fact growth on individual trees may be reduced for several years. On more productive sites thinning response is immediate and sustained.

We have investigated some aspects of the thinning shock problem and have concluded that it is more severe on sites which are low because of nitrogen deficiency. Needle retention on nitrogen deficient trees seldom exceeds two years and total foliage biomass in the forest is low. Therefore, the tree has very limited ability to respond to improved growing space until new foliage and more crown has developed. A nitrogen addition before or at the time of thinning accelerates foliage growth and crown development, increases needle retention time, and essentially eliminates the thinning shock. Therefore, nitrogen addition and thinning interaction is pronounced on many acres of low site Douglas-fir and forest management operations now project a combination of stocking control and fertility improvement in order to optimize growth rates.

Fire has been a very controversial tending tool in Pacific Northwest forestry. The original European settlers used fire to clear the soil of dense forest vegetation and annually used it to improve forage for livestock. Clearcut forest operations as practiced in the virgin Douglas-

fir region produced large amounts of forest debris, which if left in place caused severe fire hazards. Therefore, forest laws have generally required controlled burning of this slash prior to re-establishment of a new forest crop. There is also much evidence to support the opinion that Douglas-fir regenerates better on areas subjected to some degree of burning. As forest practices change, wood prices increase, and utilization improves there is less need for fire as a slash disposal agency, but here is an increasing appraisal of fire as a tending tool to accomplish certain forestry objectives. Therefore forest managers must be able to judge the impact of fire on the forest environment.

The literature on fire in forests is voluminous, but much of it is not site specific enough for application by the forester. Fire generally brings about certain physical, chemical and biological changes in forest soils (7) including raising of pH and some loss of total nitrogen. The availability of other essential elements may be improved as in the case of phosphorus. The overall impact of the fire and therefore whether it is a good tending practice depend on the state of the ecosystem before and after the fire. As a specific example, if the total soil supply of nitrogen is large (10 - 20,000 Kgs/ha) then some loss through fire will not constitute a problem. However, if it is small (1 - 2000 Kgs/ha) then any appreciable loss may affect subsequent forest growth.

One problem with the past application of fire has been that it is easier to burn poor sites and secure very severe fires. Therefore, use has tended to be concentrated on these sites and sites which probably need or could at least accomodate fire as a normal tending operation are often not burned.

RELATIONSHIP OF SOILS TO TENDING OPERATIONS

Properties of the soil should be the first concern of the forester in prescribing tending operations. This has generally not been possible to practice because of lack of information on forest soils and lack of understanding of the subject. We have made improvements in the Northwestern United States in information development in recent years, including a program to identify and map all privately owned forest soils in the State of Washington. The effect of soil properties on forest site has been identified in many forest environments and many specific equations to relate soil to forest site have been published. These generally have physical soil attributes such as depth, stoniness, and texture as important contributing properties and sometimes include other properties such as organic or nitrogen content. One of the principal industrial forestry companies in the Pacific Northwest has concluded a soil survey of all its forest lands and has sites identified by

soil properties (12, 15). This program has developed to the degree that tending operations are then specified according to soil types. These tending operations include thinning, fertilization, planting and regeneration practices, as well as harvesting procedures. In this case the soil is identified as the environmental parameter within local regions, which determines site, and thus becomes the management unit for applying forest tending operations which must differ on different sites. They are now extending the same principle to their forest land holdings in the southern United States and to certain areas in other regions of the world. Many other private companies as well as federal and state agencies are rapidly following the same pattern and the soil unit is becoming the basis for prescribing tending.

LACK OF TENDING AND ERRONEOUS TENDING

In many countries of the world, especially those in which exploitation of forest resources has been a dominant factor in recent times, tending of forests has not received much attention. In some instances exploitation of forests has been used to convert forest land to either permanent or temporary agriculture. This certainly was the case in the United States until relatively recently. In such instances there has been very little incentive to develop forest tending. In the Pacific Northwest many examples of this kind of land conversion and subsequently poor tending practices still exist in the form of poor agriculture or pasture land. Temporary conversion is referred to as shifting agriculture in the tropical regions.

A term currently being widely introduced into world forestry to describe a tending operation to combat shifting agriculture is "agroforestry". This involves the practice of growing both forest and agricultural crops at the same time, and hopefully in a system which will conserve the soil. Various modifications of such a system have been in use since man first began to till the land and grow food crops, but a new emphasis is being placed on the practice for specific purposes.

The forest world is populated with many examples of the wrong kind of tending and tending not related to site. Large areas of forest land in my own Pacific Northwest, which is very good site, but produces very little forest crop cover would certainly qualify as wrong tending. Planting the wrong species on a particular site which results in poor utilization of productivity potential is another example which may become more important in world forestry as many areas of multi-species tropical forests are converted to one or two species.

TENDING OF DIFFERENT SITES IN RELATIONSHIP TO FORESTRY GOALS

This paper will conclude with observations on tending in perspective of total forest management. Considerable emphasis is currently being given to the role of forests, as a renewable resource, to alleviate some of the energy problems facing mankind. Therefore, the need to have sustained and approximately optimum production of wood fiber on each unit of forest land is easy to argue for. The need to know the site that forests grow on and to adopt appropriate tending techniques to each site can hence also be strongly advocated as a means to capture the productive potential.

If we subscribe to the general proposition that tending operations can improve the forest and increase production, but that they require a financial investment, then a decision must be made on which lands to make the investment. This is particularly true when forest holdings cover a wide range of site conditions and encompass areas from very high productivity to very low productivity. Some organizations have been able to make such decisions, and others are still considering the problem. In the case of the United State Forest Service, whose holdings are situated in many forest regions, a growth rate of approximately 1.5 meters per hectare per year is arbitrarily referred to as the limit of so-called merchantable forests. Tending operations to enhance wood production would in all cases be eliminated or be at a minimum on land of less growth potential. When viewed on a local or regional basis, other economic factors may dominate. For example, lands with growth rates of $1.5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ would certainly be excluded from consideration for intensive operations in an area of uniformly high site and high growth potential such as western Washington. However, when placed in a relatively low site region, such as forests of the Rocky Mountain area of the United States, such lands and sites might assume a local importance which dictate investments in tending practices to improve production. In many instances the tending practices may be directed to resources other than wood, such as water, forage or recreation.

In summary, I have attempted to illustrate the relationship of forest tending to forest site by illustrations drawn primarily from an important and productive forest region of the United States, the Pacific Northwest. I believe the information shows that forest tending must become more site specific in order to be most effective.

ZUSAMMENFASSUNG: Der Standort in Beziehung zur Waldpflege

Dieses Referat diskutiert die Rolle, die der Standort bei der Anwen-

dung von Verfahren zur Waldpflege spielt. Um die Diskussion von einer gemeinsamen Basis aus zu beginnen, werden Waldstandort und -pflege im besonderen Hinblick auf die nordwestlichen Küstenwälder Nordamerikas definiert. Die hauptsächlichen Nutzholzarten in diesen Wäldern sind Douglastanne und Westhemlocktanne mit einem hohen jährlichen Ertrag. Die Forstproduktion ist wichtig in der regionalen Wirtschaft und ein Hauptfaktor in der regionalen Entwicklung gewesen. Es gibt jedoch eine große Amplitude der Zuwachserträge von 1,5 bis 35 m³/ha/Jahr. Waldbauliche Entscheidungen im Hinblick auf den Standort sind daher wichtig. Pflegeverfahren in Wäldern werden allgemein angewandt, um folgendes zu bewirken:

- Die eigene Ertragskapazität zu nutzen
- Die Ertragskapazität zu verbessern
- Die Ertragskapazität zu erhalten
- Die Ertragskapazität nachhaltig zu bewirtschaften

Pflegeverfahren können auf Wälder auch falsch oder in nicht zweckentsprechendem Maße angewandt werden. Es werden Beispiele von verschiedenen Pflegeverfahren, wie sie speziell in den nordamerikanischen Wäldern angewandt werden, beschrieben. Ein regionales, genossenschaftliches Walddüngeprojekt wird benutzt, um ein Pflegeverfahren zu diskutieren, das zur Ertragssteigerung entwickelt wurde. Der Erfolg dieses Programms zeigte sich in forstlichen Zuwachsraten mit einer Zunahme von 18 bis 21 Prozent. In diesem Falle wurde Stickstoff in Form von Harnstoff mit 224 und 448 kg/ha ausgebracht. Ein weiteres Beispiel zur Ertragsverbesserung durch Anwendung von Klärschlamm der Stadt Seattle auf Forstland wird beschrieben. In diesem Fall brachte die Ertragsverbesserung eine Vielzahl von Problemen mit sich, die gelöst werden müssen, um das Verfahren nutzvoll zu gestalten. In beiden Fällen ist der Standort des Waldes von Bedeutung, um die Behandlungseffekte abklären zu können.

Es werden ferner Beispiele von falscher oder nicht ausreichender Waldpflege in der gegenwärtigen Forstbewirtschaftung vorgestellt. Ebenfalls werden einige Beobachtungen zur Pflege tropischer Wälder angeführt.

REFERENCES

- (1) CARMEAN, W.A., 1968: Tree height-growth patterns in relation to soil and site. p. 489-512. In Tree Growth and Forest Soils, Proceed. 3rd North American Forest Soils Conference. Published by Oregon State University Press, Corvallis, Oregon.
- (2) COLE, Dale W., 1977: Ecosystem Research in the Natural Managed Forest With Regard to New Problems in Tending.

Paper given at 1977 IUFRO Congress, Ossiach, Austria.

- (3) COLE, D. W. and S. P. GESSEL, 1973: Elemental Cycling and Even-age Forest Management, p. 179-198. In Even-age Management. Proceed. Symposium at Oregon State University, Corvallis. 250 pp.
- (4) GESSEL, Stanley P., 1967: Concepts of Forest Productivity. 14th IUFRO Congress, Munich. Vol. II, p. 34-50.
- (5) GESSEL, S. P., T. N. STOATE and K. J. TURNBULL, 1969: The Growth Behavior of Douglas-fir with Nitrogenous Fertilizer in Western Washington. Contrib. No. 7, Instit. of Forest Products, University of Washington, Seattle. 119 pp.
- (6) GRIER, Charles C., 1976: Biomass, Productivity, and Nitrogen-Phosphorus Cycles in Hemlock-Spruce Stands of the Central Oregon Coast. Proceed of the Western Hemlock Management Conference, Institute of Forest Products, University of Washington. In Press.
- (7) GRIER, Charles C., 1972: Effects of Fire on the Movement and Distribution of Elements Within a Forest Ecosystem. Doctoral Dissertation, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle.
- (8) KING, James E., 1966: Site Index Curves for Douglas-Fir in the Pacific Northwest. Weyerhaeuser Forestry Paper, Centralia, Washington. 49 pp.
- (9) Regional Forest Nutrition Research Project, 1977: Biennial Report 1974-76. Institute of Forest Products, Contribution No. 25, University of Washington, Seattle, Washington. 67 pp.
- (10) Research on Coniferous Forest Ecosystems, 1972: Proceed. of Symposium Northwest Scientific Assoc. Publ. by Pacific N.W. For. and Range Exp. Stat., Portland, Oregon. 321 pp.
- (11) STAEBLER, George R., 1976: An Industrial View on Responsible Management of Biological Resources: The Exploitation of Growth. Journal of Forestry 74: p. 78-81.
- (12) STEINBRENNER, E. C. and S. A. DUNCAN, 1969: Soil Survey of the Clemons Tree Farm. The Weyerhaeuser Company.
- (13) TOUMEY, James W. and Clarence F. KORSTIAN, 1962 edition: Foundations of Silviculture Upon an Ecological Basis. John Wiley and Sons, Inc., New York, 468 pp.
- (14) TURNBULL, Kenneth J. and Charles E. PETERSON, 1976: Analysis of Douglas-fir-Growth Response to Nitrogenous Fer-

tilizer, Part I: Regional Trends. Institute of Forest Products Contribution No. 13, University of Washington, Seattle, Washington. 15 pp.

- (15) WEBSTER, S. R. and E. C. STEINBRENNER, 1974: Soil Survey of the Snoqualmie Falls Tree Farm. The Weyerhaeuser Company.
- (16) ZASOSKI, Robert J., Steven G. ARCHIE, Walter C. SWAIN and John D. STEDNICK, 1977: Impact of Sewage Sludge on Douglas-fir Stands Near Port Gamble. Municipality of Metropolitan Seattle, Washington. 42 pp.

STANDORT UND WALDPFLEGE

K. E. REHFUESS

Institut für Bodenkunde und Standortslehre der
Forstlichen Forschungsanstalt München/BRD

1. DEFINITIONEN

Mit KÖSTLER (1953) verstehen wir für diese Diskussion Waldbau als Waldpflege. Ihr Ziel ist es, Waldbestände so zu gestalten, daß die Strukturen und Funktionen von Waldökosystemen gewahrt und geschont und gleichzeitig die mannigfachen Ansprüche des Menschen an den Wald möglichst optimal erfüllt werden. Waldpflege in diesem umfassenden Sinn beinhaltet demnach alle auf diese Ziele ausgerichteten, pfleglichen Eingriffe in Waldökosysteme, Bestandespflegemaßnahmen im engeren Sinn ebenso wie Verjüngungshiebe und Meliorationsmaßnahmen. Gedanklich-analytisch kann Waldpflege getrennt werden in Standortspflege und Bestandespflege. Beide sind gleichzeitig Landschaftspflege.

Standort ist der abiotische Teil eines Ökosystems, der Lebensraum (Biotop), den die Lebewesen besiedeln und in dem sich alle Lebensvorgänge der Lebensgemeinschaft (Biozönose) abspielen. Im Biotop wirkt eine Vielzahl physikalischer und chemischer, stofflicher und energetischer Faktoren zusammen; ihr ineinandergreifen wird durch die Lebewesen selbst beeinflusst. Der Mensch bestimmt und verändert dieses komplizierte Wirkungsgefüge entweder durch Eingriffe in den Standort (z.B. Düngung, Bodenbearbeitung, Entwässerung) oder in die Lebensgemeinschaft (z.B. Durchforstung, Verjüngungshiebe, Herbizideinsatz, Wildstandregulierung). Jeder dieser Eingriffe wirkt sich jedoch grundsätzlich auf das gesamte System, die Lebensgemeinschaft und den Lebensraum aus. Im folgenden wird das Kompartiment "Boden" als Teil des Standortskomplexes besonders berücksichtigt.

2. GESETZLICHER AUFTRAG AN DIE FORSTWIRTSCHAFT UND FOLGERUNGEN

Waldpflege wird nicht im luftleeren Raum betrieben; sie ist vielmehr abhängig von den sozio-ökonomischen Bedingungen, den Wertvorstellungen und Entwicklungszielen der Gesellschaft. Der Auftrag an die Forstwirtschaft - ethisch begründet als umfassende Daseinsvorsorge für jetzige und künftige Generationen - ist gesetzlich fixiert. Das moderne Forst-, Landesplanungs- und Naturschutzrecht z.B. in der Bundesrepublik nennt als Ziele der Forstwirtschaft die Erhaltung und Pflege standortsgemäßer, naturnaher, stabiler Wälder. Sie sind so nachhaltig

zu bewirtschaften, daß alle Funktionen im Landschaftshaushalt und für die Gesellschaft dauerhaft und bestmöglich erfüllt werden. Die Belange von Naturschutz, Landschaftspflege und Wasserwirtschaft sind insbesondere in den öffentlichen Waldungen zu berücksichtigen. Aus dem umfassenden Verständnis der Waldpflege einerseits und dem gesetzlichen Auftrag an die Forstwirtschaft zum anderen resultieren im Hinblick auf den Standort zwei Verhaltensprinzipien oder Herausforderungen. Sie wurden bereits früher formuliert, bedürfen aber immer wieder neu der Überprüfung und Bestätigung:

- a) Für die Waldpflegepraxis gilt, daß eine möglichst große Vielfalt von Standorten als Lebensgrundlage der verschiedenartigsten Waldlebensgemeinschaften erhalten werden muß. Alle Pflegeziele und -verfahren sind grundsätzlich an den vorgegebenen, natürlichen Standortsbedingungen zu orientieren.
- b) Von der Wissenschaft ist zu fordern, daß die Standorte umfassend beschrieben und inventarisiert werden. Auf dieser Basis sind darüber hinaus die Effekte aller Waldpflegemaßnahmen auf die Standorte sowie die Lebensgemeinschaften exakt zu quantifizieren.

3. ORIENTIERUNG ALLER WALDPFLEGEZIELE UND -TECHNIKEN AM STANDORT

Die i.d.R. kleinräumig strukturierten mitteleuropäischen Waldlandschaften sollen wie bisher als Mosaik verschiedenartiger, naturnaher Waldökosysteme, untereinander und mit benachbarten Landschaftsteilen vielfältig verwoben, gestaltet werden. Diese Forderung bedeutet zugleich, daß die vorhandenen Standorte zu konservieren sind und nicht - wie etwa landwirtschaftliche Kultursubstrate - homogenisiert werden dürfen. Auf technische Operationen, die den Standortscharakter völlig verändern würden (tiefgreifende Bodenbearbeitung, Regelung des Wasserhaushalts, großzügige Verwendung von Agrochemikalien) ist daher fast überall zu verzichten, auch wenn solche Eingriffe in den planaren, kollinen und montanen Bereichen örtlich möglich wären. Der Auftrag für die Forstwirtschaft lautet auf Waldpflege und nicht auf Zellulose- oder Lignikultur! Auch Meliorationsmaßnahmen müssen folglich den Charakter der Standorte berücksichtigen. Sie sollen sich darauf beschränken, anthropogen bedingte Degradationen und (auf Teilflächen) natürliche Schwächen in der Nähr-elementausstattung der Böden maßvoll zu beseitigen.

Unser Votum für standörtlich differenzierte, mannigfaltig strukturierte Waldlandschaften enthält zugleich eine Absage an großflächige, mechanisierte Hiebsoperationen. Nicht selten wird dieser Verzicht auf größte Produktion an Holztrockenmasse, höch-

sten privatwirtschaftlichen Erfolg und maximale Technisierung bedeuten. Demgegenüber stehen als Aktivposten größere Ökosystem- und Standortvielfalt, Stabilität und Breite des zu konservierenden Genespektrums. Die Technologie ist diesen Zielen anzupassen, die Gesellschaft über die Kosten dieser Waldpflege aufzuklären.

4. HERAUSFORDERUNG AN DIE WISSENSCHAFT

4.1 Standortskartierung

Ein derartiges Waldpflegeprogramm setzt eine umfassende Kenntnis der Standorte und ihre kartenmäßige Erfassung voraus. Hierfür sind brauchbare Verfahren vorhanden. Sie arbeiten teils mehr mit bodenkundlichen, teils mehr mit vegetationskundlichen oder klimatologischen Methoden oder aber kombiniert. Ihre Vor- und Nachteile wurden von ELLENBERG (1967) sowie SCHLENKER und KREUTZER (1976) dargestellt. Standortskarten, die kausal-analytisch brauchbar, langfristig wertvoll und auch für heute noch gar nicht bekannte Ziele der Waldpflege dienlich sein sollen, müssen jedoch eine detaillierte Kenntnis der Böden, ihres Ausgangsmaterials, ihrer Genese und Dynamik und der sich daraus unschwer abzuleitenden Eigenschaften vermitteln.

In den vergangenen drei Jahrzehnten ist die Standortskartierung in den meisten mitteleuropäischen Waldregionen weit vorangetrieben worden. Noch immer läßt jedoch die Nutzung dieser Karten in der Waldpflegepraxis und ihre systematische waldbaulich-ertragskundliche Auswertung zu wünschen übrig. Der erstgenannte Mangel wird erst jetzt zunehmend beseitigt, nachdem junge, in der Kartierung geschulte Forstleute vermehrt in die Führungspositionen der Forstverwaltungen einrücken. Die zweite Forschungslücke ist eine Herausforderung an die Waldbauwissenschaft. Als Standortskundler ist man immer wieder überrascht, wie unpräzise die Standorte auch in bedeutenden waldbaulichen Publikationen noch heute gekennzeichnet werden. Dies ist umso bemerkenswerter, als der Waldbau wie kaum ein anderer forstlicher Wissenschaftszweig die Standortgliederung dringend benötigt, um alle Erfahrungen und Versuchsergebnisse sinnvoll stratifizieren, vernünftige Regeln ableiten und diese übertragen zu können.

4.2 Quantifizierung der Effekte von Pflegeeingriffen

Die Notwendigkeit ist unbestritten, alle Waldpflegemaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen in Waldökosystemen genau zu überprüfen und diese Effekte bei der technischen Durchführung zu berücksichtigen. Allerdings wurde erst damit begonnen, das erforderliche Wissen ausreichend nach Verfahren und Standorten differenziert zu erwerben. Immerhin sind hier in der letzten Dekade beachtliche Fortschritte erzielt worden.

Über die Wirkungen von Fichtenreinbeständen z.B. wissen wir heute, daß wohl für mehrere Generationen keine gravierende Verschlechterung der Bodenstruktur eintreten dürfte (SCHLENKER u.a. 1969, MIEHLICH 1970). Wohl aber beschleunigt Fichtenmonokultur auf basenarmem, wenig gepuffertem Substrat Podsolierungsvorgänge im Oberboden. Diese äußern sich in einer Versauerung, einer verstärkten Mobilität von Eisen, Mangan und Aluminium, in Auswaschungsverlusten an leicht löslichem Kalium, Calcium und Phosphor, in einer Erweiterung des C/N-Verhältnisses und einer Verschlechterung der Humusform (Übersicht 1).

Aus einer Studie über die Veränderung der Standorte sowie der Nährelementvorräte von Kiefernwaldökosystemen nach Kahlschlag, Düngung und Bodenbearbeitung (BURSCHEL u.a. 1977) und vergleichbaren Untersuchungen (HEINSDORF und KRAUS 1974, STONE 1973, ULRICH und WACHTER 1971) leiten wir die Empfehlung ab,

- a) die Natur- oder Kunstverjüngung unter Altholzschirm auszunutzen, wo immer Standort, Altholzzustand und Verjüngungsziel dies zulassen;
- b) auf unvermeidlichen Freiflächen Bodenbearbeitung und Beseitigung der Bodenvegetation auf ein Mindestmaß zu reduzieren;
- c) Kalkung und Phosphatdüngung kurz vor dem Abtrieb des Altholzes oder auf der Kahlfläche zu unterlassen, um die bei Freilage ohnehin beschleunigten Stoffumsetzungen und v.a. die Nitrifikation nicht noch weiter anzuregen;
- d) längs der Bachläufe Waldstreifen möglichst als Dauerbestockung und als Filter gegen laterale Stoffzufuhr mit dem Hangzugwasser sowie als Fallen für erodiertes Material zu erhalten (Übersicht 2).

Die bodenanalytische Auswertung eines Düngungsexperiments (BAUM 1976) zu Kiefer auf Podsol-Pseudogley zusammen mit einer Reihe anderer Untersuchungen (WEIGER und KREUTZER 1975, EVERS und BÜCKING 1974, TAMM und POPOVIC 1974) zeigen, daß eine praxisübliche, vorsichtig bemessene, ausgewogene Düngung mit Stickstoff, Phosphor und Calcium die Fruchtbarkeit armer und devastierter lehmiger Waldböden langfristig steigert (Abb. 1 und 2). Die Artenvielfalt der Lebensgemeinschaft und die waldpflegerischen Möglichkeiten nehmen dadurch gewöhnlich zu. Eine derartige Melioration kann auf stärker durchspülten Böden zu einem vermehrten Nitrataustrag in die Gewässer führen. Dieser erhöhte Nitratexport hält sich jedoch in der Größenordnung, die auch von den natürlich fruchtbaren Waldböden erreicht wird. Voraussetzung für solche langfristige Verbesserung der Standorte sind sorgfältige Diagnosen und präzise Kenntnisse über das Verhalten der Düngernährstoffe in den verschiedenartigen Waldökosystemen. Günstig wirkt sich auch hier der kleinflächige Aufbau mitteleuropäischer Wälder aus. Er verhindert, daß zusammenhängende große Waldgebiete einheitlich und gleichzeitig

gedüngt werden. So bleibt Raum für Ausgleichsvorgänge im Landschaftshaushalt zwischen gedüngten und unbehandelten Arealen.

Die Arbeiten von LAATSCH (1977) schließlich lassen erkennen, daß die langjährige Vernachlässigung der Verjüngung im Hochlagenwald der Kalkalpen oberhalb 1200 m an Steilhängen zwischen 25 und 45° bei überhöhten Schalenwildbeständen teilweise irreparable Lawinen- und Schneeschurfschäden hervorrufen kann, die die Existenz der Wälder und ihrer Böden bedrohen.

Neben dem experimentellen Ansatz, den ich an vier Beispielen zu skizzieren versuchte, wird daran gearbeitet, aus einer umfassenden Analyse ausgewählter Waldökosysteme kurz- und langfristige Modelle für deren Funktionen abzuleiten und diese Modelle an Versuchsergebnissen zu validieren (ULRICH 1976). Solche Modelle sind schon jetzt äußerst wertvoll als gedankliche Konzeption für Versuchsplanungen sowie für Ordnung und Integration aller wissenschaftlichen Erkenntnisse. Darüber hinaus wird angestrebt, sie künftig auch für die Simulation und für Prognosen über die Wirkungen menschlicher Eingriffe auf Standort und Lebensgemeinschaften einzusetzen.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Alle hier vorgetragenen Motive und Überlegungen wurzeln in der Tradition von Waldpflege und Forstwirtschaft in ihrem Ursprungsgebiet. Ihnen liegt eine klare Entscheidung für eine betont konservative, straff standortsbezogene, die Standorte und ihre Eigenheiten schonende, vielfältige und möglichst naturnahe Waldpflege spezifisch mitteleuropäischer Ausrichtung zugrunde.

ZUSAMMENFASSUNG

Waldpflege ist definiert als Summe aller pfleglichen Eingriffe in Waldökosysteme mit dem Ziel, die vielfältigen menschlichen Ansprüche an den Wald optimal zu erfüllen und dabei die Strukturen und Funktionen dieser Systeme zu schonen. Alle Pflegeoperationen beeinflussen auch den Lebensraum und damit den Standort. Aus dem gesetzlichen Auftrag, den die Forstwirtschaft in Mitteleuropa zu erfüllen hat, wird gefolgert, daß eine Standortvielfalt zu konservieren, alle Pflegemaßnahmen am Standort zu orientieren und die Wirkungen anthropogener Eingriffe auf Standort und Lebensgemeinschaft zu quantifizieren sind. Während die Inventur der Standorte durch Kartierung und Beschreibung in den letzten Jahrzehnten weit vorangetrieben wurde, steckt die waldbaulich-ertragskundliche Auswertung der Standortskarten noch in den Ansätzen. An vier Beispielen (Wirkungen von Fichtenreinanbau auf Bo-

deneigenschaften, Effekte von Bodenbearbeitung und Düngung auf die Nährelementvorräte junger Kiefernwaldökosysteme, Wirkungen der Düngung auf Substratmerkmale, Entstehung von Lawinenbahnen im Hochlagenwald durch Vernachlässigung der Verjüngung) wird skizziert, welche Ergebnisse bei der Überprüfung von Waldpflegemaßnahmen erzielt wurden.

SUMMARY: Site and Forest Tending

Forest tending is defined as the sum of all careful interferences in forest ecosystems, which have the aim of optimally satisfying the manifold human demands on forests and whereby the structures and functions of these systems are preserved. All tending operations also influence the site conditions.

It is inferred from the official role which forestry in Central Europe has to play that a diversity of sites is to be maintained, that all tending measures are to be orientated according to the habitat and that the effects of anthropogenic influences on habitat and living community are to be quantified.

Whilst the inventory of forest sites by mapping and description were greatly lengthened during the last few decades, the silvicultural and ecological evaluation of the site maps has not yet progressed beyond the initial stages. With reference to four examples (effects of spruce monocultures on soil properties, effects of soil cultivation and fertilizing on the nutrient amounts in young pine forest ecosystems, effects of fertilization on soil properties, appearance of avalanche courses in high altitude forests due to negligence of regeneration) the results which could be achieved in the review of forest tending measures will be outlined.

LITERATUR

- BAUM, U., 1976: Der Einfluß einer NPKCaMg-Düngung auf den Humuskörper und auf die Nährelementvorräte eines streugenutzten Kiefernstandorts. Beitrag XVI. IUFRO-Kongreß Oslo 1976.
- BURSCHEL, P. u.a., 1977: Wirkungen verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf Wachstum, Phytomasseakkumulation und Nährelementvorräte junger Kiefernwaldökosysteme (*Pinus sylv.L.*). Forstwiss. Centralbl. 96, i.Dr.
- ELLENBERG, H., 1967: Entscheidende Standortsfaktoren und ihre pflanzengemäße Beurteilung. Proc. XIV. IUFRO-Kongreß München II 72-74

- EVERS, F. u. W. BÜCKING, 1974: Die Düngung von Waldflächen und ihre Auswirkung auf die Wasserqualität oberflächlich abfließender Wässer und Quellwässer. DVGW-Schriftenreihe 1, 45-49.
- HEINSDORF, D. u. H.H. KRAUSS, 1974: Ergebnisse eines Meliorationsversuches zu Kiefer und Roteiche auf einem humusarmen Sandboden im Tieflandgebiet der DDR. Beiträge f. d. Forstw. 25-37, 1974.
- KÖSTLER, J.N., 1953: Waldpflege. P. Parey, Hamburg-Berlin.
- LAATSCH, W., 1977: Zur Entstehung von Lawinenbahnen im Hochlagenwald. Forstwiss. Centralbl. 96, 89-93.
- MIEHLICH, G., 1970: Veränderung eines Lößlehm-Pseudogleys durch Fichtenreinanbau. Diss. Univ. Hamburg.
- SCHLENKER, G. u.a., 1969: Untersuchungen über die Auswirkungen des Fichtenreinanbaus auf Parabraunerden und Pseudogleye des Neckarlandes. Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtung 19, 72-114.
- SCHLENKER, G. u. K. KREUTZER, 1976: Vergleich von Klassifikationssystemen für forstliche Standortskartierungen. Proc. XIV. IUFRO World Congr. Oslo, 219-237.
- STONE, E., 1973: The impact of timber harvest on soils and water. Report on Timber and the Environment, 427-467.
- TAMM, C.O. u. POPOVIC, 1974: Intensive fertilization with nitrogen as a stressing factor in a spruce ecosystem. I. Soil effects. Studia Forestalia Suecica 21.
- ULRICH, B. u. H. WACHTER, 1971: Bodenkundliche Gesichtspunkte zur Frage der Bodenbearbeitung im Wald. Allg. Forst- u. Jagdztg. 142, 257-265.
- ULRICH, B., 1976: Fate of applied nutrients in forest ecosystems. Proc. XVI. IUFRO World Congr. Oslo, 106-113.
- WEIGER, H. u. K. KREUTZER, 1975: Nitratauswaschung nach Kalkammonsalpeterdüngung in der Forstwirtschaft. Mitt. Deutsche Bodenk. Ges. 22, 287-300.

Übersicht 1: Veränderung eines sekundären Pseudogleys ($A_h - S_w - S_d - S_d C_v - C_v$) aus Lößlehm durch Fichtenreinanbau (nach Miehlich 1970)

(Alteration of a secondary pseudogley derived from loess by spruce monoculture; Miehlich 1970)

Im Vergleich mit naturnahem Eichenmischwald bewirkte Fichtenreinanbau während 120 Jahren folgende Veränderungen:

a) physikalische Eigenschaften

- Abnahme der Ton- (1 - 2 %) und Gesamteisengehalte in A_{h1} und S_d vermutlich durch Tonzerstörung
- Anstieg des Grob- und Gesamtporenvolumens im A_{h1} um 6 Vol. % mutmaßlich durch Rüttelbewegung der Wurzeln und höheren Enchytraeidenbesatz

Rückgang der Gröbstporenanteile im S_{w1} um 5 Vol. % durch Verschlammung verrotteter Wurzelkanäle

b) chemische Eigenschaften

- Rückgang der pH-Werte im A_{h1} um 0,4 auf 3,2, im A_{h2} um 0,1 auf 3,5 und Anstieg der austauschbaren Al-Gehalte um 4 auf 10 bzw. 1,5 auf 7,5 mval/100 g Feinboden
- Abnahme der Gesamtmangangehalte im A_{h1} auf 43 %
- Anstieg der Gehalte an Fe-Mn-Konkretionen und der in Konkretionen gebundenen Fe- und Mn-Anteile in A_h bis S_d durch stärkere Mobilisierung in den Feuchtphasen und Wiederausfällung bei schärferer Austrocknung
- Höhere Humusmengen in Auflage und $A_{h1} - S_{w1}$ wegen langsamerer Streuzersetzung; geringere Humusmengen in S_{w2} und S_d wegen schwächerer Durchwurzelung
- Erweiterung des C/N-Verhältnisses im A_{h1} von 16 auf 21 bei annähernd gleich hohen N-Vorräten
- Rückgang der Vorräte an Austausch-K im A_{h1} auf 40 %, des säurelöslichen P auf 45 %

Übersicht 2: Inventur der totalen N-, P- und Ca-Vorräte junger Kiefernwaldökosysteme (A = Altholz; u = 9-jährige Kiefernkultur ohne Bodenbearbeitung; F = w.o. nach Fräsung; V = w.o. nach Vollumbruch und Stockrodung; Inventory of total N, P and Ca amounts of young pine ecosystems)

Kompartiment	Stickstoff (kg/ha)				Phosphor (kg/ha)				Calcium (kg/ha)			
	Versuchsglied				Versuchsglied				Versuchsglied			
	A	u	F	V	A	u	F	V	A	u	F	V
Kiefern												
Sprosse	-	48	69	72	-	5	8	8	-	23	31	36
Wurzeln > 4 mm	-	2	3	3	-	<1	<1	<1	-	1	1	1
Bodenvegetation												
Sprosse	41	49	47	23	3	5	4	2	11	16	12	7
Wurzeln < 4 mm insges.	48 x)	56	34	29	3x)	6	4	3	34x)	49	33	16
Phytomasse insgesamt	89	155	153	127	6	16	17	14,	45	89	77	60
Organische Auflage	897	268	78	67	63	33	7	5	301	413	42	34
Mineralboden 0-50 cm f. N;	2138	2328	2029	2307	480	571	594	505	3775	5311	5471	5095
0-20 cm f. P + Ca	3035	2596	2107	2374	543	604	601	510	4076	5724	5513	5129
Solum insgesamt	-	- 439	- 928	- 661	-	+ 61	+ 58	- 33	-	+ 1648	+ 1437	+ 1053
Abweichung vom Altholzvergleichswert												
Ökosystemvorrat insgesamt	3124	2751	2260	2501	549	620	618	524	4121	5813	5590	5189
Abweichung vom Altholzvergleichswert	-	- 373	- 864	- 623	-	+ 71	+ 69	- 25	-	+ 1692	+ 1469	+ 1068
Düngungsinput	-	115	115	115	-	65	65	65	-	1365	1365	1365

x) geschätzt

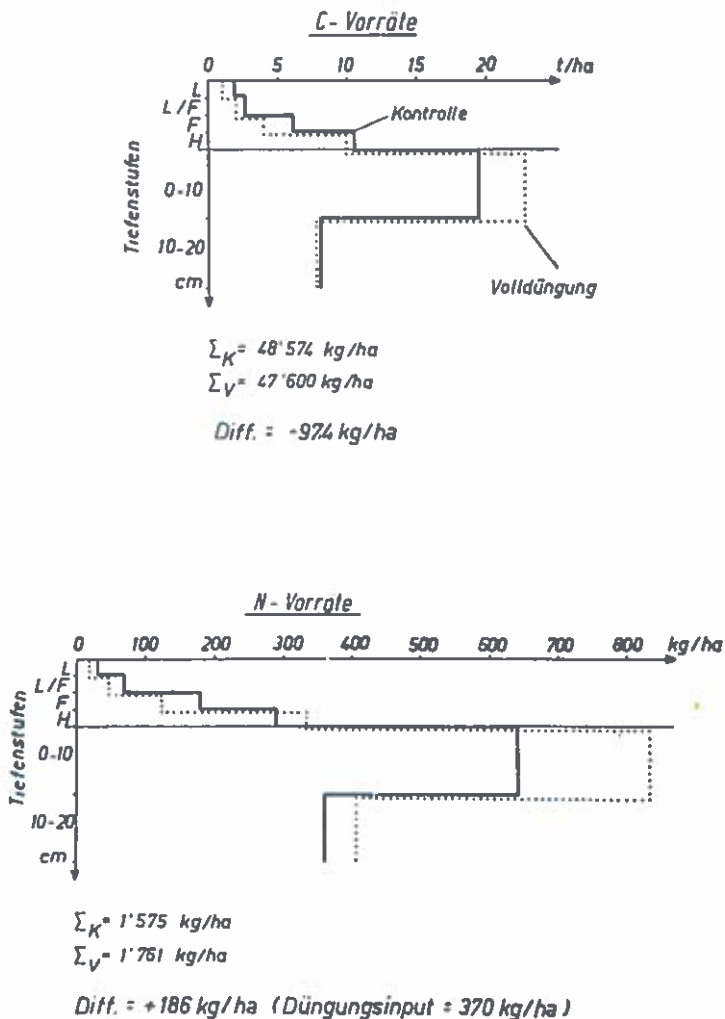


Abb. 1: Gesamtvräte an organischem Kohlenstoff und Stickstoff in den Böden von Kontroll- (K) und Volldüngungsflächen (V) eines Düngungsversuchs zu Kiefer auf Podsol-Pseudogley (Baum 1976: Total amounts of organic carbon and nitrogen in the soils of control (K) and fertilized plots (V) of a fertilization experiment with pine on podzolic pseudogley).

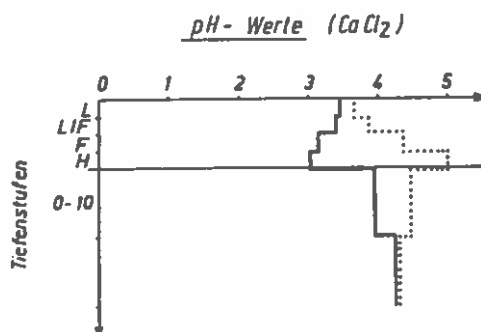
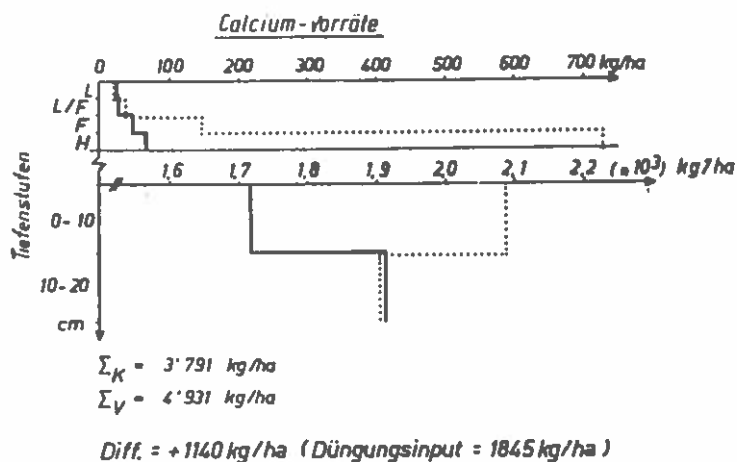


Abb. 2: Gesamtvorrat an Calcium und pH-Werte in den Böden von Kontroll- (K) und Volldüngungsflächen (V) eines Düngungsversuchs zu Kiefer auf Podsol-Pseudogley (Baum 1976; Total amount of calcium and pH in the soils of control (K) and fertilized plots (V) of a fertilization experiment with pine on podzolic pseudogley).

DISKUSSIONSBEITRAG ZUM VORTRAG REHFUESS "STANDORT UND WALDPFLEGE"

H. STEINLIN

Universität Freiburg/BRD

Die Bemerkung betrifft nicht den naturwissenschaftlichen Inhalt des Referates, sondern die forstpolitischen Aussagen; sie ist m.E. von grundsätzlicher Bedeutung für das ganze Gebiet der Waldpflege. Zunächst stimme ich der Aussage von REHFUESS zu, daß "Waldpflege nicht im luftleeren Raum betrieben wird, sondern abhängig ist von den sozialökonomischen Bedingungen und den Entwicklungszielen der Gesellschaft". Dagegen geht REHFUESS zu weit, wenn er sagt, der Auftrag der Forstwirtschaft sei durch das Forst-Landesplanungs- und Naturschutzrecht gesetzlich fixiert und vor allem wenn er davon ableitet, "daß die vorhandenen Standorte zu konservieren seien und nicht wie landwirtschaftliche Kultursubstrate beeinflußt werden dürfen" oder gar "der Auftrag für die Forstwirtschaft laute auf Waldpflege und nicht auf Zellulose- oder Ligninkultur".

In einer Staats- und Gesellschaftsordnung, die auf der Garantie des privaten Eigentums, insbesondere des Eigentums an Grund und Boden basiert, ist es zunächst das Recht und die Aufgabe des Eigentümers, die Wirtschaftsziele zu bestimmen. Dieses von der Verfassung abgeleitete Recht ist höherrangig als das ergänzende, in Spezialgesetzen festgelegte Forst-Landesplanungs- und Naturschutzrecht. Diese Spezialgesetze haben nicht die Aufgabe, die Wirtschaftsziele für den Waldeigentümer abschließend und positiv zu fixieren. Sie können und dürfen lediglich das Eigentümerrecht auf freie Nutzung und Bewirtschaftung seines Eigentums so weit begrenzen und einschränken als das notwendig ist, um eine Verletzung der Interessen der Allgemeinheit zu vermeiden und Richtlinien geben für die Behandlung jener Fälle, wo legitime Interessen des Einzelnen mit legitimen Interessen der Allgemeinheit kollidieren. Daher ist in der Anwendung dieser Gesetze in jedem Fall gewissenhaft nach dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit abzuwägen, wie weit das Recht des Eigentümers beschränkt werden darf und ob dafür der Eigentümer gegebenenfalls zu entschädigen ist, weil er im Interesse der Allgemeinheit unverhältnismäßig große wirtschaftliche Nachteile zu akzeptieren hat.

Das hier aufgeworfene, durch die Formulierung von REHFUESS akzentuierte Problem ist von beträchtlicher gesellschafts- und forstpolitischer Brisanz und Tragweite und muß auch bei den Überlegungen der Waldbauer nicht nur im Zusammenhang mit der Waldpflege beachtet werden.

WATERSHED MANAGEMENT AND THE CONTROL OF FOREST OPERATIONS IN THE PACIFIC NORTHWEST REGION OF THE UNITED STATES

Dr. Georg W. BROWN

Forest Engineering Department
Oregon State University
Corvallis/USA

1. INTRODUCTION

The forest lands of the Pacific Northwest are among the most productive in the world. Stands of Douglas-fir with $650 \text{ m}^3/\text{ha}$ or with growth rates of $15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ are not uncommon. Forests such as these often grow on steep slopes and in regions where the annual rainfall exceeds 250 cm.

The rivers and streams of the region are likewise a valuable resource, providing the basis for an important commercial and recreational fishery. While the anadromous fishery is concentrated just off-shore in the sea, in the estuary, and in the lower reaches of the rivers, the major source area for fish production is in the headwaters of the river systems. The small first, second, and third-order streams provide the bulk of the spawning habitat for most species.

The quality of water in these productive streams and the growth of trees in these productive forests are linked through another important component of the forest ecosystem: soil. Management of the forest resources in this region, as elsewhere, is often an exercise in soil management and protection. Poor management, which results in erosion of the soil and sediment in the streams, not only reduces site productivity but degrades water quality and may significantly reduce the productivity of the spawning gravels important to the anadromous fishery. Thus, the goals of forest management, fishery management and watershed management include protection of forest soil.

2. THE NEED TO CONTROL FOREST OPERATIONS

In much of the Pacific Northwest, especially the region west of the Cascade Mountains, which includes the coastal mountains of northern California, western Oregon, western Washington, western British Columbia, and southeast Alaska, the most productive forests are found in steep terrain. Along with high rainfall and poor soil structure or cohesion, the steep slopes combine to produce very high erosion hazard for many soil types. Research has shown that without close control, forest operations may significantly increase erosion and stream

sedimentation. Of most concern are forest road construction, the use of fire for residue reduction, and timber harvesting.

Road Construction

The construction of forest roads is an important source of sediment to streams. Sediments are produced either from runoff from the road surface or from mass failure from the road prism. Some examples from research in the Pacific Northwest will help put these problems in perspective.

Sediment from surface erosion on roads in an experimental watershed in California caused an increase in average suspended sediment from 64 ppm to 303 ppm the first year following construction. Concentration declined to about twice the normal yield the following year. Copeland (1962) reported extremely high sediment yields from jammer roads in the Idaho batholith. He attributed these high yields to surface erosion on the road surface or in the ditches as a result of inadequate cross-drains. Likewise in Idaho, Megahan and Kidd (1972) estimated that about 87 percent of all sediment produced from these roads eroded during the first year following construction. This fell to under 10 percent the second year and less than 3 percent for the remaining four years of the study. A study in the Oregon Cascades showed that sediment concentrations increased about 250 times the normal values during the first storms after construction but within two month diminished to levels only slightly above preconstruction levels (Fredriksen, 1970). Sediment produced was evidently the result of surface erosion processes. A similar study in the Coast Range recorded surface erosion rates from roads about twice that expected the first year following road construction (Brown and Krygier, 1971). Again, this increase was the result of surface erosion process.

Mass soil movement associated with road construction is one of the most important sources of sediment for streams in western Oregon where terrain is often steep and soils are often unstable. While sediment added from surface erosion may occur over long periods of time, mass soil movement events from roads add large quantities of soil, rock and organic debris very quickly to the stream and can severely scour channels, often eliminating fish habitat. These events are usually triggered by large storms and can occur years after road construction. Fredriksen (1970), for example, reported that periodic landslides from logging roads increased annual sediment losses by 100 times that observed from an undisturbed watershed. Brown and Krygier (1971) observed similar impacts; one road slide contributed 349 tons of material in a study stream in the Oregon Coast Range.

Mass failures on roads often trigger debris torrents in channels below. In a recent workshop at Oregon State University on logging debris

in streams, F.J. Swanson and G.L. Lienkaemper reported that while roads comprised less than 4 percent of surface area of two watersheds studied, about 50 percent of all debris torrents were triggered by road failures.

Fire and Residue Reduction

In the Pacific Northwest, fire is often used as a tool in site preparation to remove logging residue or slash which would impede planting crews, cover plantable sites and shade planted seedlings. Residue also presents a hazard for uncontrolled wildfire if not disposed of by controlled burning. Fire which consumes the litter layer that protects soil from raindrop impact and surface erosion will, however, produce sediment in streams bordering burned units. Thus controlling this important silvicultural operation is important to both fishery manager and watershed manager.

The impact of fire on erosion and sedimentation relates directly to the severity of the fire and the amount of mineral soil exposed. In a normal slash fire, the severely burned area is usually less than 10 percent of the total (Tarrant, 1956; Dyrness and Youngberg, 1957). This value may vary widely, however, depending on a large number of factors.

Chemistry of surface soils may also be altered by fire, in addition to exposure. Fire may induce a hydrophobic, or non-wettable, condition causing precipitation to flow across the soil surface, rather than infiltrate (Debano, et al., 1967).

Several watershed studies have measured the impact of slash burning on sediment yields or sediment concentration in streams. Levels varied, probably due to site factors and variations in the severity of the burning. In these studies, sediment concentrations returned to pre-burning levels one to four years later. In the Intermountain region, burning increased sediment yields from near zero to 168 lbs/acre (Packer and Williams, 1974; Packer, 1971). Similar large, but temporary increases were reported in the South (Ralston and Hatchell, 1971). In Oregon, Brown and Krygier (1971) reported large changes in sediment yields from a watershed severely burned in the Coast Range. Yields increased by 5 times the normal rate with peak concentrations over 7,000 mg/. These yields dropped rapidly as vegetation returned and were near normal levels four years later. Fredriksen (1970) found that lower concentrations (100 - 150 mg/) were produced following a slash fire in the Cascades, but these were up to 67 times those recorded on an undisturbed control watershed during the same period. The reason for such increases is that the amount of bare soil exposed increased from 12 percent to 55 percent following burning with resultant increases in soil movement on steep slopes

(Mersereau and Dyrness, 1972).

In summary, the impact of slash burning on sediment varies with the severity of the fire, together, with the several soil, climatic, and topographic variables that affect erosion. Severe burning on steep slopes in high rainfall areas will undoubtedly increase erosion significantly. Amelioration of the impact is directly related protection of the soil surface and to the rate of revegetation, which protects soil surfaces.

Timber Harvesting

In much of the Pacific Northwest, particularly on the steep terrain, timber harvesting is accomplished with cable systems. While the harvesting operation is certainly the most visible and, where clearcutting is used, the most controversial forest operation, the impact on erosion and sediment production is usually less than from roads or fire. There are notable exceptions, however, particularly where tractors are used to harvest timber on steep terrain. As with road construction, timber harvesting may increase sediment levels in streams through the processes of surface soil erosion or mass wasting.

Probably the most important single soil characteristic influencing surface erosion is infiltration capacity or the rate at which water may enter the soil. Infiltration capacity, in turn, is determined largely by the abundance of large pores in soil surface layers. Disturbance and exposure of surface layers in the soil, or compaction of surface soil can fill these large voids, diverting water from its normal movement into the soil to flow across the soil surface. Such flow, called overland flow, is the primary mechanism for eroding surface soil. Thus, harvesting methods or harvesting systems which disturb soils most or compact soils most have the greatest potential for producing erosion and increasing sediment in forest streams. Site disturbance and compaction of surface soil are profoundly influenced by harvesting systems used. Tractors disturb and compact soil most, followed by hield, skyline, balloon and helicopter systems. These latter four systems provide varying degrees of lift to logs being yarded, thus reducing soil disturbance. Several studies have been conducted which illustrate these general conclusions. Tractor harvesting, either in partial cutting or clearcutting seems to disturb 20 - 35 percent of the area (Garrison and Rummel, 1951; Campbell et al., 1973; McDonald, 1969; Wooldridge, 1960). Timber harvesting using cable systems disturbs much less soil, usually affecting less than 10 percent of the area (Dyrness, 1965, 1967, 1972). Swanston and Dyrness (1973) compared the amount of bare soil exposed and the amount of soil compacted following clearcutting using four yarding systems (Table 1). The data shown are averages obtained from measurements at several locations. The two categories of soil disturbance are not mutually exclusive, e.g., some of the bare soil was also compacted.

Table 1: Yarding Systems and Soil Disturbance (Swanston and Dyrness, 1973)

Yarding System	Percent Bare Soil	Percent Compacted Soil
Tractor	35.1	26.4
Hi-lead	14.8	9.1
Skyline	12.1	3.4
Balloon	6.0	1.7

Soil disturbance, compaction, removal of plant cover, and soil exposure are not directly translatable into surface erosion and sediment in streams for a given site without first considering precipitation and topography. But some examples of harvesting and sediment delivered to streams from erosion may be helpful in putting the previous discussion into perspective. Poorly designed tractor harvesting operations can significantly increase erosion. The worst example comes from West Virginia where an operator was allowed to use the creek bottoms for yarding roads in a clearcut. Turbidities reached 56,000 JTU. A well-controlled selection harvest using tractors produced only 25 JTU turbidity (Reinhart and Eschner, 1962). Clearcut logging alone using cable systems produces very little increase in sediment (Brown and Krygier, 1971; Fredriksen, 1970; Klock, 1975). Other authors have noted that the care with which a logging operation is planned and conducted is a key in reducing erosion and suspended sediment concentrations. Experiments with a variety of logging systems employed in a careful manner have resulted in little or no increase in stream sedimentation (Hornbeck, 1968; Lynch et al., 1972; James, 1957). Careful logging in this sense means layout of cutting units to avoid yarding over or through streams, keeping equipment and logs out of the stream or off stream banks, and obtaining as much lift on yarded logs as possible.

While roads have generally been regarded as the primary factor in initiating mass movements associated with forest operations, recent studies have raised the question of timber harvesting or tree removal as a major factor in increasing the frequency of debris avalanches or flows. These flows generally involve shallow soils and occur on steep slopes, often within the harvest unit rather than within the area disturbed by the road. The principal factor seems to be the decay of tree roots following harvest and the concomitant reduction in strength or shear resistance provided to the soil combined with high rainfall and soil moisture. While the mechanism has not yet been fully established, there seems to be a strong correlation between timber harvesting and debris avalanches or flows on some sites, particularly those with steep slopes and shallow soils (Burroughs and Thomas, 1977). Most of the initial observations were made in Alaska (Bishop and Stevens, 1964; Swanston, 1967, 1969, 1970), but other observations in Oregon and

northern California make it clear that similar processes are at work elsewhere (Rothacher and Glazebrook, 1968; Dyrness, 1967; Swanston and Swanson, 1976; Thomas and Burroughs, 1975). Research now underway by the U.S. Forest Service and Bureau of Land Management is seeking to establish the direct contribution of roots to stability of slopes, the changes that occur following clearcutting and specific criteria that can be used to predict failures. Until this research is completed, it will be difficult to predict harvesting impact or prescribe control measures on a sitespecific basis.

3. METHODS OF CONTROL

The impacts of forest operations on just one water quality component, sediment, are sufficient to warrant control of operation. For several years, regulations to control forest operations have been utilized to reduce their impact on water quality on public timber lands where multiple-use has been the guiding policy. Within the last 5 years in the United States, regulations have been adopted by many states to control forest operations on privately-owned timber lands as well. Water quality improvement was the major objective in development of these regulations. Oregon was the first state to develop such regulations called the Forest Practices Act, and these were developed in 1971, independent of federal requirements. In 1972, a federal water quality law placed increased emphasis upon control of pollution from sources such as silviculture. The federal government has since increased the pressure on states to develop forest practice regulations. Many have now done so.

What are the keys to controlling water pollution from forest operations using legalistic methods? Our experience in Oregon during the past five years has led to some interesting conclusions. First, a body of rules must be developed for regulation operations which are both effective and practicable. The rules must be sufficiently flexible to permit adjustments to be made in the field as conditions vary. This means that the rules must specify clearly the goal of the regulation and must address the principal source of pollution. But regulations which provide methods for control in minute detail are generally impossible to enforce in a practicable manner. The conditions in the field often vary so widely that the exceptions outnumber the general cases. Flexible rules, however, require that highly competent professionals be utilized to enforce them because professional judgement and interpretation is basis for prescribing the operational methods employed.

A second key is the requirement to include regulating officers in the planning of operations early, preferably before the operations begin. This is especially true of operations adjacent to important streams

or on critical soil types. This means that areas of high hazard must readily be identified by the operator or inspector to insure a pre-operation visit.

The third important key is that all must recognize that administering such regulations in an appropriate and effective manner requires a great many resources. In Oregon, for example, there were about 7300 individual harvesting operations and 1700 road construction operations in 1975. Inspection of these many operations is a time-consuming and expensive task. Further, the forest officers must be well trained to provide good council to operators on a wide range of topics and to fairly and effectively interpret the regulations. They must also have sufficient technical support to assist them in solving the more complex problems that often arise. Adequate staffing, well-trained forest officers, and highly-trained specialists quickly increase the costs of regulation or control. Without such investments, however, any regulation scheme is likely to fall short of achieving watershed goals.

4. RESEARCH AS A MEANS OF IMPROVING CONTROL

In Oregon, improving the effectiveness of our forest practices act is strongly related to increasing the investment in the numbers and training of forest officers. There is, however, a substantial gap in our knowledge base in many areas that prevents us from writing better rules or making better judgements or prescriptions in the field. In Oregon, as elsewhere, the basis for writing better rules, training forest officers and timber operators, or making better prescriptions in the field is research.

The research needed to solve these problems ranges from the definition of very fundamental processes to the development of methods for applying fundamental or basic knowledge in the field. A good example is the problem of predicting landslide hazard, one of the most important problems in the Pacific Northwest region. While many theoretical models exist for calculating failure planes in rotational slumps, they are not really helpful for steep, forested terrain where vegetation plays a major role in influencing cohesion. Thus, the most fundamental processes must be reexamined to determine their applicability to steep, forested slopes. In a recent research planning workshop at Oregon State University, over thirty foresters, engineers, hydrologists, and road contractors identified the definition of slope stability mechanics as the top research need.

At the opposite end of this spectrum is the need for methods which can be used to apply fundamental soils knowledge in the field, often by people with little special training in soils. For example, present formulae for calculating the factor of safety for a slope include pore water pressure, angle of internal friction of soil, and cohesion as im-

portant variables. These variables are all very difficult to measure directly in the field. An important need, therefore, is to answer the question "What are the appropriate analogs to use in the field when mapping or during field reconnaissance?" The watershed researcher thus has an important obligation to those using research information to control forest practices. He must insure that his fundamental research is carried forward far enough so that field application will be the end result. Indeed, this goal should guide the planning of the research effort.

In an era of rapid technological advance, it is often difficult for laymen to grasp the complexity of the problems facing those attempting to control forest operations to achieve watershed management goals. If we can put men on the moon, why can't we predict landslide hazard? One important reason is that the investment in research has not been made. Controlling forest operations through watershed management presumes good information and that costs money to obtain. Until these investments are made, our ability to provide rational controls or regulation of forest operations will fall far short of its objective.

SUMMARY

Management of the very productive forests of the Pacific Northwest region of the USA is determined not only by the need to produce wood fibre, but by the need to protect water quality in the regions valuable streams. The greatest potential for water quality impairment in this region of high rainfall and steep terrain comes from sediment generated by erosion as a result of road construction, site preparation, or timber harvesting. The method of control presently used incorporates legal restrictions on operations enforced by a cadre of forest officers. Considerable research is required to improve the present level of control.

LITERATURE

- BISHOP, D.M., and Mervin E. STEVENS. 1964. Landslides on logged areas in SE Alaska. USDA Forest Serv. Res. Pap. NOR-1, 18 pp.
- BROWN, G.W., and J.T. KRYGIER. 1971. Clearcut logging and sediment production in the Oregon Coast Range. Water Resource Res. 7(5):1189-1198.
- BURROUGHS, Edward R. Jr., and Byron R. THOMAS. 1977. Declining root strength in Douglas-fir after felling as a factor in slope stability. USDA Forest Serv. Res. Pap., Intermtn. For. Range Exp. Sta.

- CAMPBELL, R.G., J.R. WILLIS, and J.T. MAY. 1973. Soil disturbance by logging with rubber-tired skidders. *J. Soil and Water Cons.* 28(5):218-220.
- COPELAND, Otis L. Jr. 1965. Land use and ecological factors in relation to sediment yields. USDA Misc. Publ. No. 970. pp. 27-84.
- DEBANO, L.F., J.F. OSBORN, J.S. KRAMMES, and J. LETEY. 1967. Soil wettability and wetting agents. U.S. Dept. Agr., Forest Serv., Pac. Southwest Forest and Range Exp. Res. Paper PSW-43. 13 pp.
- DYRNESS, C.T. 1967. Mass soil movements in the H.J. Andrews Experimental Forest. U.S. Dept. Agr., Forest Serv., Pac. Northwest Forest and Range Exp. Sta., Res. Paper PNW-42. 12 pp.
- DYRNESS, C.T., and C.T. YOUNGBERG. 1957. The effect of logging and slash burning on soil structure. *Soil Science Society Proc.* 21(4):444-447.
- DYRNESS, C.T., C.T. YOUNGBERG and Robert H. RUTH. 1972. Soil surface conditions following balloon logging. USDA Forest Serv. Res. Note PNW-182.
- DYRNESS, C.T., C.T. YOUNGBERG, and Robert H. RUTH. 1965. Soil surface conditions following tractor and high-lead logging in the Oregon Cascades. *J. of Forestry* 63(4): 272-275.
- FREDRIKSEN, R.L. 1970. Erosion and sedimentation following road construction and timber harvest on unstable soils in three small western Oregon watersheds. U.S. Dept. Agr., Forest Serv., Pac. Northwest Forest and Range Exp. Sta., Res. Paper PNW-104. 15 pp.
- GARRISON, G.A., and R.S. RUMMEL. 1951. First year effects of logging on ponderosa pine forest rangelands of Oregon and Washington. *J. of Forestry* 49(10):708-713.
- HORNBECK, J.W., and K.G. REINHART. 1968. Protecting water quality during and after clearcutting. *J. Soil and Water Cons.* 23(1):19-20.
- JAMES, G.A. 1957. The effect of logging on discharge, temperature and sedimentation of a salmon stream. USDA Forest Serv. Tech. Note NOR-39. 2 pp.
- KLOCK, Glen. 1975. Impact of five post-fire salvage logging systems on soils and vegetation. *J. Soil and Water Cons.* 30(2): 78-81.

- LYNCH, J.A., W.E. SOPPER, D.B. PATRIDGE. 1972. Changes in streamflow following partial clearcutting on a forested watershed. Proc. of natl. symposium on watersheds in transition, Amer. Water Resources Assn. and Colorado State Univ., Ft. Collins, Colo. pp. 313-330.
- McDONALD, G.A. 1969. Forest soil disturbance from wheeled and crawler skidders. Pap. delivered before NW Sci. Assn., Cheney, Washington.
- MEGAHAN, Walter F., and W.J. KIDD. 1972. Effects of logging and logging roads on erosion and sediment production from steep terrain. J. of Forestry 70(3):136-141.
- MERSEREAU, R.C., and C.T. DYRNESS. 1972. Accelerated mass wasting after logging and slash burning in western Oregon. J. Soil and Water Cons. 27(3):112-114.
- PACKER, Paul E., and G.F. CHRISTENSEN. 1971. Site preparation in relation to environmental quality. In Maintaining productivity of forest soils, 1971 Ann. Meet. of W. Reforest. Coord. Comm. Proc., W. Forestry and Cons. Assn., Portland. 73 pp.
- PACKER, Paul E., and B.D. WILLIAMS. 1974. Logging and prescribed burning aspects on the hydrologic and soil stability behavior of larch-Douglas-fir forest in the northern Rocky Mountains. USDA Forest Serv. INT-1600-12.
- RALSTON, C.W., and G.E. HATCHELL. 1971. Effects of prescribed burning on physical properties of soil. Proc. Prescribed Burning Symposium, USDA Forest Serv. pp. 68-85.
- REINHART, K.G., and A.R. ESCHNER. 1962. Effect on streamflow of four different forest practices in the Allegheny Mountains. J. Geophys. Res. (67):2433-2445.
- ROTHACHER, Jack S., and Thomas B. GLAZE BROOK. 1968. Flood damage in the National Forests of Region 6. USDA Forest Serv. PNW Misc. Pap. 20 pp.
- SWANSTON, Douglas N. 1967. Debris avalanching in thin soils derived from bedrock. USDA Forest Serv. Res. Note PNW-64. 7 pp.
- SWANSTON, Douglas N. 1969. Mass wasting in coastal Alaska. USDA Forest Serv. Res. Pap. PNW-83. 15 pp.
- SWANSTON, Douglas N. 1970. Mechanics of debris avalanching in shallow till soils of SE Alaska. USDA Forest Serv. Res. Pap. PNW-103. 17 pp.
- SWANSTON, Douglas N., and C.T. DYRNESS. 1973. Managing steep

land. J. of Forestry 71 (5):264-269.

SWANSTON, Douglas N., and Frederick J. SWANSON. 1976. Timber harvesting. Mass erosion and steep-land forest geomorphology in the Pacific Northwest. In: Geomorphology and engineering. D.R. Coates, ed., Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pa. pp. 199-221.

TARRANT, R.F. 1956. Effect of slash burning on some soils in the Douglas-fir region. Soil Science Soc. Proc. 20(3):408-411.

THOMAS, B.R., and E.R. BURROUGHS. 1975. Significance of soil classification in forest land management. In: Proc. Fourth North American Forest Soils Conference. Les Presses de l'Univ. Laval. Quebec, Canada, pp. 599-616.

WOOLDRIDGE, D.D. 1960. Watershed disturbance from tractor and skyline crane logging. J. of Forestry 58(5):369-372.

Schlußbemerkungen zum Themenkreis:

WASSERWIRTSCHAFTLICHE ANSPRÜCHE AN DIE WALDPFLEGE

H. HAGER

Universität für Bodenkultur, Wien

Der Vortrag von Dr. BROWN über die Bewirtschaftung von Bach- und Flußeinzugsgebieten und die Kontrolle von Forstbewirtschaftungsmaßnahmen im Nordwesten der USA hat uns innerhalb des größeren Themenkreises: Wasserwirtschaft und Waldpflege, vor allem in drastischer Weise mit den Ergebnissen von unpfleglicher Ernte, sowie forstlichen Maßnahmen der Standortvorbereitung, wie es zum Beispiel das Schlagbrennen darstellt, konfrontiert. In einem Gebiet mit sehr hohen Niederschlägen führen diese Vorgangsweisen zwangsweise zu tragischen Anstiegen in den Sedimenteinstößen und zu stark veränderten Abfluvorgängen mit raschen und ungedämpften Hochwasserspitzen und in der Folge zu einer Konfliktsituation mit der Wasserwirtschaft und in der weiteren Folge zur Beeinträchtigung der Volkswirtschaft. Was, wie man im Falle Oregons sieht, die Legislative zu den weiteren nötigen Schritten zwingt. Die Maßnahmen, die der Forstmann im Falle des jetzigen Vortrags zu setzen hat, sind die eines Löschtrupps an einem flammenden Krisenherd. Der Waldpfleger und Forstmann soll aber nicht nur Feuerwehrmann sein, sondern er soll auch Feuerschutz und Vorbeugung betreiben, d.h. er soll auch eine aktive Rolle im Konfliktfeld Wasserwirtschaft - Waldwirtschaft spielen.

Ich möchte daher, bevor ich die Diskussion über diesen Themenkreis eröffne, noch kurz diese aktive Rolle, die durch das Ausfallen des Hauptreferates BAUMGARTNER nicht zur Sprache kam, skizzieren.

Zuerst müssen wir feststellen, wer ist die wasserwirtschaftliche Interessenschaft? Ich möchte sie in 4 große Gruppen einteilen:

- 1.) Fluß- und Strombau, Wildbachverbauung, Anlieger an Gewässern
- 2.) Kraftwerke
- 3.) Kommunale Wasserversorgung und Entsorgung sowie die Landwirtschaft
- 4.) Fischerei, Erholung und Aquacultur

Welche Interessen haben diese 4 Gruppen im Hinblick auf das Wasser, die durch Waldpflegemaßnahmen zu realisieren sind?

die erste Gruppe:

- + desynchronisierter und gedämpfter Abfluvorgang nach Starkregen
- + langsamere und desynchronisierte Schneeabschmelzung bei Warmlufteinbruch

- + keine oder nur geringe Sedimenteinstöße

die zweite Gruppe:

- + möglichst viel Wasser in die Speicherwerke vor allem für die Spitzenbedarfszeiten
- + möglichst gleichmäßiger Abfluß für die Laufkraftwerke

die dritte Gruppe:

- + wünscht gute Trinkwasserqualität
- + nicht zu tiefe oder zu hohe Grundwasserstände
- + gleichmäßige Wasserstände in den Vorflutern

die vierte Gruppe:

- + keine oder nur geringe Sedimenteinstöße und Erhaltung des Habitats für Fische
- + nicht zu starke Schwankungen des Wasserspiegels

Was kann nun der Forstmann zu der Erfüllung dieser Ziele beitragen?

Er kann Wassererträge mehren: Durch Baumartenwahl, durch Herstellung einer bestimmten Bestandesstruktur und eines entsprechenden Bestockungsgrades; er beeinflusst damit die Interzeption, Flächenverdunstung, den Energiehaushalt.

Er kann Wassererträge mindern: durch dieselben Maßnahmen wie oben, jedoch mit anderer Qualität.

Er kann den Abfluß und die Abschmelze von Schneedecken beeinflussen: durch guten Oberbodenzustand (Krümeligkeit) und einen entsprechend biologischen aktiven Humustyp (z.B. Beimischung von Baumarten mit engem C/N-Verhältnis ihrer Laubstreu) wird der oberirdische Abfluß gebremst. Durch Überschildung der Schneedecke wird die Abschmelzung gebremst, durch Beimischung von laubabwerfenden Arten wird das Abschmelzen begünstigt.

Er kann die Sedimentspende von forstlich genutzten Flächen durch eine intensive Durchwurzelung des Oberbodens sowie durch Förderung der Bodengare möglichst gering halten.

Somit haben wir in groben Zügen auch die aktive und vorbeugende Rolle der Waldpflege auf wasserwirtschaftliche Interessen skizziert.

NEUERE ERFAHRUNGEN IN DER BESTANDESPFLEGE

Hans LEIBUNDGUT

Institut für Waldbau der ETH Zürich/Schweiz

VORBEMERKUNG

Unter dem Begriff "Waldpflege" sind alle Maßnahmen zu verstehen, durch welche das gesamte Beziehungsgefüge "Wald" in einen Zustand gebracht und erhalten wird, in welchem es seine vielseitigen, dem Pflegeziel zugrunde gelegten Funktionen nachhaltig und in bester Weise zu erfüllen vermag. Es handelt sich sowohl um allgemeine Wohlfahrtsfunktionen als auch um rein wirtschaftliche Aufgaben, wie etwa die Erzeugung bestimmter Sortimente oder die Gewährung größtmöglicher Waldreinerträge. Die Waldpflege erstreckt sich somit auf das ganze Beziehungsgefüge des Waldes und umfaßt ebenso die Bodenpflege, die Pflege des Waldinnenklimas und die Pflege der gesamten, zu einem gesunden Wald gehörenden Lebewelt, wie die Pflege des Baumbestandes.

Der Begriff "Bestandespflege", von dem hier die Rede ist, wird im allgemeinen wesentlich enger gefaßt: wir verstehen darunter vor allem die Pflege des Baumbestandes im Hinblick auf ein ökonomisches Pflegeziel, also in der Regel die Erzeugung einer möglichst großen und wertvollen Holzmasse mit verhältnismäßig geringem Aufwand. Daß dabei auch Rücksichten auf die erforderliche Bodenpflege, die Pflege des Waldinnenklimas und die Pflege des gesamten Ökosystems zu nehmen sind, braucht hier nicht näher begründet zu werden. Die zeitgemäße Bestandespflege ist der Waldpflege eingeordnet und darf deshalb in der folgenden Betrachtung nicht aus diesem Rahmen herausgelöst werden. In einem solchen, umfassenden Sinn ist die Waldpflege schon 1953 von KÖSTLER (23) und 1961 von WOHLFAHRT (70) dargestellt worden.

Wenn nun über neuere Erfahrungen in der Bestandespflege berichtet werden soll, denke ich in erster Linie an die praktisch gewonnenen und wissenschaftlich erarbeiteten neueren Erkenntnisse, welche in meinem demnächst in einer neuen Auflage erscheinenden Buch über die Waldpflege vom Jahre 1966 (39) noch nicht berücksichtigt werden konnten.

ALLGEMEINES ZUR NEUEREN ENTWICKLUNG IN DER BESTANDESPFLEGE

Wenigstens nach der Zahl der neueren Veröffentlichungen über Bestandespflege stehen Erhebungen und Untersuchungen über technische Maßnahmen zur Einsparung von Pflegekosten im Vordergrund. Diesem

Zweck sollen die Verwendung von Maschinen oder Chemikalien ebenso dienen wie schematische, die geistige Arbeit ersparende Verfahren zur Erdünnerung der jungen Bestände. Viele Untersuchungen befassen sich daher mit dem Arbeitsaufwand und den Kosten bei verschiedenen Verfahren, bestenfalls mit deren Einfluß auf den Massenertrag, nur selten aber mit dem tatsächlichen Pflegeerfolg hinsichtlich der Wertzeugung. Dies mag vor allem auch darauf beruhen, daß sich Untersuchungen über den Pflegeerfolg wenigstens bis in die Stufe des mittleren Baumholzes erstrecken müßten und somit Zeiträume von vielen Jahrzehnten voraussetzen würden. Ohne den Wert von Untersuchungen zu verkennen, welche die Rationalisierung der Bestandespflege bezwecken, ist doch hervorzuheben, daß Angaben über Zeit- und Kostenaufwände erst dann aufschlußreich sind, wenn auch beurteilt werden kann, wie weit sie wald- und umweltschonend sind und vor allem, wie weit sie dem Pflegeziel zu entsprechen vermögen. Hierüber fehlen jedoch größtenteils nähere Angaben.

Wenig erforscht sind auch die Möglichkeiten biologischer Maßnahmen zur Rationalisierung der Bestandespflege und zur Erhöhung des Pflegeerfolges. Wir verfügen insbesondere immer noch über ungenügende zahlenmäßige Angaben hinsichtlich des Einflusses der Baumartenmischung sowie der Zusammensetzung und Struktur des Nebenbestandes auf die Wertleistung der Bestände. Ebenso ist die Rolle der Art und des Zeitpunktes der Pflegeeingriffe noch allzu wenig erforscht. Die Problemstellungen der neueren Untersuchungen beziehen sich vorwiegend auf den Massen- und Geldertrag bei verschiedenen Durchforstungsverfahren, obwohl bei einer zeitgemäßen Bestandespflege neben wirtschaftlichen und arbeitstechnischen Gesichtspunkten auch den ökologischen Belangen ein großes Gewicht beigemessen werden müßte. Seit Petrus de Crescentiis, der schon um 1300 das Wesen und die wirtschaftliche Bedeutung der Bestandespflege darin erkannte, daß die Bäume dort, wo sie zu dicht stehen, in regelmäßigen Abständen vermindert werden sollten, damit die ganze Standortskraft in bessere Holzsubstanz verwandelt werde, hat sich in der Auffassung vieler Forstleute wenig geändert.

Ich möchte deshalb Forschungsergebnisse und Erfahrungen über Maßnahmen, welche dieser alten Zielsetzung dienen, nicht als "neuere Erkenntnisse" behandeln, sondern vielmehr versuchen, vor allem neue Erkenntnisse über die Wirkung von Pflegemaßnahmen in den Vordergrund zu stellen, welche der Pflege des gesamten Ökosystems "Wald" dienen. Reine Techniken und Verfahren werden höchstens erwähnt, um Entwicklungsrichtungen anzudeuten und auf Forschungs- und Erfahrungslücken hinzuweisen.

Besonders scheint mir angebracht, bei meinen Ausführungen auch der Pflege des Plenterwaldes und des Gebirgswaldes Beachtung zu schenken. Wenn jedoch zunächst von der Bestandespflege im Schlagwald die Rede sein wird, ist dies damit zu begründen, daß sich die meisten

neueren Untersuchungen auf diesen beziehen. Die vielen Arbeiten über die Pflege von Kulturen bringen wenig grundlegend Neues. Ich beschränke mich deshalb vorwiegend auf Betriebsarten mit natürlicher Verjüngung.

ZUR BESTANDESPFLEGE IM SCHLAGWALD

Im Schlagwald ist die Bestandespflege insofern einfach, als auf größeren oder kleineren Flächen die verschiedenen Entwicklungsstufen des Waldes räumlich getrennt vorhanden sind. Es lassen sich somit Jungwuchspflege, Dickungspflege und Durchforstung in einer logischen Folge örtlich getrennt durchführen. Besonders zahlreich sind in der neueren Literatur Untersuchungen und Erfahrungen über die Jungwuchs- und Dickungspflege beschrieben, wohl in erster Linie deshalb, weil diese Maßnahmen einen verhältnismäßig großen Arbeitsaufwand erfordern und keine unmittelbaren Erträge abwerfen, also eine Rationalisierung als besonders dringlich erscheinen lassen. Im Vordergrund stehen somit arbeitstechnische Fragen, obwohl zu Recht immer wieder betont wird, daß wesentliche Entscheide für die spätere Qualität schon in der ersten Jugend der Bestände fallen. Eine grundlegende Voraussetzung für eine auf höchstmögliche Wertholzerzeugung ausgerichtete Jungwuchs- und Dickungspflege, das Wissen über die frühe Erkennbarkeit erbbedingter Qualitätsmerkmale und den Einfluß der Milieubedingungen auf den Wachstumsverlauf und die Qualitätsentwicklung ist dabei immer noch recht mangelhaft. Für einzelne Baumarten wurden solche Beiträge namentlich von KURTH (36), KUNZ (33), VAN MIEGROET (48), SCHÜTZ (58) und GRILC (15) im Rahmen von Promotionsarbeiten geleistet. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Anzahl mutmaßlich gut veranlagter und morphologisch einwandfreier Pflanzen auch in dichten Dickungen verhältnismäßig bescheiden ist, was gegen eine schematische Erdünnerung und vielmehr für eine frühe positive Auslese spricht.

Die Säuberung von unerwünschten Individuen und die Mischungsregelung sollten womöglich schon im Jungwuchs und spätestens bei den ersten Eingriffen in der Dickung erfolgen. Damit wird ein früher Übergang zur positiven Auslese erleichtert.

Bei der Jungwuchspflege hat sich gezeigt, daß das Verjüngungsverfahren eine erhebliche Rolle für den erforderlichen Pflegeaufwand spielt. Was bei großflächiger Verjüngung und unnötig rascher Räumung gelegentlich bei den Erntekosten eingespart werden kann, geht durch einen vermehrten Aufwand für Unkrautbekämpfung, den Aushieb von Vorwüchsen und durch Qualitätseinbußen des Nachwuchses zumeist mehrfach wieder verloren. Als wirksamste Mittel zur Verminderung der Kosten für Jungwuchspflege haben sich eine sorgfältige räumliche und zeitliche Planung und die zweckmäßigen Verjüngungsverfahren erwiesen. Wo

diese Voraussetzungen fehlen, läßt sich der vermehrte Pflegeaufwand auch durch die Verwendung mechanischer Pflegegeräte oder von Herbiziden niemals beheben. Verdämmender Unkrautwuchs, welcher solche Mittel unumgänglich macht, ist zumeist die Folge einer unzureichenden Verjüngungstechnik. Mit diesem Hinweis sollen mechanische Pflegegeräte oder Herbizide nicht grundsätzlich abgelehnt werden; sie sollten jedoch nie zur Wahl unzureichender Verjüngungsverfahren verleiten.

Eine bedeutende Erleichterung der Jungwaldpflege läßt sich im weiteren erfahrungsgemäß durch eine zweckmäßige Mischungsform der Baumarten erzielen. Auch dort, wo im Baumholz eine Einzelmischung angestrebt ist, wird mit manchen Vorteilen im Jungwuchs, in der Dichtung und sogar im schwachen Stangenholz - abgesehen von den Nebenbestandesbildnern - eine trupp- oder gruppenförmige Baumartenmischung angestrebt. Während früher solche Trupps oder Gruppen mit großem Arbeitsaufwand gleichmäßig erdünnert wurden, läßt sich nach unserer Erfahrung das Pflegeziel viel leichter und besser durch eine systematische Begünstigung mutmaßlich guter Einzelpflanzen erreichen, wobei deren regelmäßige Verteilung etwa normalen Pflanzverbänden entsprechen sollte. Je nach Baumart genügen somit im Jungwuchs 20 bis höchstens 50 begünstigte Pflanzen pro Are vollständig, um später in der Dichtung und im Stangenholz eine reiche Möglichkeit zur Auslese zu gewährleisten. Diese begünstigten Einzelpflanzen wachsen bald etwas vor, was vorteilhaft zu einer frühen Differenzierung der Dichtungen führt, deren Gefährdung durch Schnee vermindert und die Auslese von Eingriff zu Eingriff zunehmend erleichtert.

Als äußerst zweckmäßige Maßnahme zur Rationalisierung der Pflegearbeit hat sich die sorgfältig geplante Anlage von Pflegeschneisen bewährt. Durch solche werden ausgedehnte Pflegeflächen übersichtlich gegliedert, und sobald nutzbares Material anfällt, können sie als Brungsschneisen dienen. Werden solche Schneisen jedoch erst in den Dichtungen oder schwachen Stangenhölzern angelegt, besteht vor allem in Berglagen stets die Gefahr von Schneedruckschäden. Pflegeschneisen erleichtern außerdem schon im Jungwald die Verwendung motorisierter Geräte und Fahrzeuge.

Ein erstaunlicher Widerspruch in der neueren Literatur über Dichtungspflege besteht darin, daß diese zu Recht von manchem erfahrenen Waldbauer als wichtigste und schwierigste Pflegemaßnahme bezeichnet wird, während andere Autoren nach Möglichkeiten suchen, um Eingriffe in die Dichtungen überflüssig zu machen oder wenigstens durch zeitsparende schematische Eingriffe, wie das Ausschneiden schmaler Schneisen oder die Entnahme einzelner Pflanzreihen in Kulturen, möglichst einfach zu gestalten. Gewöhnlich werden solche kaum als Bestandespflege zu bezeichnenden Maßnahmen damit gerechtfertigt, daß sie mit geringem Arbeitsaufwand verbunden seien und keine nach-

weisbaren Zuwachsverluste mit sich brächten. Wie schon früher erwähnt wurde, haben sorgfältige Analysen gezeigt, daß selbst in dichten und augenscheinlich gutemäßig einwandfreien Dickungen die Anzahl der momentan noch fehlerfreien Individuen zumeist überraschend gering ist. Unsere während zwanzig Jahren in jungen Eichenbeständen durchgeführten Pflegeversuche haben dementsprechend auch eindeutig erwiesen, daß ein früher Übergang zur direkten Begünstigung einer nicht zu großen Anzahl gut verteilter Heister sowohl nach der Wirkung als auch im Hinblick auf die Pflegekosten die weitaus zweckmäßigste Pflegemaßnahme darstellt (38). Dies dürfte auch für alle anderen Baumarten gelten, denn selbst in Fichtenkulturen wurde festgestellt, daß auf der Dickungsstufe selten mehr als ein Drittel aller Pflanzen einwandfrei ist (14). Eine schematische Erdünnerung vermag höchstens einzelnen Pflegezielen zu dienen, wie etwa der Verminderung der Schneedruckgefahr, niemals aber dem Ziel höchstmöglicher Werterzeugung. Gelegentlich wird gegen eine frühe positive Auslese der Einwand vorgebracht, daß in der Dickung das Fehlerhafte und schlecht veranlagte Bestandesmaterial noch leichter zu erkennen sei als das gute. Dies ist jedoch kein stichhaltiges Argument für eine negative Auslese. Unsere erwähnten Untersuchungen in Eichendickungen (38) haben eindeutig erwiesen, daß die negative Auslese höchstens bis zur Bildung des eigentlichen Dickungsschlusses sinnvoll ist und einen Erfolg verspricht. Gemessen an Erfolg und Arbeitsaufwand empfiehlt sich der frühe Übergang zur positiven Auslese selbst dann, wenn sich die Qualitätsmerkmale noch nicht zuverlässig erkennen lassen. Wichtiger als eine möglichst große Anzahl guter Heister der Oberschicht einer Dickung ist das Vorhandensein einer ausreichenden Anzahl regelmäßig verteilter, standfester und qualitativ befriedigender Anwärter für den zukünftigen Hauptbestand. Wenn im schwachen Stangenholz der Durchforstung etwa 1000 potentielle Ausleseebäume pro Hektar zur Verfügung stehen, genügt dies zur Erziehung höchstwertiger Bestände durchaus. Der zweckmäßige Grad der Begünstigung dieser Ausleseebäume richtet sich in erster Linie nach den Baumarten, dem angestrebten Schlankheitsgrad und Wachstumsverlauf. Namentlich bei Schattenbaumarten ist ein gedämpftes Jugendwachstum unter Umständen deshalb vorteilhaft, weil dadurch die physiologische Alterung verzögert wird. Der in ein höheres Alter verschobenen Kulmination des Wachstums entsprechen abgeflachte Wachstumskurven, ein verlangsamter Leistungsabfall, also ein ausgeglichener Zuwachs und ein höheres erreichbares Alter. Eine solche Regelung des Wachstumsverlaufes der Bäume in der Jugendphase erfolgt zweckmäßiger durch das Maß der Überschildung als durch die Wahl der Bestandesdichte.

Bei der praktischen Ausführung der Dickungspflege besteht infolge der geringen Übersicht die größte Schwierigkeit in der sorgfältigen Auslese gut verteilter, förderungswürdiger Individuen. Die praktische Erfahrung hat deshalb auch gezeigt, daß Auslese und gleichzeitiger Ausrieb der Konkurrenten in einem Arbeitsgang in nicht sehr einfachen

Fällen oft zu einer mangelhaften Auslese und zu Zeitverlusten führen. Es hat sich daher bewährt, in einem ersten Arbeitsgang die Auslese durch eine gut geschulte Arbeitskraft deutlich, jedoch nicht dauerhaft zu kennzeichnen, also etwa durch Markierung mit einer nicht haltbaren Farbe. Bei Handarbeit kann nachher der Aushieb der schädigenden Konkurrenten in einem zweiten Arbeitsgang ohne weitere Markierung erfolgen. Falls jedoch zum Aushieb irgendwelche Maschinen verwendet werden, hat sich als vorteilhaft und vor allem unfallvermindernd erwiesen, die zum Aushieb bestimmten Konkurrenten tief am Stämmchen deutlich zu bezeichnen. Die Handarbeit hat vor allem in Laubbaumdickungen den Vorteil, daß die Art und Stärke des Eingriffes den Erfordernissen jedes Einzelfalles angepaßt werden können. Bei der Verwendung chemischer Wirkstoffe anstelle des Aushiebes liegt der Vorteil weniger in der Zeitersparnis als darin, daß die zum langsamen Absterben gebrachten Individuen noch während längerer Zeit eine Stützfunktion ausüben und daher etwas stärkere Eingriffe erlauben. Als zweckmäßig und zeitsparend hat sich erwiesen, dem Wirkstoff eine Farbe beizumischen, um die behandelten Bäumchen deutlich sichtbar zu machen.

Als wesentliche, in der Literatur jedoch selten erwähnte Erfahrung ergab sich bei der Jungwuchspflege, daß sich bei allein auf die Förderung der Auslese ausgerichteten Eingriffen nicht gewissermaßen beiläufig ein idealer Nebenbestand auszubilden vermag. Schon bei der Jungwuchspflege, jedenfalls aber spätestens bei der Dickungspflege muß darauf geachtet werden, daß die gewünschten Nebenbestandesbilder in genügender Anzahl und guter Verteilung vorhanden sind und erhalten bleiben. Dazu sind zumeist zusätzliche Eingriffe in der Ober- und namentlich der Mittelschicht der Jungwüchse und vor allem der Dickungen unerlässlich.

Auf dem Gebiet der Durchforstungslehre hat sich ziemlich allgemein die Erkenntnis durchgesetzt, daß sich eine höchstmögliche Wert-erzeugung nur auf dem Wege einer früh beginnenden Auslesedurchforstung erzielen läßt. Andere, schematische Durchforstungsverfahren kommen höchstens bei einer reinen Ausrichtung auf Massenerzeugung aus arbeitstechnischen Gründen in Frage. So beschränken sich die Empfehlungen für eine einfache Reihendurchforstung gewöhnlich lediglich auf den Hinweis, daß damit der Arbeitsaufwand vermindert und der Massenzuwachs nicht beeinträchtigt werde. Es braucht jedoch kaum erwähnt zu werden, daß es sich bei solchen Eingriffen nicht um eigentliche Erziehungs- und Pflegemaßnahmen handelt, sondern um einfachste Verfahren zur Erdünnerung der Bestände und eventuell zur Gewinnung von Vornutzungen. Mehrere Untersuchungsergebnisse (4, 18, 17) beweisen aber, daß solche Eingriffe nicht selten vermehrte Schneedruckschäden und bei der Verwendung schwerer Schlepper Wurzelnfektionen und Zuwachsverluste bei den am Rande der Schneisen stehenden Bäumen zur Folge haben. Untersuchungen, wie wir sie seit

nahezu vierzig Jahren in Buchenbeständen, Ahorn-Eschenbeständen und Mischbeständen aus Fichte, Tanne und Buche im Sihlwald bei Zürich durchführen (40), haben wie diejenigen anderer Forscher (4, 42, 18, 27, 66, 17) bewiesen, daß frühe und häufige Auslesedurchforstungen die Werterzeugung nicht nur am stärksten zu steigern vermögen, sondern auch die Gefährdung der Bestände durch Schnee und Sturm am meisten herabsetzen. Als weitere Vorteile früher und anfänglich intensiver, später eher zurückhaltender Durchforstungen haben sich erwiesen: ein früher Anfall wirtschaftlich interessanter Sortimente, Erziehung stärkerer Dimensionen des Endbestandes, geringerer Aufwand für nicht kostendeckende Eingriffe, geringere Wurzelkonkurrenz und damit bessere Nährstoff- und Wasserversorgung (63, 7), erleichterte Erhaltung und Ausformung des Nebenbestandes und erhöhte Bodenaktivität infolge einer günstigen Bodenvegetation und vorteilhafter mikroklimatischer Verhältnisse in der bodennahen Luftschicht (52). Der gelegentliche Einwand, daß frühe und intensive Durchforstungen die Schlankheitsgrade der Ausleseebäume etwas herabsetzen, wird durch diese vielen Vorteile entkräftet (17, 42, 1, 51, 32, 40). Nach neuzeitlichen Gesichtspunkten durchforstete Bestände zeigen auf der Stufe des Stangenholzes und schwachen Baumholzes wesentlich geringere Stammzahlen als sie in den meisten Ertragstafeln angegeben werden (17). Wo das Ziel der Durchforstung darin besteht, die Entwicklung des Bestandes von der schwachen Stangenholzstufe an derart zu lenken, daß das Ertragsvermögen nach Masse und Wert bestmöglich ausgenutzt wird, kommt nach neueren Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnissen nur eine systematische Auslesedurchforstung in Frage. Eine solche Durchforstung hat sich im Rahmen der waldbaulichen Tätigkeiten als eine jener Maßnahmen erwiesen, von welchen ein dauerhafter Wirtschaftserfolg in hohem Maße abhängt.

ZUR PFLEGE DES PLENTERWALDES UND DES GEBIRGSWALDES

Alle erwähnten neueren Erfahrungen in der Bestandespflege beziehen sich zwar in erster Linie auf den Schlagwald tieferer Lagen mit flächenmäßig ausgedehnten Jungwüchsen, Dickungen, Stangen- und Baumhölzern. Sie gelten aber in mancher Hinsicht auch für den Plenterwald und den Gebirgswald. Umsomehr aber, als in der neueren Waldbauliteratur die Pflege der Plenterwälder und der Gebirgswälder nur wenig berührt wird, erscheint es angezeigt, deren Besonderheiten deutlich hervorzuheben.

Wesentliche Unterschiede gegenüber dem Schlagwald bestehen darin, daß sich die erforderliche Jungwuchs- und Dickungspflege nicht auf verhältnismäßig kurze Zeiträume beschränken, daß die Jungwuchs- und Dickungsstufe zumeist kleinflächig vertreten sind und daß die Individuenzahlen bezogen auf die von den einzelnen Entwicklungsstufen ein-

genommenen Flächen in der Regel viel kleiner sind als im Schlagwald. Die Funktion der Erddünnung spielt daher häufig eine untergeordnete Rolle. Im Plenterwald erlaubt zudem der fortwährende Nachschub in manchen Fällen, die Auslese ohne große Nachteile bis in die Stufe des schwachen Stangenholzes hinauszuschieben. Dadurch werden in diesem der Pflegeaufwand und der Anfall von nicht kostendeckendem Schwachholz erheblich herabgesetzt. Die zumeist geringe Pflegeintensität wird im Plenterwald erfahrungsgemäß durch die Möglichkeit einer sich immer wieder erneuernden Auslese ausgeglichen. Grundsätzlich sollte jedoch auch in ihm früh eine positive Auslese erfolgen. Diese wird erleichtert und im Grunde erst ermöglicht, wenn die Individuen der einzelnen Entwicklungsstufen nicht diffus verteilt, sondern trupp- oder gruppenförmig geschart sind. Der gruppenweise ausgeformte Plenterwald bietet in dieser Hinsicht wesentliche Vorzüge gegenüber dem "Einzel-Plenterwald", wie er von einzelnen Verfechtern dieser Betriebsform zur "Erfüllung des ganzen Luftraumes mit Laub- und Nadelmasse" befürwortet wurde. Nachdem dieses Argument jedoch ertragskundlich widerlegt ist, besteht kein Grund, nicht dem im Hinblick auf die Auslesemöglichkeit viel vorteilhafteren gruppenförmigen Plenterwald den Vorzug zu geben. Auf der Jungwuchs- und Dickungsstufe sollten die Gruppen im Plenterwald wie im Gebirgswald wenigstens die Grundfläche eines Oberständers einnehmen, denn nur in diesem Fall verfügen wir über eine hinreichende Wahl zur Auslese und später nötigenfalls über Ersatz für ausfallende Ausleseebäume. Der Einzelstand der vorgewachsenen Ausleseebäume sollte in der Regel nicht vorhanden sein, bevor auf guten Standorten ihre astreine Schaftlänge wenigstens 10 bis 14 m beträgt. Auch dann ist nur von Vorteil, wenn die Oberständler von einer Schar schützender Trabanten umgeben bleiben.

Obwohl sich die Struktur der subalpinen Gebirgswälder naturgegeben infolge des Fehlens von Schattenbaumarten wesentlich von derjenigen der aus Schatten- und Halbschattenbaumarten zusammengesetzten Plenterwälder tieferer Lagen unterscheidet, gelten die erwähnten Hinweise auch für alle Formen ungleichaltriger Gebirgswälder.

Der verlangsamte Lebensablauf im Gebirgswald bringt mit sich, daß alle Veränderungen langsamer erfolgen als in tieferen Lagen und vor allem, daß sich unerwünschte Waldstrukturen infolge der schwachen Reaktionsfähigkeit der Bäume weniger leicht oder überhaupt nicht verbessern lassen. Es ist daher im Gebirgswald wichtig, nicht zuletzt auch im Hinblick auf seine Schutzaufgaben, daß seine Ungleichförmigkeit bei jedem Eingriff gefördert wird. Als eines der Ziele der Pflege des Gebirgswaldes ist die Schaffung und Erhaltung einer dem Standort und den Baumarten angepaßten Plenterwaldstruktur zu betrachten. Dieses Bestreben wird durch den Ablauf des natürlichen Verjüngungsprozesses erleichtert, jedoch nur dann, wenn in nicht zu langen Zeitabständen und regelmäßig zweckdienliche Eingriffe erfolgen, denn

trotz zumeist lange ausgedehnten Verjüngungszeiträumen und von Natur aus nur trupp- oder gruppenförmiger Ansamung besteht auch im Gebirgswald eine ausgeprägte Neigung zur Gleichförmigkeit. Dieser Neigung muß von allem Anfang an entgegengewirkt werden. KUOCH (35) hat für die in sich ungleichaltrigen, kleinflächigen Jungwaldkollektive des Gebirgswaldes die Bezeichnung "Rotte" geprägt. Diese, meistens von einem schützenden Mantel kleinerer, einseitig tief besteter Bäumchen umgebenen Rotten sind vorerst weitgehend selbständige Gemeinschaften. Die Rotten wachsen jedoch mit der Zeit zusammen oder schieben sich in die Oberschicht der Bestände ein, wodurch die anfängliche Stufigkeit und scheinbar auch die Ungleichaltrigkeit der Bestände mehr und mehr verlorengehen. Bei der Pflege darf diese Rottenstruktur nicht zerstört werden; im Gegenteil, sie sollte möglichst lange, im Idealfall dauernd, erhalten bleiben.

Es ist eine wesentliche neue Erkenntnis der Bestandespflege, die zwar erst auf praktischer Erfahrung beruht, daß die hauptsächlich im Schlagwald des Laubmischwald- und Buchenwaldareals entwickelte und erprobte Pflegetechnik nicht unverändert auf den Plenterwald und den subalpinen Gebirgswald übertragen werden darf. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Pflegeeingriffe auf die Bestandesstruktur, die Stabilität der Bestände sowie die Massen- und Werterzeugung wären hier von großem Nutzen.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 -: Die Durchforstung in heutiger Sicht. Forstarchiv 45, 1974
- 2 -: Mechanisierung der Bestandespflege. Allg. Forstzeitschr. 24, 1969
- 3 BERGMANN, J.-H.: Rationelle Jungwuchspflege in Fichtennaturverjüngungen durch den Einsatz von Selekt. Sozialistische Forstw. 13, 1963.
- 4 BERNADZKI, E.: Waldbauprobleme bei der kombinierten Durchforstung in der VR Polen. Sozialistische Forstw. 22, 1972
- 5 CARBONNIER, Ch.: Bestandsbehandlings inflytande pa produktionen. (Der Einfluß der Bestandesbehandlung auf die Produktion.) Rapp. o. Upps. Inst. Skogsprod., Skogshögsk., Stockholm, 1964
- 6 DITTMAR, O.: Rationalisierung der Fichten-Jungbestandespflege in ertragskundlicher Sicht. Sozialistische Forstw. 13, 1963
- 7 DOLEZAL, B.: Reakce stromu ruznych stromovych trid na uvolneni porostniho zapoje. (Reaktion der Bäume verschiedener Baumklassen auf die Lockerung des Bestandesschlusses.) Lesnictvi 21, 1975

- 8 EHLERS, H.-U.: Erfahrungen beim Einsatz von ATA und Dalapon in Nadelholzkulturen. Allg. Forstzeitschr. 20, 1965
- 9 EIBERLE, K.: Untersuchung über Aufbau und Zuwachs von Buchenbeständen. Diss. ETH Zürich. Beih. Zeitschr. Schweiz. Forstverein Nr. 31, 1960
- 10 ERTELD, W.: Die biologischen Grundlagen der Pflege in Kiefernjungwüchsen. Sozialistische Forstw. 19, 1969
- 11 FISCHER, F.: Überlegungen zur Durchführung der Jungwuchs- und Dickungspflege. Schweiz. Z. Forstw. 118, 1967
- 12 FREIST, ().: Jungbestandespflege im Laubholz. Forst- u. Holzw. 24, 1969
- 13 FRÖHLICH, H.J.: Jungwuchspflege und Läuterung mit synthetischen Wuchsstoffen. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung Nr. 3, 1961
- 14 GRILC, J.: Beitrag zur Strukturanalyse und Pflege von Fichtendickungen. Schweiz. Z. Forstw. 122, 1971
- 15 GRILC, J.F.: Waldbauliche Untersuchungen in Fichtendickungen an der Nordabdachung der Schweizer Alpen. Diss. ETH. Zürich 1971
- 16 HANSCHKE, D. und ROZSNYAY, Z.: Versuche zur chemischen Läuterung von Buchenbeständen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 136, 1965
- 17 HENKEL, W. und KOHLSTOCK, N.: Beitrag zur Rationalisierung der Pflege in Dickungskomplexen durch Pflegeschneisen. Forst und Jagd 10, 1960
- 18 JOHANN, K. und POLLANSCHÜTZ, J.: Durchforstungsmodelle als Entscheidungshilfen bei der Wahl geeigneter Durchforstungsstrategien und Ausgangsverbände der Fichte. Allg. Forstztg. 85, 1974
- 19 KLOTZ, K.: Läuterung mit Herbiziden in den Buchendickungen des Bayrischen Waldes. Allg. Forstzeitschr. 16, 1961
- 20 KLOTZ, K.: Die Harmonie von Pflege und Verjüngung und Maßnahmen des Waldumbaues als Elemente naturgemäßer Waldwirtschaft. Allg. Forstzeitschr. 17, 1962
- 21 KOCH, W.: Unkrautbekämpfung. Stuttgart 1970
- 22 KÖSTLER, J.N.: Ansprache und Pflege von Dickungen. Berlin und Hamburg 1952
- 23 KÖSTLER, J.N.: Waldpflege. Hamburg und Berlin 1953
- 24 KÖSTLER, J.N.: Waldpflege. Allg. Forstzeitschr. 14, 1959

- 25 KÖSTLER, J.N. und BIBELRIETHER, H.: Lebensvorgänge und Mechanisierungsmöglichkeiten in der Bestandespflege. Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden 16, 1967
- 26 KOHLSDORF, E.: Erfahrungen mit der Fichtenjungwuchspflege im StFB Freiberg. Sozialistische Forstw. 12, 1962
- 27 KORPEL, S.: Prebierky v dubovych porastoch a možnosti ich racionalizacie. (Durchforstungen in Eichenbeständen und Möglichkeiten ihrer Rationalisierung.) Lesn. cas. 20, 1974
- 28 KRÄUTER, G.: Kiefernjungbestandespflege, aber wie? Sozialistische Forstw. 18, 1968
- 29 KRAMER, H.: Jungbestandespflege und Kulturbegründung bei Fichte. Forst- u. Holzw. 22, 1967
- 30 KRAMER, () und von KORTZFLEISCH, A.: Erfahrungen mit starker Reihendurchforstung bei Fichte im Westharz. Forst- u. Holzw. 25, 1970
- 31 KREMSEER, W.: Ursprung, Grundgedanken, Tradition und Zukunft der Bestandespflege. Forst- u. Holzw. 22, 1967
- 32 KUHN, W.: Waldbau und Holzqualität. Schweiz. Z. Forstwes. 124, 1973
- 33 KUNZ, R.: Morphologische Untersuchungen in natürlichen Föhrendickungen. Diss. ETH Zürich. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 29, 1953
- 34 KUOCH, R.: Nachwuchspflege im Bergwald. Berner Wald 2, 1970/1
- 35 KUOCH, R.: Zur Verjüngung und Pflege subalpiner Fichtenwälder. In: 100-Jahrfeier Hochschule für Bodenkultur. Bd. 4. Teil 1. S. 43-49. Wien 1973
- 36 KURTH, A.: Untersuchungen über Aufbau und Qualität von Buchendickungen. Diss. ETH Zürich. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 24, 1946
- 37 KURTH, H.: Chemische Unkrautbekämpfung. Aufl. 3, Jena 1968
- 38 LEIBUNDGUT, H.: Grundlagen zur Jungwaldpflege; Ergebnisse zwanzigjähriger Untersuchungen über die Vorgänge der Ausscheidung, Umsetzung und Qualitätsentwicklung in jungen Eichenbeständen. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 52, 1976
- 39 LEIBUNDGUT, H.: Die Waldpflege. Bern 1966. (2. Aufl. erscheint 1977)
- 40 LEIBUNDGUT, H., AUER, C. und WIELAND, C.: Ergebnisse von

Durchforstungsversuchen 1930 - 1965 im Sihlwald. Schweiz.
Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 47, 1971

- 41 LEIBUNDGUT, H., GRILC, J. und JUON, P.: Beitrag zur Dik-
kungspflege mit synthetischen Wuchsstoffen. Schweiz. Z.
Forstw. 121, 1970
- 42 LEINERT, S.: Der Wald und die Forsttechnik. Forst- u. Holzw.
28, 1973
- 43 LOYCKE, H.J.: Rationelle Jugendpflege der Kiefer. Forst- u.
Holzw. 20, 1965
- 44 MAYER, H.: Aufbau und Qualität föhrenreicher Dickungen. Schweiz.
Z. Forstw. 112, 1961
- 45 MAYER, H.: Gebirgswaldbau - Schutzwaldpflege. Stuttgart 1976
- 46 MAYER, H.: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage.
Stuttgart und New York 1977
- 47 MERKEL, O.: Schneebruch im Fichtenbestand bei 40-jähriger Aus-
lesedurchforstung. Allg. Forstzeitschr. 30, 1975
- 48 VAN MIEGROET, M.: Untersuchungen über den Einfluß der wald-
baulichen Behandlung und der Umweltfaktoren auf den
Aufbau und die morphologischen Eigenschaften von Eschen-
dickungen im schweizerischen Mittelland. Diss. ETH Zü-
rich. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 32,
1956-57
- 49 MINUTILLO, C. : Die Z-Stamm-Durchforstung. Allg. Forstztg. 86,
1975
- 50 MOLOTKOV, P.I.: Rubki uhoda v bukovykh lesah. (Pflegehebe in
Buchenwäldern.) Lesn. Hozj. 18, 1965
- 51 MUHLE, O. und HUSS, J.: Die Wirkung von Freischneidemaßnah-
men bei verschiedenen Terminen auf das Wachstum jun-
ger Fichten. Allg. Forst- u. Jagdztg. 143, 1973
- 52 OTT, E.: Über den Einfluß der Durchforstung auf ökologische Fak-
toren. Diss. ETH Zürich. Beih. Zeitschr. Schweiz.
Forstverein Nr. 40, 1966
- 53 POLLANSCHÜTZ, J.: Wirkungsvolle und kostensparende Durchfüh-
rung der Bestandespflege. Allg. Forstztg. 79, 1968
- 54 RICHTER, J.: Durchforstung heute. Allg. Forstzeitschr. 22, 1967
- 55 RIECKE, ().: Chemische Unkrautbekämpfung in der Forstwirtschaft
der DDR. Forsttechn. Inform. 25, 1973
- 56 RÖHRIG, E.: Herbizide als Hilfsmittel bei der Bestandesgrün-
dung und Jungbestandespflege. Forsttechn. Inform. 25,
1973

- 57 SCHMIDT, W.: Zur Analyse von Dickungen nebst Folgerungen für Anerkennung und Auslesedurchforstung. Forstarchiv 31, 1960
- 58 SCHÜTZ, J.Ph.: Etude des phénomènes de la croissance en hauteur et en diamètre du sapin, *Abies alba* Mill., et de l'épicéa, *Picea abies* Karst., dans deux peuplements jardinés et une forêt vierge. Diss. ETH Zürich. Beih. Zeitschr. Schweiz. Forstverein Nr. 44, 1969
- 59 SCHWARZ, G.: Die Durchforstung im Bauernwald. Allg. Forstztg. 81, 1970
- 60 SPERBER, G.: Der Waldbau, die Schlagpflege und die Herbizide oder: sind alte Waldbautugenden wieder gefragt? Allg. Forstzeitschr. 30, 1975
- 61 STERZIG, H.K.: Die "Läuterungs-Patrone". Allg. Forstzeitschr. 25, 1970
- 62 STRATMANN, J.: Bestandesbehandlungsprogramm für Kiefernbestände der Lüneburgerheide. Diss. Univ. Göttingen. Göttingen 1975
- 63 SVIRIDOVA, I.K.: Rol' rubok uhoda v povysenii plodorodija lesnyh pocv. (Die Rolle der Pflegehiebe bei der Erhöhung der Fruchtbarkeit der Waldböden.) Pochvovedenie, 1960
- 64 THOMASIUS, H. und FLÖHR, W.: Allgemeine Grundsätze der Pflege von Jungwüchsen und Jungbeständen aus waldbaulich-ertragskundlicher Sicht. Sozialistische Forstw. 26, 1976
- 65 THOMASIUS, H. und HELBIG, K.: Die rationelle Pflege von Jungwüchsen und Jungbeständen der Baumarten Rotbuche und Eiche. Sozialistische Forstw. 26, 1976
- 66 VYSKOT, M. und VYSKOT, I.: Vyvoj ruzne probirané smrkové monokultury sussi oblasti. (Entwicklung von Beständen nach verschiedenen Durchforstungen von Fichtenmonokulturen in einem trockenen Gebiet.) Lesnictvi 21, 1975
- 67 WAGENKNECHT, E.: Beiträge zur Rationalisierung des Waldbaues. Sozialistische Forstw. 12 - 14, 1962-64
- 68 WAGENKNECHT, E. und HENKEL, W.: Rationelle Dickungspflege. Radebeul und Berlin 1962
- 69 WITZGALL, L.: Kritisches zur Schädelin'schen Auslesedurchforstung. Allg. Forstzeitschr. 23, 1968
- 70 WOHLFAHRT, E.: Vom Waldbau zur Waldpflege. München, Bonn, Wien 1961
- 71 WOHLFAHRT, E.: Waldpflege mit Maschinen. Holz-Zbl. 100, 1974

RECENT DEVELOPMENTS IN STAND TENDING

Summary

The author takes a look at the research results and practical experiences in the field of forest tending published in more recent time, and points out in particular the following:

- The purpose of stand tending has not changed. It still remains the highest possible sustained value production. However, emphasis is increasingly laid on the necessity to pay full attention not only to stand tending but also to site tending.
- There appear to be hardly any substantial differences of opinion as to the suitable methods for reaching this purpose.
- As regard the procedures applied, however, there is a marked tendency towards replacing careful selection in young-growth and thicket tending for rationalization purposes by schematic procedures using mechanical and chemical means. Surprisingly few researchers in this field try to assess what should be the most important point, namely the actual success of the tending measures.
- Foresters employed in field work regret that there are hardly any special and long-term investigations into the appropriate tending of selection forests and mountain forests. Practical experience shows that the tending procedures developed for clear-cut forests cannot simply be adopted without alterations to these other types of forests.
- As has been proved in scientific and field work, it is most essential that stand tending should be part of an integrated tending effort concerning the entire forest ecosystem. The above paper deals therefore only with one particular sector of forest tending.

(R. Louis, transl.)

EXPERIENCES RECENTES DANS LE DOMAINE DU TRAITEMENT DES PEUPELEMENTS FORESTIERS

Résumé

La vue d'ensemble des publications récentes concernant les résultats de travaux de recherche et les expériences pratiques dans le domaine des soins cultureux fait ressortir avant tout les points suivants:

- Le but des soins cultureux, soit la production soutenue en valeur la plus élevée possible, est conservé inchangé. On fait toutefois de plus en plus remarquer la nécessité, lors du traitement des

peuplements, de porter toute l'attention nécessaire à l'entretien de la station.

- Les conceptions relatives aux méthodes permettant d'atteindre ce but ne divergent quant à l'essentiel qu'à peine entre elles.
- Parmi les procédés techniques, on note par contre une tendance marquée au remplacement, dans les soins aux recrûs et aux fourrés, de l'action sélective soignée par des procédés schématiques avec des moyens mécaniques et chimiques, ceci pour des raisons de rationalisation. Ces expérimentations n'accordent qu'étonnamment peu d'importance à l'essentiel, soit au succès effectif des soins.
- La pratique regrette l'absence presque totale d'expériences particulières à long terme sur le traitement approprié de la forêt jardinée et celui des forêts de montagne; l'expérience pratique montre en effet que les procédés de traitement développés dans la forêt régulière exigent certaines modifications dans ces boisés.
- Il faut souligner en tant qu'enseignement essentiel dans le traitement des peuplements, confirmé par la recherche et la pratique, que ces soins doivent se placer dans le contexte de l'entretien proprement dit de l'écosystème forestier tout entier. Les considérations qui précèdent ne concernent donc qu'une fraction du traitement forestier.

(J. -F. Matter, trad.)

CONCEPTION D'EXPERIENCES NOUVELLES EN SYLVICULTURE

H. OSWALD

Station de Sylviculture et de Production, Champenoux-Seichamps/France

1. INTRODUCTION

Depuis une trentaine d'années, la recherche forestière a progressé à grands pas dans le monde entier. Toutes ses différentes disciplines ont été passées en revue. Des stimulations d'ordres scientifiques, économiques et sociales en sont les moteurs à des degrés différents.

Considérer une forêt comme une biocoenose avec son dynamisme propre et son équilibre stable ou instable est devenue une notion communément admise et constitue maintenant une base de recherches.

Les recherches sur les facteurs du milieu (climat, sol, végétation) et sur la physiologie de l'arbre (nutrition, échanges gazeux, etc...) disposant maintenant des techniques d'investigation appropriées et puissantes ont conduit à une meilleure compréhension du fonctionnement de certains écosystèmes forestiers.

Le développement considérable des méthodes statistiques et des moyens puissants de calculs a largement contribué à améliorer les connaissances de l'arbre, du peuplement et de la forêt; il a profondément changé la conception de nos expérimentations et l'interprétation des résultats.

L'évolution de l'amélioration génétique des arbres forestiers a conduit à mettre l'accent sur la génétique des populations et on étudie les interactions Populations x Milieux. En même temps, la propagation végétative de certaines grandes essences de reboisement (KLEIN-SCHMIT 1973, CORNU et al. 1977, FRANCKET 1976) est arrivée à un stade industriel; elle conduira à la mise au point de techniques sylvicoles appropriées et fournira à la recherche un matériel d'expérimentation de premier choix.

La dendrométrie et les études de productions ont pris un essor remarquable ces dernières années.

L'exploitation des résultats de nombreux dispositifs expérimentaux permanents, suivis parfois depuis plus de 90 ans, notamment en Europe, a permis la construction de tables de production modernes, et la mise en évidence de niveaux de production différents, c'est-à-dire l'affinement de la "loi d'Eichhorn élargie" (ASSMANN - FRANZ 1965, KENNEL 1972, HAMILTON et CHRISTIE 1971 etc. ...).

A défaut d'un réseau important de placettes permanentes anciennes dans certaines régions, des méthodes originales de construction de tables de production à partir de placettes "temporaires ou semi-permanentes" ont vu le jour (DECOURT 1972, BARTET et BOLLIET 1976, OTTORINI 1975). Paraissent également les premiers résultats de dispositifs expérimentaux modernes d'éclaircies ou d'espacements de création plus récente, qui nous fournissent grâce aux répétitions des traitements une estimation de l'erreur "probable" qui entâche chaque résultat.

Toutes ces recherches ont entraîné une définition, et une quantification plus rigoureuses des notions dendrométriques et sylvicoles.

Depuis quelques années seulement, des tentatives heureuses de modélisation de la vie toute entière d'un arbre ou d'un peuplement ouvrent des voies nouvelles et prometteuses pour toutes les disciplines de la recherche forestière: les applications pratiques aideront grandement le gestionnaire; nous y reviendrons plus loin.

2. TENDANCES ACTUELLES DE LA SYLVICULTURE

La sylviculture, discipline de synthèse, restée trop longtemps très pragmatique et assez empirique, commence à disposer de bases biologiques solides; elle devient plus scientifique que dogmatique et la quantification rigoureuse l'emporte sur la simple observation dont l'objectivité totale n'est pas garantie.

Le chercheur forestier ne se contente plus de constater le résultat d'une unique expérience quelconque et d'en déduire immédiatement une application générale; il cherche à comprendre, à mettre en évidence et à expliquer les mécanismes biologiques en cause.

Le gestionnaire n'applique plus aveuglément une quelconque technique sylvicole sans en connaître les fondements scientifiques.

La politique forestière et les méthodes d'aménagement et de gestion diffèrent énormément d'une région ou d'un pays à l'autre. Si la production de bois, ressource naturelle renouvelable, reste prioritaire le plus souvent, la fonction sociale de la forêt revêt une importance grandissante.

De nombreux facteurs entrent en compte dans le choix des objectifs de production; il en résulte une très grande diversité, sans que l'on puisse a priori imposer une quelconque hiérarchie.

Pour le choix final d'un objectif de production et des techniques sylvicoles permettant d'y parvenir, il est cependant souhaitable de déterminer d'abord les systèmes biologiquement possibles et de choisir ensuite ceux qui répondent au mieux aux exigences écologiques, sociales et économiques (MINKLER 1974).

La sylviculture actuelle, notamment en Europe, "est prise en sandwich" entre l'écologie et l'économie, ou en d'autres termes plus choquants : entre "la protection inconditionnelle d'une nature primitive mythique, qui d'ailleurs n'existe qu'en quelques points rares" (DE-COURT et CHARLES 1977) et le profit individuel maximum à court terme, sans considération du prix biologique à payer.

Il est cependant encourageant de pouvoir constater que dans la plupart des pays européens, au moins en ce qui concerne les forêts de l'état, l'accent est mis sur la production de bois de haute qualité (maximiser le rendement soutenu en valeur) tout en sauvegardant le rôle de protection et la fonction sociale de la forêt.

Du fait des contraintes écologiques, économiques et sociales, et de la structure des peuplements existants, il est parfaitement concevable que, dans un même massif forestier des objectifs de production divers puissent valablement être retenus.

D'une manière générale on accorde une importance accrue à l'utilisation optimale du potentiel de la station et à la stabilité des peuplements vis à vis des agents biotiques et abiotiques.

Si à ce point de vue un mélange d'essence paraît généralement souhaitable, rien ne s'oppose à une juxtaposition par parquets de peuplements purs.

La bibliographie des vingt dernières années fait clairement apparaître que beaucoup de recherches ont porté sur des problèmes posés par le retard accumulé dans les dégagements, nettoiements et éclaircies et aggravés par les contraintes économiques et sociales nouvelles. Le souci constant de rationalisation a largement favorisé la mécanisation des interventions sylvicoles (dégagements et éclaircie en ligne) et l'emploi de phytocides. Dans ce même contexte on adopte des espacements à la plantation de plus en plus larges. En matière d'éclaircie nous voyons réapparaître le choix préalable et de plus en plus précoce d'un nombre limité "d'arbres de place" qui devraient constituer en grande partie le peuplement final. Des éclaircies fortes, précoces et par "le haut" au "profit" de ces "arbres de place" remplacent généralement les éclaircies faibles, tardives et par "le bas".

La fertilisation et l'égagage artificiel sont fréquemment utilisés. L'évolution est souvent raccourcie.

Cette évolution rapide des techniques sylvicoles, difficilement prévisible à moyen terme, n'a pas toujours permis à la recherche forestière d'élaborer conjointement les bases biologiques indispensables.

3. TRAITEMENTS SYLVICOLES ET EXPERIMENTATION

a) Dégagements et nettoiements

A l'occasion du "Symposium" Stand Establishment de l'IUFRO à Wageningen (Pays-Bas) en 1974, des aspects surtout techniques d'espace-ment à la plantation et de traitement des jeunes peuplements ont été traités (LOW et Van TOL, 1974, OSWALD 1974, HÄGGLUND 1974, BÄRRING 1974). Entre temps de nouveaux résultats d'un certain nombre d'expériences d'espacement de résineux ont été publiés donnant des détails sur de nombreux paramètres dendrométriques (POLLANSCHÜTZ 1974, HAMILTON et CHRISTIE 1974, GALLAGHER 1973, OSWALD et PARDE 1976) ou même sur la biomasse et ses composantes (STIELL et BERRY 1977).

Rares sont cependant les résultats d'essais d'espacement pour des plantations de chênes et de hêtre et on constate d'une manière générale un manque de connaissances précises sur la structure et l'évolution de jeunes peuplements issus de régénérations naturelles. Ceci tient essentiellement aux difficultés expérimentales et au coût élevé des expériences de ce genre.

La récente publication des résultats très intéressants sur l'évolution qualitative et quantitative de plusieurs fourrés de chêne pendant vingt années (LEIBUNDGUT 1976) donne des réponses à beaucoup de questions que se posent à la fois le chercheur et le gestionnaire.

b) Les éclaircies

Il existe une très abondante bibliographie sur les différentes expériences d'éclaircie souvent fort sophistiquées traitant toutes des aspects biologiques, écologiques et autres.

Il est impossible de citer toutes les publications concernant les éclaircies, je voudrais cependant mentionner "l'Expérience Européenne de Traitement de l'Epicéa" du groupe de S 1.05 - 05 de l'IUFRO, animé par Monsieur le Professeur P. ABETZ qui a pu réunir autour d'un protocole d'expérience des chercheurs forestiers qui ont installé 23 dispositifs expérimentaux semblables dans 13 pays européens. Je citerai encore le groupe de travail de l'IUFRO P 4.02 - 01 "L'éclaircie et la mécanisation" qui a publié récemment des travaux intéressants à son sujet (HAMILTON 1976).

Beaucoup de ces expériences, surtout quand elles sont déjà plus anciennes, reflètent les objectifs divers en vigueur au moment de leur création et ne peuvent donc donner que des réponses partielles. D'ailleurs, quel forestier oserait enlever plus de 50 pour cent du volume sur pied au déjà de 15 m de hauteur dominante, dans un dispositif expérimental coûteux suivi depuis une trentaine d'années? L'expérimentation classique ne permettra probablement jamais de connaître

les réactions des arbres et des peuplements à des traitements extrêmes.

Comment répondre, preuves scientifiques à l'appui, à la question : que sera, sur une station donnée, la production totale à l'âge de 60 ans, d'un peuplement de douglas planté à 1.000 tiges à l'hectare, dans lequel on a choisi 100 "arbres de place" à 15 m de hauteur dominante avec un régime d'éclaircie défini au profit de ces "arbres de place" qui seront de plus/élagüés jusqu'à 12 m. de hauteur en ne laissant à chaque élagage qu'une hauteur de cime correspondant à un tiers de la hauteur totale de l'arbre? Que seront les dimensions et la forme de ces "arbres de place" au moment de la récolte?

Or, ce genre de sylviculture est depuis quelques années déjà appliqué en France à des milliers d'hectares de jeunes peuplements de douglas, alors que nos dispositifs expérimentaux les plus récents ont été créés dans des peuplements plantés souvent à plus de 2.000 tiges à l'hectare.

4. CONCEPTIONS DE QUELQUES EXPERIENCES NOUVELLES EN SYLVICULTURE

a) Généralités

Nous venons de constater que l'expérimentation traditionnelle éprouve quelques difficultés à répondre immédiatement ou à l'avance à la question à savoir ce que les conséquences biologiques et économiques d'une sylviculture "nouvelle". Plusieurs voies s'offrent aux chercheurs pour surmonter les difficultés. Elles ne s'excluent pas entre et il y a tout intérêt à les poursuivre simultanément:

- chercher à transposer ou à extrapoler à partir de certains résultats ou relations connues; (par exemple : tables de production à sylviculture variable à partir de placettes temporaires).
- installer des dispositifs expérimentaux qui correspondent à cette sylviculture "nouvelle" et attendre les résultats.
- utiliser des "modèles réduits" dans l'espace et dans le temps pour étudier certaines situations difficilement réalisable en "vraie grandeur".
- utiliser la modélisation mathématique et les techniques de simulation pour "prédire" certains processus biologiques.

C'est sur ces deux derniers points que nous allons nous étendre un peu plus.

b) Les modèles réduits

Des phénomènes divers ont déjà été étudiés avec succès à l'aide de "modèles réduits" dans différents domaines.

Depuis quelques années DELVAUX (DELVAUX 1975^a, 1975^b) a publié plusieurs résultats fort intéressants sur l'acquisition du rang social et le développement à différents espacements de quelques essences forestières (peuplier, épicéa, douglas, mélèzes). Ces expériences sont installées en pépinière et comportent plusieurs répétitions. Passer du "peuplement en modèle réduit" au peuplement en "vraie grandeur" n'est cependant pas un simple problème d'échelle. Les résultats obtenus par DELVAUX sont très encourageants et cette technique d'expérimentation dont toutes les possibilités d'utilisation sont loin d'être explorées, mérite de se développer dans l'avenir. Les dispositifs d'expérimentaux "miniaturisés" sont un moyen économique, rapide et précis pour tester valablement des hypothèses diverses, souvent difficiles à réaliser en vraie grandeur.

c) Modèles d'arbres et de peuplements

La notion de modélisation est maintenant bien connue et des exemples d'application dans des domaines les plus divers ne manquent pas (SCHMID-HAAS 1976).

Dans le domaine des recherches forestières nous citerons le groupe de travail de l'IUFRO S 4.01 - 04: "Modèles de croissance de l'arbre, simulation de peuplement" qui a publié en 1974 un recueil très complet de travaux originaux (FRIES 1974). Tout récemment OTTORINI (OTTO-RINI 1977) a analysé d'une manière très détaillée les publications les plus récentes à ce sujet et notamment le modèle biologique proposé par MITCHELL (MITCHELL 1975) pour le douglas. Ce modèle tient compte de la position de chaque arbre d'un peuplement et élabore à partir d'un système de relations basé sur la géométrie de la cime d'un arbre et de ses changements, l'évolution dans le temps de chaque individu et par là du peuplement. De toute évidence on peut considérer que ce modèle donne à l'expression de la concurrence des arbres en peuplement sa forme la plus concrète en accordant à la cime un rôle primordial dans la vie de l'arbre. L'élaboration d'un tel modèle implique a priori la réalisation de mesures précises sur l'architecture des couronnes (croissance des branches de différents niveaux en fonction de la croissance apicale, détermination du volume des aiguilles d'âge différent, la répartition des accroissements en diamètre le long du tronc etc....).

Ce modèle a été vérifié avec grand succès sur un certain nombre de peuplements de douglas traités différemment. La possibilité de vérifications successives d'un modèle est la condition sine qua non de son application à des fins de recherche et de gestion.

La théorie et la structure de ce modèle peuvent être étendues sans modifications majeures à d'autres essences résineuses à dominance apicale prononcée, mais des paramètres spéciaux doivent être mesurés et validés pour chaque espèce.

Les applications d'un tel modèle sont multiples aussi bien pour la recherche que pour l'enseignement et la gestion.

Différents traitements sylvicoles peuvent être simulés et on obtiendra dans chaque cas des renseignements précis sur la structure du peuplement et son évolution dans le temps. A partir de ces résultats il est aisé de définir des catégories de produits et d'y greffer des calculs économiques de tous genres. Ces résultats peuvent également servir à créer des dispositifs expérimentaux originaux. D'autres applications peuvent être envisagées : effet de la fertilisation sur la croissance par augmentation de la masse foliaire, effet d'élagages artificiels sur la répartition des accroissements, influence d'une défoliation partielle par insecte, etc. ...

Nous pensons que la modélisation dans la mesure où elle repose sur des hypothèses biologiques vérifiables constituera une des voies les plus prometteuses pour faire progresser nos connaissances dans le traitement des peuplements.

5. CONCLUSIONS

Des progrès considérables ont été accomplis dans toutes les disciplines de la recherche forestière; ils ont permis de cerner de plus près les mécanismes biologiques qui régissent le fonctionnement de l'écosystème forêt.

Les nombreux résultats d'expériences ne permettent cependant pas de répondre aux questions soulevées par l'évolution rapide et souvent imprévisible d'une sylviculture soumise aux contraintes écologiques, économiques et sociales.

Des voies nouvelles s'ouvrent à la sylviculture depuis quelques années par la modélisation et les techniques de simulation ou bien par l'utilisation de dispositifs expérimentaux miniaturisés.

Une collaboration étroite entre sylviculteurs, dendrométriciens, biométriciens, écologistes et physiologistes réunis au sein d'une équipe travaillant sur un projet de recherches précis est nécessaire.

Il est primordial pour la recherche forestière de disposer rapidement de bases scientifiques solides pour répondre aux sollicitations des gestionnaires.

6. BIBLIOGRAPHIE

- ABETZ, P., 1977: Der europäische Stammzahlversuch in Fichte (*Picea abies* Karst.)
Mitt. F.V.F.A. Baden-Württemberg n° 80, 80 p.
- ASSMANN, E. et FRANZ, F., 1965: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern.
Forstw. Centralbl. 84 (1/2), pp. 13 - 43.
- BÄRRING, U., 1974: Treatment of young stands, chemical weed control.
In: Proc. IUFRO-Symposium Stand Establishment, Wageningen (Pays-Bas) pp. 377 - 406.
- BARTET, J.-. et BOLLIET, R., 1976: Méthode utilisée pour la construction de tables de production à sylviculture variable.
Office National des Forêts, Section technique (F-77305-Fontainebleau) Document n 76 - 9, 90 p.
- CORNU, C., DELRAN, J., GARBAYE, F., LE TACON, F., 1977: Recherches des meilleures conditions d'enracinement des boutures herbacées du chêne rouvre (*Quercus petraea* (M.) Liebl.) et du hêtre (*Fagus silvatica* L.).
Ann. Sci. forest, 34, (1), pp. 1 - 16.
- DECOURT, N., 1972: Méthode utilisée pour la construction rapide de tables de production provisoires en France.
Ann. Sci. forest. 29/1, pp. 35 - 48.
- DECOURT, N. et CHARLES, P.J., 1977: Rapport de mission en Pologne.
Doc. interne INRA, 13 p.
- DELVAUX, J., 1975^a: Contribution à l'étude de l'éducation des peuplements. XIV. Acquisition du rang social dans les jeunes plantations d'épicéa.
Série B N° 39, Publ. Rech. E. et F. Groenendaal-Hoeilaart, 30 p.
- DELVAUX, J., 1975^b: Eclaircie du mélèze d'Europe (*Larix decidua* Mill.). Etude miniaturisée de l'intensité de l'éclaircie et de la rotation des coupes d'amélioration à la révolution de 6 ans (1968 à 1973).
Communication à la conf. IUFRO S 4.01 - 00, Varsowie, 19 p.
- FRANCLET, A., 1976: Amélioration de la propagation végétative des noyers hybrides: essais d'orientation.
Annales de recherches sylvicoles, A.F.O.C.E.L. - Paris, pp. 61 - 83.

- FRIES, J., 1974: Growth models for tree and stand simulation. (Proceedings of meetings of IUFRO Working Party S 4.01 - 04 in 1973).
Royal College of Forestry, Sweden, Research Note n° 30, 379 p.
- GALLAGHER, G., 1973: Spacing trials in Sitka spruce, Forest and Wildlife Service Research Communications n° 11 (Dublin), 15 p.
- HÄGGLUND, B., 1974: Treatment of young stands
In: Proc. IUFRO-Symposium Stand Establishment, WAGENINGEN (Pays-Bas) pp. 347 - 376.
- HAMILTON, G.J. et CHRISTIE, J.M., 1971: Forest Management Tables (metric)
Forestry Commission Booklet N° 34, London, 201 p.
- HAMILTON, G.J. et CHRISTIE, J.M., 1974: Influence of Spacing on crop characteristics and yield.
Forestry Commission Bulletin N° 52, p. 91.
- HAMILTON, G.J., 1976: Aspects of thinning.
Forestry Commission Bulletin N° 55, 138 p.
- KENNEL, J., 1972: Buchendurchforstungsversuche in Bayern von 1870 bis 1970.
Forschungsberichte der F.F.A. München N° 7, 264 p.
- KLEINSCHMIT, et al., 1973: Développement d'une méthode de propagation à grande échelle de l'Epicéa (*Picea abies* Karst.) par bouture.
Silvae Genetica, 22 (1 - 2) pp. 11 - 52.
- LEIBUNDGUT, H., 1976: Grundlagen zur Jungwaldpflege; Ergebnisse zwanzigjähriger Untersuchungen über die Vorgänge der Ausscheidung, Umsetzung und Qualitätsentwicklung in jungen Eichenbeständen. *Mémoires de l'Institut Fédéral de Recherches forestières Suisses*, 52/4, pp. 311 - 371.
- LOW, A.J. et VAN TOL, G., 1974: Initial spacing in relation to stand establishment.
In: Proceedings IUFRO-Symposium Stand Establishment, Wageningen (Pays-Bas), pp. 296 - 319.
- MINKLER, L.S., 1974: Prescribing silvicultural Systems.
Journal of For. U.S.A., (5), pp. 269 - 273.
- MITCHELL, K.J., 1975: Dynamics and simulated yield of douglas fir.
Forest Science Monograph N° 17, 39 p.
- OSWALD, H., 1974: Biological and ecological aspects of the treatment of young stands.

- In: Proceedings IUFRO-Symposium Stand Establishment, Wageningen (The Netherlands), Oct. 15 - 19, 1974. pp. 320 - 346.
- OSWALD, H. et PARDE, J., 1976: Une expérience d'espacement de plantation de douglas en forêt domaniale d'Amance. Rev. for. franc., XXVIII/3, pp. 185 - 192.
- OTTORINI, J.M., 1975: En marge du calcul des tables de production pour le pin noir dans le S.E. de la France. Doc. 75-FM/05, S et P INRA-CNRF, Nancy, 21 p. ronéo.
- OTTORINI, J.M., 1977: L'étude quantitative du développement et de la croissance des peuplements forestiers équiennes purs; (bibliographie) INRA-CNRF, Station de Sylviculture et de Production (Nancy-France), Doc. N° 77/01 (ronéo à distr. limitée), 60 p.
- POLLANSCHÜTZ, J., 1974: Erste ertragskundliche und wirtschaftliche Ergebnisse des Fichtenpflanzweiteversuches "Hauersteig". In: 100 Jahre Forstliche Versuchsanstalt. F.B.V.A. Wien, pp. 99 - 171.
- SCHMID-HAAS, P., 1976: Forschung mit Modellen. In: Festschrift Alfred Kurt; Beiheft N° 57, Zeitschr. Schweizer. Forstverein, pp. 27 - 35.
- STIELL, W.M., et BERRY, A.B., 1977: A 20 year trial of redpine planted at seven spacings. Forest Management Institute Ottawa. Information report FMR - X - 97, 25 p.

SUMMARY

Titel: Conceptions of new experiments in silviculture

During the past 30 years an important research progress has been accomplished in all forest disciplines and a better knowledge of the very complex interrelations between environmental factors and stand development has been obtained.

Actual silvicultural systems are more and more influenced by economical and social constraints. But the numerous research results can not always provide objectiv and satisfying answers to questions arising from the fast and often unforeseeable evolution of silvicultural technics.

New ways to describe the development of stands and to establish different silvicultural systems can be found in the establishment of miniaturized experiments (DELVAUX). But an important progress can be obtained by the construction of a dynamic mathematical model that allows the simulation of tree and stand development on a biological basis (crown growth). Such a model (individual tree and distance dependant) has recently been published by J. K. MITCHEL for douglas fir. The reliability of such a model depends on the possibility of verification of the simulation results. At the planning of new thinning experiments these features should be taken into account and crown development should be measured regularly.

A better collaboration between silviculture, forest mensuration, ecology, physiology and biometry should be established.

ZUSAMMENFASSUNG

Titel: Konzeption neuer Versuche im Waldbau

In den vergangenen 30 Jahren wurden in allen Fachgebieten der forstlichen Forschung beachtliche Fortschritte gemacht, und ein besserer Einblick in die komplizierten Zusammenhänge zwischen Umweltfaktoren und Bestandesentwicklung gewonnen.

Die Waldbautechniken werden heute vor allem von ökonomischen Faktoren stark beeinflusst aber auch die Sozialfunktionen des Waldes fallen immer mehr ins Gewicht.

Die sehr zahlreichen Untersuchungsergebnisse erlauben jedoch nicht alle Fragen, die durch die rasche und oft unvorhersehbare Entwicklung der Waldbautechnik gestellt werden, objektiv in zufriedenstellender Weise zu beantworten.

Neue Wege zur Erforschung der Bestandesentwicklung und der Ableitung von verschiedenen Waldbausystemen sind durch die Anlage von Modellversuchen in einem reduzierten Maßstab gegeben (J. DELVAUX). Ein wesentlicher Fortschritt kann jedoch mit der Erstellung von Wachstumssimulatoren erzielt werden, die auf die Kronenentwicklung aufbauend, den Entwicklungsgang des Einzelbaumes berücksichtigen (abstandbedingte, biologische Einzelbaummodelle). Ein solches Modell wurde vor kurzem von K. J. MITCHELL für die Douglasie veröffentlicht.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Anwendung dieser Modelle ist die Überprüfbarkeit. Bei der Anlage von Durchforstungsversuchen sollten daher Kronenmessungen weitgehend mitberücksichtigt werden. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Waldbau, Ertragskunde, Ökologie, Physiologie und Biometrie ist anzustreben.

ZUR PROBLEMATIK DER ANWENDUNG VON DURCHFÖRSTUNGS-HILFEN

Peter ABETZ

Forstl. Versuchs- und Forsch. Anstalt, Freiburg/BRD

1. EINLEITUNG

Die Palette angebotener Durchforstungsempfehlungen ist breit. Der Waldbauer vermag jedoch unter dem Druck der Tagesprobleme kaum mehr zu beurteilen, welche Empfehlung im Einzelfall beachtenswert ist. Mehr und mehr delegiert er die Durchforstung an weniger qualifizierte Mitarbeiter und vermag die Durchführung nicht mehr zu kontrollieren.

Da es aber zu den Aufgaben der Waldbauforschung zählt, sich auch mit der Frage der Realisierbarkeit waldbaulicher Empfehlungen zu befassen, ist es folgerichtig, daß sich die IUFRO nun auch diesem Problem zuwendet.

Das mir vom Koordinator der Division 1, Herrn Prof. MLINSEK, gestellte Thema berührt daher nicht die Frage der Zweckmäßigkeit einer bestimmten Durchforstungsweise. In diesem Vortrag soll ich vielmehr nur die Frage behandeln, ob und wie eine für zweckmäßig erachtete Durchforstungsweise auch von der Praxis nachvollzogen werden kann und welche Probleme dabei auftreten können.

Am Beispiel der Auslesedurchforstung, die schon in den 20-er Jahren nach Meinung des Landesforstmeisters PHILIPP des damaligen Landes Baden breiten Eingang in die Praxis finden sollte, möchte ich aufzeigen, wie wir neuerdings versucht haben, dieses Problem einer Lösung näher zu bringen.

Wenn ich mich an meine Kindheit erinnere, als mich mein Vater in den Universitäts-Lehrwald bei Freiburg zum Holzanweisen mitnahm, so vergesse ich nicht, wie lange mein Vater um einen Baum herumging, bis er sich entschied, ihn anzuschalmen. Offensichtlich lief in seinem Kopf ein sehr komplizierter und langwieriger Entscheidungsprozeß. Als junger Forstpraktikant im Lehrwald der Universität Zürich unterwies mich dann mein erster Waldbaulehrer, Prof. LEIBUNDGUT, nach welchen Kriterien ein Baum auszuwählen sei. Hier wurde ich gewahr, welche vielfältigen Faktoren zu berücksichtigen sind.

Als ich in späteren Jahren mich beruflich wieder mit der Durchforstungsfrage zu befassen hatte, wurde mir bewußt, daß der Auslesedurchforstung nur dann Eingang in der Praxis zu verschaffen sei, wenn man berücksichtigt, daß auch der willigste Forstmann für die Waldpflege, die eigentlich eine seiner wichtigsten Aufgaben ist, kaum mehr Zeit hat.

2. DURCHFÖRSTUNGSEMPFEHLUNGEN MÜSSEN PRAKTIKABEL SEIN

Ein hochentwickeltes und ausgereiftes Pflegekonzept wie die SCHÄDE-LIN'sche Auslesedurchforstung kann heute nur noch selten einem Forstamts- oder Revierleiter zur Aufgabe und Nachahmung aufgebürdet werden. Will man aber auch im Bereich der Durchforstung delegieren, müssen einfache, klar verständliche und leicht überprüfbare Arbeitsaufträge gegeben werden. Daß mit der Delegation gewisse Abstriche an dem hochgesteckten Ziel einer vollendeten Auslesedurchforstung gemacht werden müssen, ist kaum zu vermeiden, jedoch eher zu verantworten, als daß in den uns anvertrauten Wäldern substanzgefährdende oder gar keine Durchforstungen geführt werden.

Eine Durchforstungsempfehlung muß sich also auf das Wesentliche konzentrieren. Bei der bunten Vielfalt unserer Wälder und den vielseitigen Ansprüchen der Menschen an den Wald ist nicht zu übersehen, daß letztlich der einzelne Baum im Zentrum des Interesses stehen muß. Wir wollen ja nichts anderes als eine möglichst große Anzahl von Bäumen bestimmter Baumarten mit bestimmten Holzeigenschaften und ökologischen Wirkungen zu optimalem Wachstum zu bringen, um damit einen möglichst hohen Gesamtnutzen für unsere Enkel zu erzielen.

Eine Df-Empfehlung muß sich deshalb zunächst auf eine ganz bestimmte Anzahl von sogenannten Zukunftsbäumen (Z-Bäumen) konzentrieren. Über die Duldung oder Entfernung von Konkurrenten können wir ihren natürlichen Wachstumsgang wirkungsvoll modifizieren, ihre Widerstandsfähigkeit z.B. gegenüber Schnee und Sturm erhöhen, die Entwicklung ihrer Aststärken und Jahrringbreiten in uns gewünschte Bahnen lenken. Obgleich diese Z-Bäume rd. 80 % der gesamten Wertleistung eines Bestandes ausmachen, ist doch daneben auch aus ebenfalls ökologischen und ökonomischen Gründen die Bestockungsdichte im Füllbestand in bestimmten Bereichen zu halten, die sich aus den örtlich gegebenen Produktionszielen und standörtlichen Möglichkeiten ergeben.

Während zur Beurteilung des Z-Baumes sein h/d -Wert herangezogen wird, das ist der Quotient aus Höhe und Brusthöhendurchmesser, dienen für die Beurteilung der Bestockungsdichte des Gesamtbestandes sogenannte Baumzahl-Leitkurven in Funktion der Bestandesoberhöhe, die allerdings in Mischbeständen nicht anwendbar sind.

Mit dieser zahlenmäßigen Beschreibung bot sich die Möglichkeit, eine leicht verständliche, praktikable und überprüfbare Durchforstungsempfehlung zu formulieren. Denn der h/d -Wert wie die Baumzahl-Leitkurven schienen uns jene leicht ermittelbaren Kennwerte eines Bestandes zu sein, deren Erfassung dem Praktiker zumutbar ist und zugleich auch die Möglichkeit der Selbstkontrolle bietet.

3. WIE FÜHRT MAN EINE DF-EMPFEHLUNG IN DIE PRAXIS EIN?

Ohne auf weitere Details unserer Entscheidungshilfen einzugehen, möchte ich nun am Beispiel der Fichte schildern, wie wir versucht haben, die Empfehlungen in der Praxis einzuführen, welche Strategie befolgt wurde und welche Probleme dabei auftraten.

Unserem Vorgehen kam zugute, daß schon bei der Erarbeitung dieser Entscheidungshilfen interessierte Praktiker im Rahmen sogenannter forstlicher Stützpunkte mitgewirkt und die Anwendbarkeit der Entscheidungshilfen über einige Jahre im ganzen Land intensiv getestet hatten.

Entscheidend war nun, daß mit der Herausgabe der Merkblätter und der Df-Hilfe Fi 75 gleichzeitig auch eine intensive Schulung einsetzte. Diese Schulung wurde zunächst ausschließlich durch meinen Mitarbeiter Herrn MERKEL und mich an einem dafür eingerichteten Übungsbestand durchgeführt. Von da aus ging dann nach dem Schneeballprinzip die Schulung in die Breite über das ganze Land hinweg.

Damit der jeweilige Vorgesetzte seinen nachgeordneten Mitarbeitern in Durchforstungsfragen gegebenenfalls Hilfestellung leisten könnte, schulten wir zunächst den Chef der Verwaltung, den Landesforstpräsidenten und seine Ministerialräte und endeten mit der Schulung der Forstamtsleiter und deren Revierleiter auf der unteren Ebene.

Wir begannen also mit der Schulung ganz oben in der Verwaltungshierarchie.

Den Akzent der Schulung legten wir auf die Auswahl der Z-Bäume. Denn der Erfolg einer Auslesedurchforstung steht und fällt mit deren Auswahl. Die anschließende Freistellung der Z-Bäume durch Aushieb von Konkurrenten stößt in der Regel kaum auf größere Schwierigkeiten. Ich glaube, daß hierauf der - wenn auch bescheidene - Erfolg unserer Schulungsmethode zurückzuführen ist. Würde nämlich nur auf das Holzanweisen, d.h. auf die Auswahl der Df-Bäume Wert gelegt, könnten sehr schnell Mißverständnisse und Unklarheiten auftreten. Steht jedoch der Z-Baum im Mittelpunkt der waldbaulichen Arbeit, reduzieren sich die Möglichkeiten für Meinungsverschiedenheiten deutlich.

Aus didaktischen, aber auch aus ökonomischen Gründen, richteten wir ein spezielles Schulungsobjekt ein, das in unmittelbarer Nähe mehrerer Versuchsflächen zum gleichen Thema liegt. Diese Bestände sind nun im Laufe der Jahre sehr vielen Forstleuten vertraut geworden, so daß sie auch bei anderen Gelegenheiten und Durchforstungsdiskussionen auf diese Bestände und Versuchsflächen Bezug nehmen können. Gerade letzteres sollte man in seiner Bedeutung nicht unterschätzen, läßt sich doch manche Diskussion unter den Forstleuten damit präzisieren. Schließlich wählten wir einen Übungsbestand, der von seiner Struktur her einerseits viele Ansatzpunkte zur Diskus-

sion der wichtigsten Durchforstungsfragen bietet, andererseits aber auch ein gewisses Erfolgserlebnis garantiert, das für den Übenden so wichtig ist.

Um unerfahrene Personen nicht bloß zu stellen, wurden die Übungsfelder so groß gewählt, daß stets Gruppen von etwa 3 - 5 Personen gemeinsam üben können. So bleibt der einzelne anonym, kann aber trotzdem ein eventuell sehr gutes Übungsergebnis seiner Gruppe auch seiner Person zuschreiben.

Die Übungsfelder liegen in einem etwa 15 m hohen, bisher nicht durchforsteten Fichtenbestand. Alle Bäume sind nummeriert, die wichtigsten ertragskundlichen Daten ermittelt und Baumverteilungspläne angelegt. Für jedes Übungsfeld gibt es sogenannte Musterlösungen für die Auswahl der Z-Bäume und Durchforstungsbäume. Die Erarbeitung dieser Musterlösungen ist ganz entscheidend für den Schulungserfolg. Hier darf man keine Mühe scheuen. Wir beteiligten eine größere Anzahl erfahrener Forstleute an der Erstellung dieser Musterlösung. Wie bei jeder Durchforstung gibt es auch in diesen Übungsfeldern Situationen, in denen selbst Fachleute sich nicht eindeutig zu entscheiden vermögen. In jedem Übungsfeld gibt es daher mehrere sogenannte richtige Entscheidungen und damit auch mehrere gleichwertige Musterlösungen. Neben den sogenannten eindeutigen Z-Bäumen bildeten wir eine 2. Kategorie sogenannter wahlweiser Z-Bäume. Wie hier z.B. Nr. 45 und Nr. 57. Bei ihnen handelt es sich um gleichwertige Kandidaten, von denen wegen des geringen Baumabstandes untereinander nur einer ausgewählt werden darf. Der Übende kann sich also zwischen einem der beiden Z-Bäume entscheiden und es wird ihm die eine wie die andere Entscheidung als eine richtige Entscheidung angerechnet.

In einigen, jedoch seltenen Fällen konnten kleine Kettenreaktionen auftreten wie hier in dieser Konstellation. 3 Möglichkeiten richtiger Entscheidungen wurden hier in die Musterlösung aufgenommen:

Als Z-Baum können gewählt werden:

Nr. 332, 331, 413
oder Nr. 332, 376
oder Nr. 322, 376.

Die Musterlösung sieht also hier die Möglichkeit der Auswahl von insgesamt 2 oder 3 Z-Bäumen vor.

Eine 3. Kategorie sogenannter möglicher Z-Bäume umfaßt jene, die man als Z-Baum deklarieren kann, aber nicht zwingend auswählen muß. Es sind dies Bäume, die wegen fehlender Nachbarschaftsbäume trotz deutlicher Mängel mit hoher Wahrscheinlichkeit in den Endbestand kommen werden, beispielsweise Nr. 34.

Nun zur Übung selbst:

Nach einer kurzen Erläuterung und Diskussion in einem nahegelegenen Demonstrationsbestand erhalten die Übenden gelbe und rote Plastikbänder zur Kennzeichnung der Z-Bäume und Durchforstungsbäume sowie ein Nummernverzeichnis, in welchem die Übungsgruppe die Nummern der ausgewählten Bäume markiert. Die Übung dauert etwa 1 Stunde und wird in der Regel mit einer gemeinsamen Erörterung von Zweifelsfällen beendet. Nach Auswertung der Protokolle (manuell oder über die EDV) erhalten die Übungsgruppen das Ergebnis zusammen mit Baumverteilungsplan und Musterlösung. Auf diese Weise können die Übungsergebnisse zu Hause noch einmal rekonstruiert und beurteilt werden.

Auf die Übungsergebnisse der Jahre 1975 und 76 (475 Personen in 95 Gruppen) werde ich nur mit dieser Graphik eingehen. Sie sehen, daß das Treffer-% bei der Auswahl der Z-Bäume erfreulich hoch, bei 80 % lag und auch bei der Durchforstung gute Ergebnisse erzielt wurden. Erwähnenswert ist, daß mit 306 Z-Bäumen/ha im Durchschnitt nicht einmal die Musterlösung mit 319 Z-Bäumen/ha erreicht wurde. Nur 3 Gruppen überschritten die in unserer Durchforstungshilfe als Maximum angegebene Zahl von 400 Z-Bäumen/ha. Damit ist der Einwand, 400 Z-Bäume/ha seien zu wenig, in überzeugender Weise widerlegt.

4. ERFAHRUNGEN BEI DER EINFÜHRUNG DER DF-HILFE FI 75 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Zunächst zu den Einwänden, die uns bei der Schulung und Beratung entgegengehalten wurden:

- sie sei ein gefährliches Reglement, das der natürlichen Vielfalt des Waldes nicht gerecht werde (Hinweise auf vergangene Zeiten, in denen z.B. der Keilschirmschlag oder Blendersaumschlag diktiert wurde)
- sie sei nicht anpassungsfähig an den individuellen Bestand
- sie verursache Zuwachsverluste
- sie baue wichtige Vorratsreserven ab.

Diesen Einwänden konnten wir z.T. begegnen anlässlich der gleichzeitigen Besichtigung von Versuchsflächen in der Nachbarschaft oder aber auch darauf hinweisen, daß:

- die Gefahr des Mißbrauchs einer Empfehlung wie bei der Anwendung von Medizin auch hier gegeben sei
- die Durchforstungshilfe keine Vorschrift sondern eine Empfehlung

sei, dem Forstmann jeglicher Freiraum bliebe, beim Abweichen von der Empfehlung er jedoch dies begründen sollte

- Zuwachsverluste nur bei unbedachter Anwendung auftreten
- in der Erziehungsphase keine betriebswirtschaftlich relevanten Reserven gebildet werden, sondern nur Durchforstungsrückstände auftreten können, echte Reserven nur in gesunden Baumhölzern und Althölzern bestehen könnten.

Neben den kritischen Stimmen gibt es auch positive Stimmen:

- man spricht wieder über den Waldbau und die Durchforstung
- man unterzieht den einzelnen Bestand wieder einer kritischeren Prüfung
- man ist froh, meßbare Kriterien zu haben (h/d-Wert und Anzahl der Z-Bäume und Gesamtbaumzahl je ha), um leichter beurteilen, entscheiden, delegieren und überprüfen zu können
- man erkennt, daß ein anfänglich größerer Aufwand bei der ersten Auslesedurchforstung später zu einer Arbeitsentlastung führt, denn mit der ersten Auslesedurchforstung werden die entscheidenden Weichen für die weitere Entwicklung gestellt
- man lebt wieder mit seinen Z-Bäumen
- man weiß nun die Rückeschäden zu reduzieren, indem die Farbbänder bis nach der Durchforstung an den Z-Bäumen verbleiben
- man spart Ästungskosten durch die rechtzeitige Konzentration auf weniger Z-Bäume
- man begegnet wirksamer dem Schneebruch und Sturm
- man rettet das Laubholz als wichtige Beimischung
- der Waldbau bestimmt wieder den Hiebssatz und nicht umgekehrt.

Selbstverständlich treten derzeit immer noch einige Fehler auf:

- bei der Bestimmung der Baumzahl und Oberhöhe
- bei der erstmaligen Anwendung in Beständen über 20 m Oberhöhe
- bei der Beurteilung des Durchforstungszeitpunktes und der Durchforstungsstärke, wenn nicht neben der Baumzahl gleichzeitig der h/d-Wert betrachtet wird.

So darf z. B. in den sehr dicht und homogen erwachsenen Beständen Oberschwabens die Baumzahl nur vorsichtig abgesenkt werden und umgekehrt kann in den stufig erwachsenen Fichtenbeständen des Schwarzwaldes der Durchforstungszeitpunkt relativ weit hinausgeschoben werden, weil die h/d-Werte der Z-Bäume niedriger sind.

Diese Fehler treten aber heute immer weniger auf und sind, wo sie gemacht wurden, weniger gravierend als die Wertverluste, die durch Durchforstungsrückstände verursacht wurden.

Die wiedergefundene Freude an der Auslesedurchforstung, das eingetretene Erfolgserlebnis bei der Standortraumregulierung in Fichten- und in Mischbeständen sprechen für den von unserer Verwaltung eingeschlagenen Weg. Die Entscheidungshilfen haben nicht den waldbaulichen Spielraum unserer Forstleute eingeengt, sondern ihre Freude zum selbständigen Handeln und ihr Verantwortungsbewußtsein für einen zielorientierten, multifunktionalen Waldbau wieder geweckt. So bleibt mir nur Dank zu sagen allen Mitarbeitern in der Forschung aber auch allen Praktikern, daß wir uns gemeinsam auf einen erfolgversprechenden Weg aufgemacht haben.

ZUSAMMENFASSUNG

Es ist leider festzustellen, daß der Forstmann heute nicht mehr genügend Zeit findet, sich mit waldbaulichen Fragen insbesondere der Bestandespflege zu befassen. Mehr und mehr ist er gezwungen, die Durchforstung an weniger qualifizierte Mitarbeiter zu delegieren.

Eine Durchforstungsempfehlung muß deshalb einfach und klar verständlich und das Arbeitsergebnis leicht überprüfbar sein. Sie muß sich auf das Wesentliche konzentrieren. Die Durchforstungshilfe Fi 1975 der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg (Merkblatt Nr.13 der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Abt. Waldwachstum) will eine solche Empfehlung sein. Sie gibt einfache Hinweise für die Auswahl und Freistellung der sogenannten Zukunftsbäume (Z-Bäume) sowie Orientierungswerte für die Bestockungsdichte mit sogenannten Baumzahl-Leitkurven.

Um diese einfache Durchforstungsempfehlung in der Praxis einzuführen, richteten wir mehrere Übungsflächen und eine Demonstrationsfläche im Forstbezirk Riedlingen/Donau ein. Eine gleichzeitige Exkursion in benachbarte Versuchsflächen zum Thema "Auslesedurchforstung" half dabei, das Verständnis zu vertiefen.

Während bei der Erarbeitung der Durchforstungshilfe Fichte 75 zahlreiche Waldbaupraktiker mitgewirkt und die Empfehlungen auf ihre Anwendbarkeit getestet hatten, begann die Schulung der Forstleute an der Spitze der Verwaltungshierarchie und endete bei den Revierleitern. Von den so geschulten Forstleuten wurden dann weitere Demonstrations- und Übungsflächen in den verschiedenen Landesteilen eingerichtet, so daß es zu der gewünschten Breitenwirkung kam.

In den Übungsfeldern wurden Baumverteilungspläne angelegt, alle wichtigen ertragskundlichen Daten erhoben und für die Auswahl der Z-Bäume und Durchforstungsbäume Musterlösungen erstellt. Die Übungsergebnisse wurden dann mit diesen Musterlösungen verglichen. 1975 und 1976 wurden 475 Personen in 95 Gruppen in Riedlingen geschult und erzielten überraschend erfreuliche Ergebnisse (Trefferquote im Durchschnitt 80 % der Musterlösung).

Die anfängliche Skepsis gegenüber der Durchforstungshilfe Fi 75 konnte abgebaut werden. Der für den Waldzustand verantwortliche Forstmann hat erkannt, daß diese Durchforstungshilfe keine Reglementierung darstellt sondern eine brauchbare Entscheidungshilfe ist, um trotz der zunehmenden anderweitigen Belastung und wirtschaftlichen Schwierigkeiten die Bestandespflege zu intensivieren.

SUMMARY

Unfortunately, today the forester does not any longer find enough time to occupy himself with silvicultural questions especially with the treatment of stands. More and more, he is forced to delegate thinning to less qualified personnel.

Therefore, a thinning guide must be simple and clearly understandable and the working results must be easy to check. The guide must concentrate on the essential. The "Durchforstungshilfe Fi 1975" (thinning guide of the Forestry Administration of Baden-Württemberg (pamphlet nr. 13 of the Forest Research Institute Freiburg, department yield and silviculture) is intended as such a guide. It gives simple hints for choice and singling out of so-called future crop trees and orienting values for the stand density by means of so-called tree number curves.

In order to introduce this simple thinning guide into practice, we established several training plots and a demonstration plot in the forestry district of Riedlingen/Danube. A simultaneous excursion into neighbouring sample plots on the subject of "selective thinning" helped to deepen understanding.

Whereas numerous silvicultural experts had cooperated in working out the Durchforstungshilfe Fi 75 and had tested the applicability of the guide, the training of the foresters started from the top of the administrative hierarchy and ended with the local foresters. The foresters trained in this way established further demonstration and training plots in various parts of the country, so that a spreading out over the whole country of these treatments is ensured.

In the training plots tree distribution maps were established, all important dates concerning yield were investigated and model solutions

for the choice of the future crop trees were set down. The results of the individual training were then compared with these model solutions. In 1975 und 1976 475 persons in 95 groups were trained at Riedlingen and reached surprisingly good results (average of 80 % of model solution).

The initial scepticism against the thinning guide "Durchforstungshilfe Fi 1975" has since diminished. The men responsible for the condition of the forests have realized that this thinning guide is no reglemantation but helps them in finding the right decision, so that in spite of growing other burdens and economic difficulties the treatment of the stands may be intensified.

TENDANCES DE LA SYLVICULTURE

Jacques DELVAUX

Station de Recherches des Eaux & Forêts
Groenendaal-Hoeilaart/Belgique

Sans vouloir faire de vaines distinctions entre recherche appliquée, recherche, recherche fondamentale, avec ou sans majuscules, force est de constater que la recherche forestière s'est considérablement développée au cours des vingt dernières années.

Les essais et placettes d'essais d'inspiration empirique ont cédé la place à une expérimentation plus rigoureuse. Les moyens de calcul rapidement perfectionnés ont permis l'intervention de l'appareil de calcul de la statistique et de la biométrie. La sylviculture, science biologique appliquée, est nécessairement un objet de recherche appliquée. Pourtant, ce ne sont plus les sylviculteurs de terrain, les gestionnaires, qui assurent la conception et l'exécution de la recherche. Ici comme ailleurs, la spécialisation manifeste ses avantages indéniables, et des inconvénients certains.

Non seulement la recherche s'est séparée de fait de la sylviculture de terrain; mais il se développe même des institutions et des structures dont l'objet est de développer pour l'application à la sylviculture les résultats de la recherche forestière. Les risques d'incompréhension, d'absence de contact, de distorsion, d'extension ou de restriction abusive, sont évidents.

Deux exemples récents montrent des cas d'application de recherches forestières, réalisées avec des objectifs d'application concrète nettement définis. Il s'agit d'applications pratiques, qui respectent les conclusions et les enseignements de recherches initiales. Elles poursuivent des objectifs cependant très nettement différents. Ce sont peut-être des exemples qui justifieraient de distinguer d'une part la recherche forestière, qui met en évidence et explique des mécanismes biologiques, en proposant éventuellement la manière d'en tirer parti dans un but déterminé; la recherche forestière appliquée d'autre part, qui propose une application déterminée à partir de conclusions précédemment admises, sans plus les remettre en cause ni considérer leur bienfondé ou leur champ d'application. C'est ce que l'on pourrait qualifier d'élaboration de "recettes", avec tous les risques liés aux recettes non assorties de la prise en considération de leurs fondements.

Les recettes constituent un aboutissement pourtant nécessaire de la recherche. Ce sont elles qui nous permettent de tourner efficacement une clef de contact de voiture, un interrupteur d'électricité, de poste

de radio ou de télévision, en ne poursuivant qu'un objectif, qui se réalise presque chaque fois, sans aucune considération et généralement sans réelle connaissance du pourquoi et du comment de nos gestes.

Le professeur MLINSEK m'a proposé, à l'occasion de cette réunion (I.U.F.R.O. Div. 1, Forest Environment and Silviculture, Autriche-Yougoslavie, 25.IX.-3.X.1977), de traiter de "La problématique de Durchforstungshilfe". Le mot m'était inconnu. Le traduire littéralement m'éclairait à peine.

Dans le n° du 23 août 1975 de l' "Allgemeine Forstzeitschrift" consacré au 6e Congrès du KWF, ABETZ se réfère à un "Merkblatt n° 13" intitulé "Durchforstungshilfe Fi 1975". Nous voilà en plein domaine des recettes, des néologismes et des sigles, ardu à traduire pour les non initiés. Il s'agit en fait du Congrès du "Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik". "Durchforstungshilfe" pris à la lettre désigne une brochure technique dont le Professeur ABETZ a bien voulu m'adresser un exemplaire, en même temps que des tirés à part d'articles traitant de certains aspects des recommandations qui y sont formulées. La brochure est de toute évidence une instruction technique à usage relativement local. Nous ne la connaissons ni par les divers "Abstracts" de publications techniques, ni par la voie des échanges de publications entre Stations de Recherches.

Moins littéralement, "Durchforstungshilfe" désignerait les mesures et recommandations constituant un guide ou une procédure d'exécution des coupes d'éclaircie, quantifiées, ou schématisées, ou systématisées, dans un esprit qui englobe les coupes systématiques, les éclaircies numériques, les tables de production que BARTET qualifie de tables à sylviculture variable. (L'appellation est peut-être malheureuse. Il n'y est pas question d'une sylviculture variable, mais d'une "autre" sylviculture, peut-être d'une sylviculture "à la carte", ou "alternative",...).

Bref, je commence à saisir ce que peut signifier une expression qui est encore essentiellement un néologisme propre à son auteur. Je ne suis pas encore en mesure d'en proposer une définition ni une traduction.

Mon intention est de considérer deux cas, pris comme exemples; d'en discuter en les considérant tels qu'ils m'apparaissent, comme représentatifs d'une tendance, que je crois temporaire, de la sylviculture actuelle.

Le cas de "Durchforstungshilfe Fi 1975".

Il s'agit d'une brochure de petit format, de 7 pages de texte et 2 pages de figures, sans nom d'auteur ni références bibliographiques, publiée sous le n° 13 d'une série distribuée par la Station de Recherches forestières du Baden-Württemberg.

Le Dr ABETZ me démentira s'il n'en est pas l'auteur, ou au moins l'inspirateur principal.

Sous une forme extrêmement condensée, les recommandations préconisent des considérations et des techniques d'exécution, familières aux lecteurs de la littérature technique anglo-saxonne. Elles sont évidemment inattendues dans la tradition forestière de langue allemande.

Sans les citer toutes, les idées suivantes sont traduites en recommandations et en recettes d'exécution:

- calendrier des coupes organisé en fonction de la hauteur dominante du peuplement, ce qui rend la connaissance de l'âge et de la classe de productivité superflue;
- désignation des arbres d'avenir;
- normes numériques définissant le nombre d'arbres à conserver, en fonction de la hauteur dominante;
- succession des coupes de 2 en 2, 3 en 3 ou 4 en 4 m d'accroissement en hauteur dominante, au lieu de la classique rotation définie en nombre d'années séparant les coupes successives;
- techniques d'exécution des coupes numériques par quadrillage du peuplement;
- désignation d'un nombre d'arbres d'avenir égal ou inférieur au nombre d'arbres du peuplement final, sans souci d'arbres d'avenir qui pourraient être exagérément espacés, faute de candidats valables;
- surveillance du rapport H/D pour assurer la stabilité du peuplement;
- grande importance accordée au matériel à exploiter, au lieu de la coupe exclusivement définie par le matériel à conserver sur pied;
- sylviculture distincte des peuplements normalement stables, et des peuplements à haut risque de chablis, qui sont traités à courte révolution.

Ces idées, j'en suis familier pour les avoir recommandées moi-même; surtout, pour les avoir souvent signalées dans de nombreuses références commentées de publications.

Ces idées rappellent inmanquablement un secteur typique de la littérature forestière. Elles évoquent les noms de CRAIB, O'CONNOR, HILEY, BRADLEY, HAMILTON, MARTINOT-LAGARDE, le "Forest Planning" de JOHNSTON, GRAYSON et BRADLEY, la sylviculture d'Afrique du Sud, et bien d'autres.

Où naît la perplexité, c'est que ces auteurs ne figurent pas dans les nombreuses références bibliographiques généralement citées par ABETZ, qui m'écrit par ailleurs que les nombreuses données sur lesquelles se fondent ses recommandations de normes numériques n'ont délibérément pas encore été publiées ("... habe ich bewußt noch nicht veröffentlicht".)

C'est sans doute ici le moment de préciser que nous sommes chaud partisan des idées avancées et recommandées; que nous sommes en même temps fort peu enthousiastes des objectifs qui semblent poursuivis.

Nous sommes tout d'abord d'avis que les instructions techniques surtout si elles s'écartent des traditions et des pratiques locales longuement transmises de bouche à oreille hors enseignement et directives écrites quel que soit le niveau technique ou hiérarchique de leurs destinataires; gagnent à indiquer des références précises. Elles favorisent l'adhésion et la conviction des sceptiques qui ont néanmoins une certaine confiance dans la chose publiée et dans l'indication des sources. Elles satisfont le scepticisme ou permettent l'exercice de l'esprit critique de ceux qui se donnent la peine de remonter aux sources citées.

La sylviculture britannique récente, et plus encore celle d'Afrique du Sud, sont nées de nécessités durement persues et nettement exprimées. Il s'agissait à l'origine, et en bref de créer des peuplements et de produire du bois, dans des régions qui en étaient pratiquement dépourvues. Il s'agissait de produire le plus vite possible des bois de dimensions exploitables; d'en produire d'abord autant que possible dans la mesure où leur plus grand nombre à l'unité de surface ne diminuerait pas l'accroissement individuel. C'est toute l'histoire des "C. C. T. plots" qu'il faudrait notamment retracer. Les pertes de production à l'unité de surface, résultant d'une sylviculture à accroissement individuel très élevé; les conséquences technologiques des cerne larges; la régularité des cerne; la quantification des coupes, du type de coupe; les méthodes pratiques d'exécution; sont venues ensuite compléter tout un système de sylviculture conçu en fonction d'impératifs techniques préalablement définis.

Le "Merkblätter n°13" reprend l'essentiel des enseignements d'une expérimentation originale qui a servi à élaborer une doctrine cohérente de nature à satisfaire des objectifs préalablement définis et des impératifs préalablement reconnus.

Dans la mesure où le "Durchforstungshilfe" contribue à faire connaître des techniques non pratiquées en Europe continentale, nous ne pouvons que les approuver sans restriction. La difficulté pour le lecteur de remonter aux sources le doute qui peut subsister dans certains cas, quant à la validité du transfert de conclusions vérifiées sur pins tropicaux à des climats et à des espèces fort différents ne constituent finalement que des objections facilement surmontables.

La véritable objection que nous faisons au "Durchforstungshilfe Fi 1975" concerne les objectifs. Nous l'exprimerons en commun avec les objections de même nature que nous inspirent les tables de production à "sylviculture variable" de BARTET.

Le cas des "Tables de production à sylviculture variable"

La Section Technique de l'Office national des Forêts apparaît à un étranger peu au fait de la réalité des structures de l'Administration forestière française, comme un organisme charnière. La Section Technique assure la diffusion et la vulgarisation des résultats de la recherche, dans la réalité pratique de la gestion forestière. Non seulement gestion et recherche apparaissent comme assez nettement distinctes, mais un service ad hoc assure une liaison jugée nécessaire entre les deux. Inévitablement sans doute, la recherche accusera la Section technique d'empiéter sur ses attributions, et de pratiquer sa propre recherche; la gestion ne sera pas en reste, et accusera la Section technique de négliger la réalité concrète des problèmes du gestionnaire, comme elle accusait la recherche de le faire.

Bref, MARTINOT-LAGARDE et BARTET ont traduit et diffusé à l'intention des forestiers français le manuel des "Forest Management Tables" britanniques, et expose la construction et l'utilisation des tables de production britanniques.

La thèse est qu'il est possible de "calculer des tables pour "différentes sylvicultures plausibles,..." aux seules conditions d'admettre que "la production totale en volume définie par (la loi d'EICHHORN) "... s'applique à tous les peuplements et n'est pas influencée par la "sylviculture, tant que celle-ci reste dans les limites d'utilisation du "potentiel de la station".

C'est une thèse fréquemment admise, et reconnue valable pour l'essentiel. Elle est contestée au niveau d'une précision de détail dont l'intérêt théorique est certain. Cet intérêt est pratiquement moins évident si le niveau d'imprécision avancé est comparé à la précision propre des tables de production, rarement exprimée, et nécessairement incompressible à partir du moment où elle est l'expression de la variabilité biologique des individus et des populations de l'espèce.

Nous sommes nous-même profondément convaincus qu'il est légitime, entre certaines limites, de manipuler des tables de production. Elles sont construites à partir de données récoltées sur des peuplements réels. Elles sont le reflet par définition d'une sylviculture révolue. On peut construire, sans expérimentation préalable, des tables correspondant à des objectifs souhaités pour la sylviculture à venir, à partir des précédentes.

BARTET construit des tables de production représentatives de la sylviculture moyenne observée. Elles permettent notamment d'établir une courbe de la production totale en volume. Cette courbe, associée à la loi d'EICHHORN, est utilisée pour construire de nouvelles tables, dites "à sylviculture variable".

BARTET construit des tables en définissant des types de sylviculture comportant d'importantes coupes juvéniles, qui prélèvent des volumes définis a priori. Les interventions sont définies d'abord. Le résultat est ce qui en résulte. Toutefois, "On peut même envisager qu'ils "(les utilisateurs) disent le résultat qu'ils souhaitent et qu'on en "déduise la sylviculture à suivre".

Essentiellement, BARTET propose pour l'épicéa et le sapin une "sylviculture brutale" qui enlève $1/3$ à la fois du matériel sur pied, et une sylviculture "moins brutale" qui prélève $1/4$ du matériel. Les rotations sont réglées de manière à prélever 50 m^3 à la première coupe; ensuite 100 m^3 pour les 5 à 9 coupes successives suivantes, ou 1 fois 100 m^3 et ensuite 150 m^3 .

La sylviculture finalement réalisée n'apparaît pas comme un objectif, mais comme une résultante. Dans le cas par exemple de l'épicéa du Jura, une table prise comme exemple montre que l'accroissement biologique individuel moyen périodique varie, par moyenne des périodes séparant deux coupes successives, de 1,3 à 0,8 cm en diamètre, ce qui est encore acceptable. Calculé par année, cet accroissement varie de 2,3 à 0,6 cm en diamètre, ce qui apparaît comme excessivement irrégulier. A titre de comparaison, le coefficient de variabilité de l'accroissement moyen en diamètre par période de 5 ans, pour 5 tables de production classiques pour l'épicéa, varie de 4 à 30 pour cent.

Nous partageons complètement le principe et l'essentiel de la technique de construction de tables de production à sylviculture variable. C'est, ici aussi, le choix des objectifs auquel nous objectons.

BARTET comme ABETZ proposent des sylvicultures définies par des interventions favorables à la productivité et au rendement, en termes économiques et financiers; en termes d'exécution matérielle des coupes d'amélioration. La nature et la qualité de la sylviculture réalisée sont considérées comme des conséquences de données économiques et financières, impératifs primaires. Nature et qualité de la sylviculture sont d'ailleurs considérées d'un point de vue de production en volume, sans considération pour les valeurs unitaires.

Si leur optique, qui favorise essentiellement l'aspect de trésorerie immédiate des coupes, et particulièrement des premières interventions, est partagée, on ne peut que les approuver et les suivre.

Ce point de vue nous paraît techniquement et politiquement critiquable.

MAUGÉ a fort bien montré, à propos de la sylviculture du pin maritime que "... dans les structures actuelles de prix, l'éclaircie en tant qu'opération sylvicole, a une incidence considérable positive ou négative sur la rentabilité d'ensemble du peuplement; mais que le rôle même de son prix de vente est assez faible dans cette incidence. L'efficacité économique de l'éclaircie, au niveau de la parcelle, tient

donc avant tout à la plus value qu'elle apporte à la coupe rase". "Il convient de remarquer, par contre, que l'incidence de l'éclaircie sur la trésorerie peut être considérable"... "les éclaircies tardives, malgré un prix de vente apparemment intéressant, sont en réalité coûteuses".

Il est clair que le coût, en soi, des opérations, est important à considérer. Entre deux coûts, le moindre est le bon s'il réalise le même objectif. Cependant, l'unité minimum de temps à considérer pour dresser un bilan est la révolution.

C'est en considérant cette unité d'une révolution complète que nous pensons qu'il faut définir d'abord le résultat souhaité, "en déduire la sylviculture à suivre" - comme BARTET indique qu'il est possible et comme nous-même en avons proposé des exemples - et juger enfin si la sylviculture nécessaire pour réaliser les objectifs est financièrement et économiquement acceptable. "Der Bestand ist ein Betrieb; er hat ein Betriebsziel" (WEIHE).

Parmi les objectifs, nous proposerions de définir au préalable les dimensions moyennes du produit final à réaliser; la fourchette des largeurs moyennes de cernes acceptables; la variabilité acceptable de la largeur des cernes; le type de régénération, artificielle ou naturelle, à préparer; la dimension minimum acceptable des produits de première coupe d'amélioration, et le nombre de tiges initial ou après dépressage compatible avec cette dimension et la largeur de cernes acceptable; ... Bref, on considère que le rôle du sylviculteur est de réaliser une sylviculture définie, et de préciser les moyens que cette réalisation impose. Bien entendu, il convient de la réaliser ensuite le plus économiquement possible, et d'imaginer de nouvelles techniques plus efficaces, par exemple du point de vue économique, mais non nuisibles à la réalisation des objectifs techniques.

Ici, et quoiqu'elle ne soit pas de la compétence du sylviculteur qui réalise les objectifs, se place ce que nous considérons comme une objection politique, de politique forestière s'entend. C'est au pouvoir politique qu'il appartient de décider si l'option de l'économie, de la productivité, en termes calculés financièrement, reste la bonne. Nous pensons, compte tenu surtout de la longueur des échéances en matière forestière, qu'il est grand'temps de se préoccuper d'économie et de productivité en termes de rendement matière. Il devient grand'temps d'utiliser les matières non renouvelables, ou renouvelables en quantités ou à une vitesse limitées, avec le souci de les utiliser le plus efficacement et le plus complètement possible, dût-il, dans l'immédiat, en résulter de moindres recettes financières. La production agricole mondiale est structurée suivant des mécanismes qui n'ont plus rien à voir avec la rentabilité et une formation des prix réglée suivant des règles de libéralisme économique. Pourquoi dès lors ne pas faire intervenir dans le bilan économique de la pro-

duction forestière, les fonctions de la forêt autres que la production de bois, et l'intérêt pour la communauté de l'existence d'une forêt non menacée de destruction ou de dégradation?

Dans la mesure où la loi d'EICHHORN définit les quantités de matière qu'il est possible de produire, il appartient au sylviculteur de définir les objectifs. Nous plaçons au premier rang les produits qualitativement les meilleurs possibles et les plus utiles; seulement à qualité ou à utilité égale, la productivité et le rendement financier. D'autres forestiers, responsables précisément de la productivité, l'ont clairement exprimé. La moitié des titres des "Proceedings IUFRO Div. 3", Canada 1974, est réservée aux aspects sociaux de la mécanisation en exploitation forestière, et à l'ergonomie. L'augmentation de la productivité n'est explicitement pas considérée comme un objectif primaire.

SOME COMMENTS (Not a Summary)

I wish I had not promised to prepare this paper. I would have liked to prepare a paper for a small circle of colleagues ready for its discussion in a congenial atmosphere around a small table.

Professor MLINŠEK asked me to say something about the "Durchforstungshilfe". A "Durchforstung" is a thinning, "Hilfe" is help or assistance. But I knew nothing of both words joined together in a single neologism.

"Durchforstungshilfe Fi 1975" appeared to be a short paper that we did not have in the library and that I had not noticed in any abstract. The author of it recommends several well known silvicultural rules inherited from South African and British forestry. "Use of dominant height to avoid the trouble of determination of age and yield class, numerical thinning, cutting cycle fixed by height growth instead of by time elapsed, practical means to help the feasibility of numerical goals, early marking of future crop trees, thinning control regulated by number of trees to be cut instead of standing trees to be left, and so on". In fact, all are well accepted rules, at least in some parts of the forestry world, including myself who has been a kind of propagandist for most of them; they are rules and measures which are familiar from forestry literature written in English but rather unexpected in a German-language publication.

One objection to the paper is that its authorship is unknown and that it lacks references to published material. The paper does not help people who do not know the why's and the who's, or those who do not understand the severely condensed instructions, or the ones to whom they are not convincing. I believe that a lot of people would like to have the opportunity for access to background information of

the subject under discussion even if they do not always make use of these opportunities. I feel that it helps to know the author of a paper. If your sentiments are similar, let me say I am ready to bet that ABETZ is the initiator of both the word "Durchforstungshilfe" and the paper so named.

I agree largely with its ideas. My disagreements center on the objective for which sound recommendations are made.

These objections are of the same kind as those against the yield tables for the "variable silviculture" of BARTET. He claims that new yield tables can be constructed without new trials and new collection of data on growth. He starts from existing yield tables which represent average silvicultural practices of the past.

That is a procedure on which many others and I fully agree and whose soundness has been demonstrated many times.

The proposals of BARTET pertain to thinnings which remove $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ in the first cut, and 100 or 150 m^3 during the following ones, without removing more than $1/3$ or $1/4$ (brutal and less brutal models) of the standing material. The proposals are of a kind "Do it this way and we will see what happens". The goal is the kind, intensity, and interval of the thinnings.

Here again, I disagree.

I know first thinnings are increasingly difficult to use. I still keep to the idea that any silvicultural operation must be regarded within the framework of the entire rotation rather than as a separate entity that has to pay for itself.

On the other hand, productivity and output regarded solely in terms of monetary return looks me as a short-term point of view toward the immediate future. It is the right point of view when material is plenty but men and machines are short. With the depletion of nonrenewable resources and the increasing scarcity of those whose renewal is slow in relation to demand for them, the future economy should be one of best use and highest productivity for a given amount of raw material.

The law of EICHHORN tells us roughly the quantity of wood we may expect to produce. Silviculture means producing (1) the best or most useful material we can, (2) with as few losses as possible, and (3) maybe as inexpensively as possible.

Yes, I largely agree with the basis of ABETZ's and BARTET's proposals. I just put them upside down. Instead of "Let's thin this way and then see what the resulting silviculture looks like" I say "This is the kind of silvicultural result we need, so what is the silviculture we need to make it?". (For instance, which is the tree size to aim for, which width of growth rings are we ready to accept, how large a va-

riability in growth rings are we willing to allow, how large should the mean girth be at the moment of the first thinning, what is the proper planting space to meet those requirements, and so on.)

Both types of recommendations, those of Abetz und Bartet, are perfectly fitted to meet the goal. However, in my opinion these two play facing the wrong side of the field.

(translation kindly assisted by Professor
Richard K. Hermann).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABETZ, P. Kann die Fichtenholzproduktion weiter rationalisiert werden? Holz-Zentralblatt, n°14, 3.2.65, 8.p.
- Empfehlung für die Durchforstung von Fichtenbeständen in Baden-Württemberg. Stencil, déc. 1965, 10 p.
 - Zur waldbaulichen Behandlung der Kiefer in der nordbadischen Rheinebene. AFZ, 15.7.72, p.591-4.
 - Der Wald und die Forsttechnik. Der Forst- und Holzwirt, 28.Jhrg., H.15, n°10, août 1973, p.301-4.
 - Ende oder Wende der Durchforstung? p.653
Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. p.666-7.
AFZ, 23.8.75.
 - Reaktionen auf Standraumerweiterung und Folgerungen für die Auslesedurchforstung bei Fichte.
Allg.Forst.- u.J. Ztg., 147 Jhrg., H.4, 4.4.76, p.72-5.
 - Kann und soll die Standraumregulierung in Fichtenbeständen programmiert werden?
Der Forst- und Holzwirt, 31 Jhrg., H.7, 10.4.76, p.117-9.
 - & PRANGE, H. Schneebruchschäden vom März 1975 in einer Kiefer-Versuchsfläche mit geometrischen und selektiven Eingriffen in der nord-badischen Rheinebene.
AFZ, 10.7.76, p.583-6.
 - Beiträge zum Baumwachstum. Der Forst- und Holzwirt, 31.Jhrg., H. 19, 10.10.76, p.389-93.
 - Communication personnelle, réf. 391.150, 21.1.77.
 - Merkblätter der Baden-Württembergischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt.
1968 n°8 Stammzahlreduzierungen in reinen Fichtenjungbeständen. 4 p.
1970 n°11 Sicherung gegen Sturmschäden. 8 p.
1975 n°13 Entscheidungshilfen für die Durchforstung von Fichtenbeständen (Durchforstungshilfe Fi 1975) 10 p.

BARTET, J.H. Construction des tables de production à sylviculture variable pour l'épicéa dans les Alpes du Nord. O.N.F., Section technique, Document 76-2, 1976, 145 p.
Construction des tables de production à sylviculture variable pour le sapin dans les Alpes du Nord. O.N.F., Section technique, Document 76-8, 1976, 104 p.

- & BOLLIET, R. Méthode utilisée pour la construction de tables à sylviculture variable, O.N.F., Section technique, Document 76-9, 1976, 90 p.
Construction des tables de production à sylviculture variable pour le sapin du Jura. O.N.F., Section technique, Document 76-11, 1976, 90 p.
Construction des tables de production à sylviculture variable pour l'épicéa du Jura. O.N.F., Section technique, Document 76-12, 1976, 71 p.

DELVAUX, J. Calcul des éclaircies numériques. Bull.S.R.Forestièrre de Belgique, n°10, 1961, p. 453-71.
Eclaircie. Définitions et points de vue. Stencil à diffusion limitée (IUFRO S.23), 1968, 16 p.
Tables de production. Bull.S.R.Forestièrre de Belgique, n°8-9, 1969, p. 361-77.
Contribution à l'étude de l'éducation des peuplements. XI.-Mélèze du Japon. Exercice pratique d'éclaircie numérique. 1960-1970. Bull.S.R.Forestièrre de Belgique, n°10, 1971, p. 388-405.
Des tables de production aux bilans énergétiques. UNESCO 1971, Productivité des écosystèmes forestiers, Actes Colloque Bruxelles, 1969 (Ecologie et conservation, 4), p. 177-84.
Togo. Production et traitement des teckeraies togolaises. FAO, rapport technique 6, FO:SF/TOG 10, Rome 1973, 67 p.
Contribution à l'étude de l'éducation des peuplements. XIII.-Tables pour les éclaircies numériques. Station de Recherches des Eaux & Forêts, Travaux, Série B, n°38, 32 p., 63 tables, 1974.
Les éclaircies numériques. 94e Congrès AFAS, Bruxelles 9-14. VII. 1975, Actes du 94e Congrès, Université Libre de Bruxelles, indice 17 04, 19 p., 1975.
Tables de production pour l'épicéa commun dans les Ardennes belges. Etude et variations sur les tables récentes de Décourt et de Thill et Palm. Station de Recherches des Eaux & Forêts, Publ.hors série n°80, stencil 16 p.
La coupe systématique. Annales de Gembloux, 1977, sous presse.

LANNOYE, P. Lettre ouverte au Gouvernement. Notre Temps, n°119,
17.2.77

MARTINOT-LAGARDE, P. & BARTET, J.H. Les tables de production britanniques. O.N.F., Section technique, Document 75-2, 1975, 45 p.

WEIHE Bestand und Durchforstung. Der Forst- und Holzwirt, 32 Jhg., H. 6, 25.3.77, p. 97-101.

DIE HEUTIGEN QUALITÄTSANSPRÜCHE AN DAS PFLANZGUT IN BEZUG AUF DIE ZUKÜNFTIGEN WALDPFLEGEMÖGLICHKEITEN

H. SCHMIDT-VOGT

Waldbau-Institut der Universität Freiburg i.Br. /BRD

Von wenigen unbedeutenden Ausnahmen abgesehen, werden Untersuchungen zur Qualität von Forstpflanzen etwa seit 20 Jahren, in größerem Umfang seit 10 Jahren durchgeführt. Versuche mit Pflanzen verschiedener Qualität in einem Alter, das weitergehende Schlüsse auf die Waldpflegemöglichkeiten zuläßt, gibt es also noch nicht. Ich glaube zudem, daß solche Versuchsflächen auch nicht zur Verfügung stehen werden, wenn wir noch etwas zuwarten, bis unsere Flächen etwas älter geworden sind, da die Versuche im Hinblick auf die beschränkte Laufzeit meist nur auf kleine Teilflächen beschränkt sind. Die Fragestellung lautet hier fast ausschließlich: Welchen Einfluß hat die Qualität von Forstpflanzen auf den Kulturerfolg? Nach ca. 10 Jahren Laufzeit werden dann meist die Versuche abgeschlossen. Aus den Ergebnissen dieser Versuche können also nur einige wenige Thesen zu unserem Thema abgeleitet werden.

Es gibt jedoch noch andere Versuche, insbesondere mit genetischen Fragestellungen, die gewisse Schlüsse zulassen, wie sich Pflanzen mit bestimmten Eigenschaften über längere Zeit hin entwickeln, so daß es in begrenztem Umfang doch möglich ist, einiges zu unserem Problem zu sagen.

Zu dem Begriff "Heutige Qualitätsansprüche" ist noch festzustellen, daß sich diese bei Pflanzgut in erster Linie auf das Verhältnis von Sproßlänge zum Sproßdurchmesser beziehen, in dem die Stufigkeit der Pflanze zum Ausdruck kommt. Neben diesen morphologischen Merkmalen finden zunehmend physiologische Eigenschaften, wie z.B. die Pflanzenfrische Beachtung, Eigenschaften mit denen sich in Zukunft unsere IUFRO-Arbeitsgruppe vornehmlich befassen will. Gegenstand der Untersuchungen war bisher der Einfluß der morphologischen und physiologischen Eigenschaften auf den Kulturerfolg, wobei in erster Linie das Ausfallprozent, der Verpflanzungsschock und das Wachstum der Kultur in den ersten Jahren nach der Anlage ermittelt wurden.

1. EINFLUSS DER PFLANZENQUALITÄT AUF DAS AUSFALLPROZENT IN KULTUREN

Im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland hat man im letzten Jahrzehnt seit langem übliche Pflanzverbände aufgegeben und geht zu wei-

teren Verbänden über. Bereits diese Tatsache bedingt im Hinblick auf verschiedene Umweltfaktoren, wie z.B. Unkrautkonkurrenz, eine stärkere Berücksichtigung der Pflanzenqualitäten als dies in der Vergangenheit der Fall war. Bei wesentlich verringerten Pflanzenzahlen, wie z.B. bei den Baumarten Kiefer und Eiche, dürfte es zur Sicherung eines hohen Wertholzanteils in der Zukunft sehr wichtig sein, daß das Ausfallprozent möglichst gering gehalten wird. Bei Kulturen dieser Baumarten kommt es darauf an, daß sie möglichst gleichmäßig in die Höhe ziehen.

Nun sind schon aus Gründen, die mit der Pflanzenqualität nichts zu tun haben, Pflanzenausfälle nicht zu vermeiden. Wir haben vor einigen Jahren auf zahlreichen Standorten über das ganze Bundesgebiet hinweg untersucht, ob Winkelpflanzung bei Fichte im Vergleich zu Lochpflanzung oder Naturverjüngung zu einer höheren Gefährdung durch Rotfäule führt (v. SCHNURBEIN 1973). Bei Pflanzungen im Alter zwischen 5 und 23 Jahren wurde im Durchschnitt an 20 % aller untersuchten Wurzelstöcke *Hallimasch* (*Armillaria mellea*) nachgewiesen, der mit Sicherheit zum Absterben eines Teiles der befallenen Pflanzen führt. Es ist also wichtig, zu erreichen, daß nicht durch geringe Qualität noch weitere vermeidbare Pflanzenausfälle eintreten.

Eine Abbildung zeigte die Ausfälle in einem Auspflanzungsversuch mit verschiedenen Pflanzensorten in den ersten 9 bzw. 6 Jahren auf 18 Versuchsflächen in Baden-Württemberg und Bayern. Die geringen Ausfälle bei großen Fichtenpflanzen gegenüber kleinen Pflanzen im Versuch von 1965 und von weit und mittel verschulten Pflanzen gegenüber eng verschulten Pflanzen im Versuch von 1968 zeigen, daß mit bestimmten Pflanzenqualitäten sehr wohl ein geringeres Ausfallprozent erreicht werden kann, das sicher von einiger Bedeutung für die Qualität des Jungbestandes sein dürfte.

Der Übergang zu weiteren Pflanzverbänden verbunden mit der Verwendung von großen starken Pflanzen bei strenger Sortierung vermag gleichzeitig einen wesentlichen Beitrag zu dem leisten, was heute als biologische Automation der forstlichen Produktion bezeichnet wird. Weitverband und Großpflanzen ermöglichen eine Verringerung des Pflegeaufwandes in der Jugendphase und sichern bei der Begründung von Mischbeständen die Erhaltung von biologisch wertvollen Baumarten mit langsamerer Jugendentwicklung.

2. GENETISCHE EIGENSCHAFTEN VON FORSTPFLANZEN HOHER QUALITÄT

Eine weitere aktuelle Frage ist, ob Pflanzen hoher Qualität, zu der natürlich auch die Pflanzengröße gehört, genetisch besser sind als schlecht entwickelte Pflanzen. Könnte man alle Pflanzen mit minderen

Erbanlagen ausscheiden, so wäre dies für die spätere Waldpflege von erheblicher Bedeutung.

Ernst PEIN, der frühere Präsident des Zentralverbandes Deutscher Forstbauschulen, war der Auffassung, daß bei der üblichen Sortierung von Laubholzpflanzen die Pflanzen mit den besten Erbanlagen wahrscheinlich nur in den größeren Sortierungen enthalten sind, während die kleinen Sortierungen nur wenig oder gar keine "Bestleister" aufweisen. Nach seiner Ansicht baut also derjenige Waldbesitzer, der die größte Sortierung bezieht, nur Pflanzen mit besten Erbanlagen an, von denen der größte Teil mit zunehmendem Alter und Dichtschluß wieder ausscheidet, während diejenigen Waldbesitzer, die die übrigen geringeren Größensortierungen erhalten, nur schlecht veranlagte Pflanzen auf die Kulturfläche bringen. PEIN wollte daher bei den Laubholzpflanzen keine Größensortierung innerhalb eines Baumschulquartieres, sondern so, wie es bei den Nadelhölzern üblich ist, eine quartierweise Zusammenfassung unter Ausscheidung der Pflanzen, die eine bestimmte Mindesthöhe nicht erreichen.

MÜNCH (1949) hält es nach den Ergebnissen seiner Versuche über summarische Frühauslese für möglich, daß in einzelnen Fällen eine Auslese der größten und der Ausschluß der kleinsten Pflanzen im Saat- und Verschulbeet zu einer genotypischen Verbesserung des Pflanzenbestandes führen kann, so daß wenigstens in den zwei ersten Jahrzehnten ein erheblicher Zuwachsgewinn erzielt wird. Auch ROHMEDEK und SCHÖNBACH (1959) kommen aufgrund von Pflanzengrößensortierungsversuchen zu dem Ergebnis, daß sich durch Pflanzengrößensortierung eine kleine Verschiebung des Erbanlagenbestandes in Richtung auf rasche Jugendentwicklung erreichen läßt, daß aber nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, ob die Mehrleistung der ersten zwei bis drei Jahrzehnte auch im weiteren Lebensablauf anhält.

Neben diesen Ergebnissen, die vorläufig nur eine gewisse Jugendüberlegenheit erwarten lassen, stehen Beobachtungen über das Umsetzen von Jungpflanzen. So hat FISCHER (1952) die Jugendentwicklung von Lärchenpflanzen der gleichen Herkunft verfolgt und festgestellt, daß von den 15 wüchsigsten 4-jährigen Lärchenpflanzen einer Absaat nur noch 2 zu den Pflanzen gehörten, die im Alter von 8 Jahren am wüchsigsten waren. Hinzu kommt noch, daß bei Laubholzpflanzen, soweit sie großfrüchtigen Baumarten angehören, mit steigendem Alter und nachlassender Wirkung des Samengewichtes mit einem besonders starken Umsetzen zu rechnen ist.

Zum Einfluß des Samengewichtes auf das Pflanzenwachstum einige Daten: CIESLAR (1895) kam bei Versuchen mit Fichtenpflanzen zu dem Ergebnis, das bei einer Trennung im Großkorn (Tausendkorngewicht 11,0 g) und Kleinkorn (Tausendkorngewicht 5,4 g) das Volumen der aus dem Kleinkorn gezogenen Pflanzen gegenüber den aus dem Großkorn gezogenen Pflanzen bei den 2-jährigen Sämlingen 52 % und bei

den 4-jährigen verschulten Pflanzen 74 % betrug. Im Alter von 8 Jahren war kein Unterschied mehr festzustellen.

Bei Untersuchungen von EITINGEN (1926) an Eichen war hier der Einfluß des Samengewichtes noch wesentlich stärker und hielt länger an. Sogar noch im Alter von 5 Jahren waren die aus großen Eicheln gezogenen Pflanzen fast 4 mal so schwer wie die aus kleinen Eicheln erzeugten Pflanzen.

Der Einfluß des Samengewichtes sinkt mit steigendem Alter der Pflanzen. Die im ersten Entwicklungsstadium durch das Samengewicht entstandenen Wachstumsdifferenzierungen werden in den folgenden Jahren mit steigender absoluter Höhe ausgeglichen und durch andere Einflüsse überdeckt. Wie BÜHLER (1922) bei mehrjähriger Beobachtung von nach Korngrößen getrennten Aussaaten der Baumarten Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche, Schwarzkiefer, Buche, Ahorn, Erle, Hainbuche, Robinie und Linde festgestellt hat, waren schon bei den 5 - 7 jährigen Pflanzen fast keine Unterschiede mehr zu erkennen. Im Alter von 13 Jahren war die Durchschnittshöhe durchwegs gleich. Bei der Eiche waren nach Untersuchungen von CIESLAR (1923) die ursprünglichen Unterschiede im Alter von 18 Jahren vollständig ausgeglichen.

Für unsere Problemstellung ist festzuhalten, daß bei Forstpflanzen, bei denen die Pflanzengröße und das Pflanzengewicht nur auf ein hohes Samengewicht zurückzuführen ist, die Überlegenheit nur einige Jahre anhält, bei Eiche maximal bis ungefähr 15 Jahre. Soviel zur Frage des Einflusses des Samengewichtes auf Wuchs und damit auf Qualitätseigenschaften von forstlichem Pflanzgut und zur zeitlichen Dauer der Wirksamkeit dieses Faktors. Ich selbst glaube, daß die Wuchsunterschiede im Pflanzgarten innerhalb einer Herkunft ganz allgemein in sehr hohem Maße umweltbedingt sind. Ein Blick in ein Pappelquartier zeigt, daß bei gleichem Klon und damit gleicher Erbanlage ähnliche Unterschiede im Wachstum zu finden sind wie bei Pflanzen, die aus Samen gezogen wurden.

3. EINFLUSS DER PFLANZENQUALITÄT AUF DAS WEITERE WACHSTUM

Durch diese hohe Wirksamkeit der Umweltbedingungen ist es möglich, durch technische Maßnahmen im Pflanzgarten Pflanzen heranzuziehen, die unseren heutigen Qualitätsansprüchen entsprechen. Vor allem durch Sicherung eines ausreichenden Standraums, ferner durch eine gezielte Düngung, die nicht ausschließlich das Sproßwachstum, sondern auch das Wurzelwachstum begünstigt, können wir Pflanzen erzeugen, die die ökologische Belastung des Transportes und der Auspflanzung gut und schnell überwinden. Unsere ältesten Versuche haben gezeigt, daß große Pflanzen, sofern sie stufig aufgebaut sind - dies ist die wich-

tigste Eigenschaft, die sie haben müssen - nach Überwindung des Pflanzenschocks zügig weiterwachsen.

Eine andere Abbildung zeigte den jährlichen Höhenzuwachs in % des Höhenzuwachses der kleinen Pflanzen aus den Versuchsreihen 1965 und 1966 (unten) bzw. der Pflanzen aus dem engen Verband aus der Versuchsreihe 1968 (oben) in der ersten Vegetationsperiode. Der Verpflanzungsschock wirkt sich beim Höhenzuwachs vor allem im zweiten Jahr aus, da im Auspflanzungsjahr die Anlage des nächstjährigen Triebes reduziert wird. Demnach ist der Verpflanzungsschock bei den Großpflanzen stärker als bei den Kleinpflanzen. Die Großpflanzen erholen sich aber sehr schnell wieder, so daß die Wuchsunterschiede zwischen Groß- und Kleinpflanzen erhalten bleiben und sich später sogar noch vergrößern. Auch im weiteren Wuchsverhalten sind genetische Einflüsse nicht mit Sicherheit erkennbar.

Getrennte Absaaten von Fichten der Baumklasse 1 mit 1,65 fm je Baum, der Baumklasse 2 mit 0,94 fm und der Baumklasse 3 mit 0,46 fm = 28 % der Masse der Klasse 1 haben gezeigt, daß die Nachkommenschaften aller 3 Baumklassen gleichwüchsig sind (ROHMEDER und SCHÖNBACH 1959). Bei vorherrschenden Bäumen der Klasse 1 kann man also nicht feststellen, ob diese Wuchsleistung auf Erbanlagen zurückzuführen ist oder aber auf Umweltbedingungen. Der hohe Einfluß der Umweltbedingungen überdeckt die genetische Veranlagung vollkommen. Gute Startbedingungen bei der Saat oder Auspflanzung genügen, daß eine Pflanze gegenüber einer nebenstehenden begünstigt wird, sie bekommt einen Vorsprung, der verstärkt wird, sobald die Kultur in Schluß kommt und die Konkurrenz wirksam wird. Bei seinen umfangreichen Versuchen fand ROHMEDER die absolut wüchsigste Nachkommenschaft bei einer vollkommen unterdrückten Fichte.

Bei Pflanzgut verschiedener Qualität ist es also durchaus möglich, daß die Pflanzen höchster Qualität mit einem geringen Verpflanzungsschock und einem schnellen Start nach der Auspflanzung einen Wuchsvorsprung erzielen, der beim Schließen der Kultur erhalten bleibt und sich dann unter der Konkurrenzwirkung noch verstärkt, so daß Bestpflanzen absolut später zu Z-Bäumen werden könnten, sofern wir bei der Auswahl vor allem die Vitalität berücksichtigen. Wir wissen allerdings aus den Untersuchungen von BUSSE (1930) in einem aus Weitverband (1,13 m x 3,40 m) hervorgegangenen Fichtenbestand, in welchem Ausmaß die Bäume in höherem Alter noch umsetzen.

Starker kräftiger Wuchs einer Jungpflanze ist natürlich hinsichtlich seiner Bedeutung im heranwachsenden Bestand nach Baumarten unterschiedlich zu beurteilen. Das eben gesagte kann für die Fichte gelten, es gilt nicht für die Kiefer. Hierzu ein neues Versuchsergebnis vom Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek-Hamburg. Im Jahr 1954 wurde mit 3-jährigen Sämlingen der Herkunft Sundmo

(Schweden) ein Versuch zur Klärung der Frage angelegt, ob und für welche Zeit vorwüchsige Pflanzen im Baumschulalter ihre Wuchsüberlegenheit auch noch im Felde beibehalten. Diese Vorwüchse wurden mit unterdurchschnittlich kleinen und durchschnittlich wachsenden Pflanzen verglichen. Die Auswertung im Alter von 24 Jahren ergab, daß für die Merkmale Höhe und Brusthöhendurchmesser die ausgelesenen Riesenpflanzen den unterdurchschnittlichen überlegen geblieben sind; die Überlegenheit ist jedoch gegenüber den im Baumschulalter durchschnittlichen Pflanzen im Verlaufe des Beobachtungszeitraums verlorengegangen. Das Wachstum der Riesenauslesen wurde von den umgebenden durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Pflanzen nicht verschieden beeinflusst. Da die Vorwüchse jedoch auch einen höheren Zwiesselanteil und schlechtere Formeigenschaften zu haben scheinen, muß gefolgert werden, daß eine Frühselektion auf Wuchsleistung im Baumschulalter bei dieser Population nicht nur keinen Gewinn bringt, sondern die im Zuge waldbaulicher Maßnahmen zu entfernenden "Protzen" bevorteilt. Soweit die Mitteilung des Bundesinstitutes.

4. PFLANZENQUALITÄT UND FORMEIGENSCHAFTEN

Mit diesem Versuchsergebnis kommen wir von der Entwicklung des Wachstums zur Frage der Entwicklung der Formeigenschaften. BURGER (1948) hat bei Absaaten von dänischen Hängebuchen und ausgesuchten gut geformten Mutterbäumen aus dem Sihlwald bei Zürich im Versuchsgarten Adlisberg beobachtet, daß sich in den ersten 3 Jahren noch keine besonders ausgesprochenen Formunterschiede zeigen. Erst etwa vom 5. Jahr an begannen die meisten Hängebuchen von Dänemark ihre Hauptachse in waagrechter Richtung umzubiegen und sich teppichartig auszubreiten, während die Buchen von Zürich mehr oder weniger lotrecht in die Höhe strebten. Wenn somit selbst Nachkommen von derartig extremen Formrassen (Varietäten) in den ersten Jahren noch keine ausgeprägten Unterschiede erkennen lassen, so deutet dies darauf hin, daß mit bedeutungsvollen morphologischen Unterschieden bei Buchen verschiedener Herkunft im Pflanzgartenalter wohl kaum zu rechnen ist.

Ähnlich wie bei der Buche liegen die Verhältnisse bei der Eiche. Auch hier wurden bei verschiedenen Herkunftsn in den ersten Lebensjahren noch keine morphologischen Unterschiede ermittelt. Erst bei 6-jährigen Eichenpflanzen hat KRAHL-URBAN (1957) versucht, Formeigenschaften wenigstens einzuschätzen. Er kommt dabei zwar zu dem Ergebnis, daß die landläufige Ansicht, die Form der Traubeneichen sei besser als die der Stieleichen, durch seine Formeinschätzungen eine Stütze finden könne, stellt jedoch hierzu fest, daß seine Aufnahmeergebnisse kein objektives Bild vermitteln, weil die bisher langsamwüchsigen Herkunftsn (Traubeneichen) noch weitgehend unter Schadensnachwirkungen wie Frost und Wildverbiß leiden, während die raschwüchsi-

gen Herkünfte (Stieleichen) die Gefahrenzone des Frostes und Wildverbisses bereits überwunden haben. Formeigenschaften dürften somit erst im fortgeschrittenen Alter mit einiger Sicherheit beurteilt werden können, obwohl auch später noch ein Umsetzen möglich ist.

Vor über 50 Jahren hat Prof. FABRICIUS eine recht interessante Untersuchung durchgeführt. Die Veröffentlichung aus dem Jahre 1929 trägt den Titel "Erkennung von Auslesestämmchen in Buchenjungwüchsen" und hat als Ausgangspunkt die Bedeutung der "Auslese der bestgeformten Stämmchen und damit (die) so nötige Gütesteigerung der Buchenstämme". Ich darf im folgenden den Autor zitieren: "Zu diesem Zweck wurden im Frühjahr 1925 in einer größeren 3-jährigen Buchenansamung in einem alten Buchenbestand in Grafrath bei München, der neben sehr guten auch noch alle Abstufungen weniger guter Stammformen aufweist, bei aufgeweichtem Boden einige Hundert der allerbestgeformten und ebenso der schlechtestgeformten aber nicht offensichtlich beschädigten Pflänzchen ausgezogen und im Garten auf gleichmäßig hergerichteten Beeten nebeneinander verschult. Nach einem Jahr wurde die eine Hälfte der guten Pflanzen, nämlich 160 Stück, mit der Gartenschere ungefähr auf halber Höhe, etwa 30 cm über dem Boden gekappt. Etwa die Hälfte der schlechten Pflanzen aber wurde gleichzeitig durch Beschneiden der Äste und Zwiesel nach den Grundsätzen des Pyramidenschnitts in möglichst gute Form gebracht. Beruht die Formbildung nur auf innerer Anlage, so mußten die gekappten guten Pflanzen trotz des Gipfelverlustes mit der Zeit wieder gute Form und die zurechtgeschnittenen Minderwertigen trotzdem wieder ungünstige Formen annehmen. Die unbeschnittenen Pflanzen beider Sorten ermöglichen nicht nur die Beobachtungen, ob sie ihrer ersten Jugendform bei ungestörtem Wuchs treu blieben, sondern auch durch den Vergleich mit den beschnittenen, die Wirkungskdauer des Beschneidens. So blieben die 4 Pflanzenpartien unter günstigsten Entwicklungsbedingungen weitere 3 Sommer im Garten stehen und wurden im Oktober 1928 siebenjährig ausgehoben und bezüglich ihrer Schaftform beurteilt."

FABRICIUS hat hierbei nach bestimmten Kriterien eine Benotung aller Pflanzen mit vier Noten durchgeführt, wobei Note 1 ein deutlich ausgeprägter, ziemlich gerader Schaft war, dessen Gipfeltrieb immer die absolute Alleinherrschaft in der Gesamtheit der Triebe hatte und Note 4 eine ausgesprochene Buschform mit nicht oder kaum erkennbarem Hauptstamm. Zur Problematik der Qualitätsansprache von Forstpflanzen ist vielleicht die Mitteilung von FABRICIUS interessant, daß sie zu dritt die aus dem Boden ausgehobenen Pflanzen begutachtet haben, wobei ein Arbeiter das Stämmchen langsam drehte, so daß es von allen Seiten begutachtet werden konnte und daß dann der Reihe nach, der jüngste zuerst, die Noten gegeben wurden. Stimmenmehrheit entschied. Am Anfang gab es oft, zuletzt sehr selten Meinungsverschiedenheiten. So wurden zuerst sämtliche Pflanzen zur Einübung benotet, dann erst folgte die endgültige Beurteilung. FABRICIUS meint,

daß der persönliche Fehler auf den ersten Blick groß und unvermeidlich zu sein scheint und ist deshalb bei der Bewertung so vorsichtig vorgegangen.

Nun zu den Ergebnissen:

- a) Im großen und ganzen bleiben die bestgeformten 3-jährigen Buchen auch mit 7 Jahren noch besser als die ganz schlecht geformten (a besser als d).
- b) Etwa $\frac{1}{3}$ der anfänglich gutgeformten sinkt nach 4 Jahren in die 3. und 4. Gütestufe herab. Bei diesen scheint die gute Form mehr auf günstigen äußeren Umständen als auf innerer Veranlagung zu beruhen. Die anfänglich gute Form gewährleistet also nur mit $\frac{2}{3}$ Wahrscheinlichkeit ihr Weiterbestehen bis zum 7. Lebensjahr.
- c) Selbst unter den anfänglich schlecht geformten (d) findet sich eine erhebliche Zahl (43,5 %) solcher, die schon nach 4 Jahren zu guten (37 %) und selbst besten (6,5 %) Stammformen werden. Sie dürften trotz guter Anlage durch äußere Umstände mißgestaltet sein.
- d) Der innere Drang zur guten Form ist nicht so stark, und so allgemein, daß er eine Formstörung durch den Verlust des Gipfels nach 3 Jahren völlig überwunden hätte (b schlechter als a). Aber fast die Hälfte (47 %) der Verstümmelten hat nach 3 Jahren wieder gute bis beste Form angenommen. Bei dieser darf auf gute Schaftbildung aus innerer Anlage geschlossen werden.
- e) Das Zurechtschneiden der Krone zur Formverbesserung hat nach 3 Jahren nur noch geringe Nachwirkung (c etwas besser als d).
- f) Aus 1. und 4. ergibt sich mit Wahrscheinlichkeit, daß die gute Form der jungen Pflanze ebenso wie die schlechte, wenigstens zum Teil auf innerer Anlage beruht, aus 3. andererseits, daß unter anfänglich ganz schlechter Form noch die Fähigkeit zur besten Gestaltung verborgen sein kann.
- g) Die Bestandspflege wird selbstverständlich in der Mischung von gut- und schlechtgeformten die jeweils bestgeformten zu begünstigen haben. Da aber in solcher Mischung selbst unter den mißgebildetsten noch viele (im Versuch 43,5 %) sind, die schon nach wenigen Jahren vorzügliche Stämmchen entwickeln, so darf man schon unter einer geringen Zahl solcher minderwertiger mindestens ein gutveranlagtes vermuten.
- h) Ein einmaliger Eingriff in den ganz jugendlichen Bestand zur Ausmerzungen der schlechten Formen genügt nicht, weil gute sehr bald schlecht werden können.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ich glaube, daß diese Untersuchung die Problematik meines Vortragsthemas gut veranschaulicht. Abschließend läßt sich wohl mit Sicherheit sagen, daß unsere heutigen Ansprüche an die Qualität von Forstpflanzen, insbesondere bei der steigenden Anwendung von weiteren Pflanzverbänden, gewährleisten, daß das Ausfallprozent sinkt, die Kulturen homogen und gut geschlossen in die Höhe ziehen können und damit die Ausbildung von schlechtgeformten und astigen Vorwüchsen weitgehend verhindert wird. Weitverband und Großpflanzen bester Qualität ermöglichen eine Verringerung des Pflegeaufwandes in der Jugendphase und sichern bei der Begründung von Mischbeständen die Erhaltung von Baumarten mit langsamerer Jugendentwicklung.

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Frage, welche Bedeutung Qualitätseigenschaften von Forstpflanzen für die künftige Waldpflege haben, werden Ergebnisse eigener Versuche über Pflanzenqualität und Kulturerfolg sowie andere ältere Versuche mit vorwiegend genetischen Fragestellungen ausgewertet. Durch den Übergang zu weiteren Pflanzverbänden gewinnt das Ausfallprozent an Bedeutung. Durch hohe Pflanzenqualität kann das Ausfallprozent gesenkt und damit eine geschlossene gleichmäßig in die Höhe ziehende Kultur erreicht werden. Dies ist bei manchen Baumarten, z.B. Kiefer und Eiche, für die Wertholzerzeugung ein wesentlicher Faktor. Von guten Qualitätseigenschaften junger Forstpflanzen kann nicht mit Sicherheit auf gute Erbveranlagung geschlossen werden. Hohe Pflanzenqualität kann jedoch einen schnellen Start in der Kultur bewirken und damit einen Wuchsvorsprung in dem heranwachsenden Bestand. Erblisch bedingte Formeigenschaften können in der Jugendphase noch nicht zuverlässig angesprochen werden. Der Prozentsatz der Pflanzen bzw. Bäume, die umsetzen, ist z.B. bei Buche und Eiche ziemlich groß. Nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen liegt die wesentlichste Bedeutung der heutigen Qualitätsansprüche an forstliches Pflanzgut im Hinblick auf künftige Waldpflegemöglichkeiten bei den heute üblichen weiteren Pflanzverbänden in der Senkung des Ausfallprozentes und der Erzielung eines homogenen Jungwuchses. Weitverband und Großpflanzen bester Qualität ermöglichen eine Verringerung des Pflegeaufwandes in der Jugendphase und sichern bei der Begründung von Mischbeständen die Erhaltung von Baumarten mit langsamerer Jugendentwicklung.

SUMMARY: Present Quality Demands on Planting Stock in Relation to Future Silvicultural Measures

The question concerning the importance of the qualitative characteristics of forest planting stock for future silvicultural methods was evaluated from the results of our experiments on plant quality and planting success, as well as from other, older experiments primarily dealing with genetic aspects. The percentage of plant mortality is of greater importance in the transition to wider spacing methods. The use of high quality planting stock can reduce the percentage mortality and thus can promote the development of a fully stocked, uniformly growing forest cultivation. This is esp. significant for the production of high quality timber, for example, from oak and pine. High quality planting stock does not necessarily insure good hereditary substance. However quality plants are capable of obtaining a rapid start after planting, thus providing a growth advantage to the plantation as it matures. Genetically based tree from characteristics cannot be accurately determined from young plants. Among beech and oak, for example, the percentage of plants failing to meet expected quality standards is fairly large. Modern research places the greatest emphasis on qualities providing a reduction in percentage mortality and providing for the development of uniform plantations particularly as these apply to possible, future silvicultural techniques employable as a result of present day methods of wide spacing. Wide spacing and the use of large, high quality stock reduces the labour involved in caring for the plantation during its juvenile growth and, in mixed cultivations, insures the survival of initially slower growing species.

LITERATUR

- BFH-Nachrichten, 1977: Jugend-Alterskorrelation des Wachstums von 24-jährigen Kiefern. Reinbek-Hamburg
- BÜHLER, A., 1922: Waldbau. II. Bd. Stuttgart
- BURGER, H., 1933: Dänische und schweizerische Buchen. Schweiz. Z. Forstwes. S. 46-52
- BUSSE, J., 1930: Vom "Umsetzen" unserer Waldbäume. Thar. Forstl. Jb. 81, S. 118-130
- CIESLAR, A., 1895: Über die Erbllichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. Cbl. ges. Forstwes. 21, S. 7-29
- CIESLAR, A., 1923: Untersuchungen über die wirtschaftliche Bedeutung der Herkunft des Saatguts der Stieleiche. Cbl. ges. Forstwes. 49, S. 97-149

- EITINGEN, G., 1926: Der Wuchs der Eiche in Abhängigkeit von dem Gewicht der Eicheln. Forstwiss. Cbl. 48, S. 849-863
- FABRICIUS, L., 1929: Forstliche Versuche. IV. Erkennung von Auslesestämmchen in Buchenjungwüchsen. Forstwiss. Cbl. 51, S. 14-20
- FISCHER, F., 1952: Einige Ergebnisse aus dem Internationalen Lärchenversuch 1944. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 28, S. 355-407
- LEIBUNDGUT, H., 1966: Die Waldpflege. Bern
- MÜNCH, E., 1949: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Ed. Huber, B., München
- PEIN, E., 1949: Die Bewertung der Laubholzpflanzen, ein Vortrag zur Leistungssteigerung des Waldes. In: Der Wirtschaftszweig Forstsaamen und Forstpflanzen und die Deutsche Wirtschaft
- ROHMEDER, E., Schönbach, H., 1959: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg, Berlin
- SCHMIDT-VOGT, H., 1966: Wachstum und Qualität von Forstpflanzen. 2. Aufl. München, Basel, Wien
- SCHMIDT-VOGT, H., GÜRTH, P., 1977: Eigenschaften von Forstpflanzen und Kulturerfolg. II. Mitteilung: Auspflanzungsversuche mit Fichtenpflanzen verschiedener Größe und Durchmesser mit Winkel- und Lochpflanzung. (Abschlußbericht). Allg. Forst- u. Jagdztg. 148, S. 145-157
- SCHNURBEIN, U.v., 1973: Rotfäule in Fichtenkulturen. Ein Beitrag zur Erfolgskontrolle der Winkelpflanzung. Diss. Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg
- THOMASIUS, H., 1965/66: Kritische Bemerkungen zur Frühdiagnose mit Hilfe von Wachstumsfunktionen. Tagungsberichte Nr. 69 "Möglichkeiten der Beurteilung von Auslesebäumen der Forstpflanzenzüchtung". S. 181-188. Berlin

DIE WALDERNEUERUNG IST EIN BESTANDTEIL DER WALDPFLEGE

Spiro DAFIS

Thessaloniki/Griechenland

EINLEITUNG

Auf die engen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen der Waldpflege und der Walderneuerung hat schon vor langem SCHÄDELIN hingewiesen. Er betrachtete die Verjüngung als das natürliche Endglied einer zielgerichteten Pflege und hat den Verjüngungsvorgang in den Komplex der Waldpflege eingegliedert. Jungwuchs- und Dickungspflege, Auslesedurchforstung, Lichtdurchforstung, Nebenbestandspflege und Verjüngung bilden eine kontinuierliche und untrennbare Kette von waldbaulichen Maßnahmen und Eingriffen, wobei diese in jeder Phase diejenigen im folgenden Kettenglied vorbereiten und erleichtern. In diesem Sinne wird von der Waldpflege die Verjüngung vorbereitet und erleichtert und die Verjüngung soll die Waldpflege vorbereiten und erleichtern. In der waldbaulichen Praxis ist jedoch das Problem nicht so einfach, wie es hier geschildert wurde, sondern viel komplizierter und verwickelter, und zwar aus verschiedenen Gründen:

- a) Selten bildet die Waldpflege eine kontinuierliche Kette von Maßnahmen und Eingriffen, wie geschildert wurde; aber auch in diesem Fall richtet sie sich mehr auf die Verbesserung des Holzvorrates, die Konzentration des Wachstums auf möglichst elitäre Bäume, die Erreichung einer gewünschten Struktur und seltener oder nur zufällig auf die Vorbereitung der Verjüngung.
- b) Durch den Mangel an Arbeitskräften und speziell die Mechanisierung der Holzernte, die man oft als Synonym des Fortschrittes betrachtet (je schwerere Maschinen desto größer der Fortschritt), wird die Waldpflege vernachlässigt oder nach mathematischen Modellen schematisiert. In diesem Fall darf man weder von Waldpflege noch von naturnaher Verjüngung sprechen.
- c) Wie MLINŠEK (1975) betont hat, wissen wir immer noch wenig über die Ökologie und Verjüngung. Jeder, der eine natürliche Verjüngung selbst gestaltet hat, hat schon oft mit Überraschung bemerkt, daß nicht alle Entwicklungen nach unseren Lehrbüchern oder nach unseren Plänen und Wünschen verlaufen. Nicht selten erscheint die Verjüngung dort, wo man sie nicht erwartete oder wünschte und fehlte gerade dort, wo man sie wünscht oder erwartet; sie trotzt den scheinbar günstigen Verhältnissen. Damit möchte ich die Bedeutung der Waldpflege für die natürliche Verjüngung nicht mindern, sondern auf die Vielfältigkeit der Maßnahme-Verjüngung hin-

weisen. Das Prinzip, daß jeder Bestand etwas einziges und einmaliges ist, gilt auch für jeden natürlichen Verjüngungsvorgang.

1. EINFLUSS DER WALDPFLEGE AUF VERJÜNGUNGSFÖRDERNDE BZW. -HEMMENDE FAKTOREN

Wir müssen im voraus betonen, daß weder die Waldpflege noch die natürliche Verjüngung Selbstzweck der waldbaulichen Behandlung sind, sondern Mittel zur Erreichung des waldbaulichen Zieles und zur Erfüllung der waldbaulichen Aufgabe darstellen. Wie LEIBUNDGUT (1975) geschildert hat, besteht "die Aufgabe des Waldbaues primär in der rationellen und nachhaltigen Sicherstellung höchstmöglicher Ertrags- und Sozialleistungen des Waldes". Heutzutage gewinnen die Sozialleistungen des Waldes immer mehr und mehr an Bedeutung und diese werden am besten durch ökologisch stabile, naturnahe Ökosysteme gesichert. Selbstverständlich arbeiten wir in der Forstwirtschaft längst nicht mehr mit natürlichen Ökosystemen, sondern mit Kompromiß-Ökosystemen. Je naturnäher diese Ökosysteme aufgebaut sind, um so ökologisch stabiler sind sie. Die natürliche Verjüngung bildet die Voraussetzung zur Erreichung dieses Zieles und die Waldpflege ist das Mittel zur Erhaltung und Sicherung der ökologischen Stabilität. Deshalb sollte man das Ziel der Waldpflege und Verjüngung etwa in diesem Sinne erweitern.

Bei der Baumartenwahl und besonders bei der Festlegung von Mischungsart, Mischungsgrad und Mischungsform sollte man nicht nur die "ökonomischen" Erwägungen und Hinweise berücksichtigen, sondern auch ökologische Überlegungen und biocoenotische Anforderungen in Betracht ziehen. In diesem Sinne richtet sich das Ziel der Waldpflege nicht nur auf die Verbesserung des Holzvorrates, die Konzentration des Wachstums auf möglichst elitäre Bäume, die Erreichung einer gewünschten Bestandesstruktur, die Schaffung eines entsprechend günstigen Waldklimas und die Erhaltung und Verbesserung der Bodenproduktivität, sondern auch auf die Erreichung und Erhaltung eines gewünschten und für die natürliche Verjüngung günstigen biocoenotischen Gleichgewichtes zwischen Pflanzen- und Tierwelt. Besonders für die Sicherung der natürlichen Verjüngung ist die Erhaltung der Konsumentenzahl ersten Grades auf einem erträglichen Niveau unentbehrlich. Unter sonst günstigen Voraussetzungen ist eine natürliche Verjüngung ohne Regulierung der Beweidung und der Reh- und Rotwild-Dichte oder ohne Zäunung kaum denkbar.

Für jede Verjüngung spielen folgende Faktoren, die durch die Waldpflege mehr oder weniger gesteuert werden können, eine entscheidende Rolle: Der Standort, die Samenbildung, die Erbanlagen des Mutterbestandes, die Bodenverhältnisse und Beschaffenheiten, das jeweils entsprechende Bestandesklima und die Zusammensetzung sowie Dichte der

Bodenvegetation. Der Standort soll als gegeben betrachtet werden. Er wird nur indirekt durch die Waldpflege (Baumartenwahl, Struktur, Bestandesklima) beeinflusst und spielt eine entscheidende Rolle bei der Wahl der Verjüngungstechnik.

Eine reichliche und häufige Produktion von Samen guter Qualität ist eine selbstverständliche Voraussetzung für die Wald-erneuerung. Ohne Spreng- bis Vollmast kann man nicht verjüngen. Die durch eine intensive und zielgerechte Waldpflege frühzeitig ausgelesenen, richtig erzogenen und regelmäßig verteilten Elite-Bäume sind nicht nur Wertholzträger sondern auch mit ihrer symmetrisch entwickelten und zum großen Teil freistehenden Krone auch gute Samenträger. Durch die rechtzeitige Ausmerzungen von unerwünschten Samenträgern bei der natürlichen Verjüngung, die negative Auslese bei der Jungwuchs- und Dickungspflege und die positive Auslese bei der Auslesedurchforstung trägt die Waldpflege außerdem zu einer mehr oder weniger Veredelung der genetischen Zusammensetzung des Mutterbestandes bei. Selbstverständlich handelt es sich um keine einwandfreie genetische Auslese, denn die waldpflegliche Auslese stützt sich auf die Phänotypen, wobei man den Einfluß der Erbanlagen von denjenigen der Umwelt nicht einwandfrei erkennen kann. Hier stehen wir vor einer heiklen Frage, die man diskutieren sollte.

Die Genetiker, die als "moderne Sirenen oder als tüchtige Hausierer" ihre Waren anbieten, locken und verzaubern die Forstleute mit ihren Versprechungen über eine rasche qualitative und quantitative Steigerung der Produktion mittels eines genetisch ausgelesenen und gezüchteten Materials. Sie betrachten die natürliche Verjüngung eher als eine Blamage oder im besten Fall als ein Hindernis der "traditionell" denkenden und wirkenden Waldbauer zur Erreichung ihrer "revolutionären" Fortschritte. Damit möchte ich auf keinen Fall die Bedeutung der Forstgenetik und die Anstrengungen und Fortschritte der Forstgenetiker mindern. Sie haben viel geleistet und werden in Zukunft noch mehr leisten, aber oft gehen sie zu weit in ihrer Konzeption. Die Annahme solcher Vorschläge würde zu Agrokonzepthen und zum Feldbau im Walde führen und infolgedessen zur Umwandlung von ökologisch stabilen naturnahen Kompromißökosystemen zu ökologisch labilen Produktionsökosystemen der Monokulturen. Mit Ausnahme von wenigen seltenen Fällen, wo die gegenwärtige genetische Zusammensetzung keinen Erfolg für die zukünftige Bestandesentwicklung verspricht und wo ein Ersatz der vorhandenen Rassen oder Baumarten als notwendig zu betrachten ist, bieten in allen anderen Fällen das reichliche Material der natürlichen Verjüngung und eine systematische, ununterbrochene und zielgerechte Waldpflege die Möglichkeit eines sicheren Erfolgs, auch wenn das Initialmaterial genetisch mittelwertig ist. Hier liegt gerade der Vorteil der natürlichen Verjüngung und der Waldpflege. Außerdem kann eine genetisch polymorphe Population durch die relativ

große Streuung von Erbanlagen (Variabilität) der einzelnen Individuen die ökologische Stabilität des Ökosystems besser sichern. Auf jeden Fall wird durch die Schaffung reicher Auslesemöglichkeiten bei der natürlichen Verjüngung und die auf dem gleichen Bestand wiederholte, sinnvolle Waldpflege ohne Zweifel die Möglichkeit geboten für eine allmähliche Verbesserung der genetischen Zusammensetzung der Bestockung. Auch im Waldbau werden die Aussichten von Auslese und Erziehung vielerorts unterschätzt (LEIB-UNDGUT, 1966).

Die Bedeutung der günstigen physikalischen Eigenschaften eines Waldbodens mit natürlicher oder naturnaher Bestockung ist bekannt. Wir werden uns hier nur auf zwei Bodenfaktoren beschränken, die für den Erfolg der natürlichen Verjüngung eine entscheidende Rolle spielen und von der Waldpflege beeinflusst werden können: Die Bodenfeuchtigkeit der oberen Bodenschichten und die Humusform und Humusmächtigkeit. Zahlreiche Untersuchungen haben den Einfluß der Waldpflege auf die Bodenfeuchtigkeit und die Abbaugeschwindigkeit des Laub- und Nadelstreus auf die damit bedingte Humusform nachgewiesen. MITSCHERLICH (1970) und LANG (1970) haben den günstigen Einfluß der mäßigen Durchforstung auf die Bodenfeuchtigkeit bestätigt und SMIRIS (1975), hat in seinen Untersuchungen in einer Eichen-Durchforstungsversuchsfläche unseres Lehrwaldes "Cholomon" auf den günstigen Einfluß der mäßigen Durchforstung auf die Bodenfeuchtigkeit der oberen Bodenschichten auch während kritischer Dürreperioden nachweisen können. APATSIDIS (1977) bestätigte in seinen Untersuchungen über die "Voraussetzungen für die natürliche Verjüngung der Schwarzkiefer" die engen und gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen Kronenschluß, Nadelstreudichte, Bodenfeuchtigkeit, Zusammensetzung und Dichte der Bodenvegetation sowie den negativen oder positiven Einfluß obiger Faktoren auf die Verjüngungswilligkeit bzw. -widrigkeit. Besonders interessant ist der negative Einfluß der Humusmächtigkeit und Bodenvegetationsdichte auf die Verjüngungsintensität (Anzahl von Sämlingen je m²). Da alle diese Faktoren durch die Waldpflege reguliert und gesteuert werden können, bleibt kein Zweifel, daß eine zweckmäßige Waldpflege durch die Schaffung der jeweils entsprechenden Voraussetzungen, die natürliche Verjüngung entscheidend erleichtern und zum Teil sichern kann.

Die Schaffung des jeweils für die Verjüngung entsprechenden Bestandesklimas (Waldmilieu) wird durch die Verjüngungshiebe im Rahmen des ausgewählten Verjüngungsverfahrens erreicht. Es hängt aber von der früheren Behandlung, d.h. von der Waldpflege stark ab. Besonders das Vorhandensein eines Nebenbestandes spielt eine wichtige Rolle für die Schaffung solcher geeigneter Mikromilieu-Flächen. Es ist die Meinung weit verbreitet, daß die Rolle des Nebenbestandes mit dem Beginnen der Verjüngung aufhört. Es ist klar, daß der Nebenbestand in vielen Fällen hemmend auf die Verjüngung wirkt, aber es

ist ebenso klar, daß er, zumindest für unsere Verhältnisse, positiv einwirken kann (feinere Regulierung der Besonnung, Schutz der Südränder gegen Untersonnung usw.).

2. EINFLUSS DER WALDERNEUERUNG AUF DIE WALDPFLEGE

Unter Walderneuerung versteht man den Ersatz einer älteren Generation des Waldbestandes durch eine neuere. Dies kann durch natürliche oder künstliche Verjüngung erfolgen. Wenn die Waldpflege die Verjüngung vorbereiten und erleichtern soll, bildet die Walderneuerung die erste Etappe der Waldpflege. Die natürliche Verjüngung bietet durch die größere Pflanzenzahl (500.000 - 1.000.000 pro ha), die dem jeweiligen Standort angepaßten Rassen und die größere Variabilität der Erbanlagen die besten Voraussetzungen und die größten Möglichkeiten für eine rationelle und zielgerechte Waldpflege und somit zur Erreichung des Betriebszieles. Außerdem ermöglicht eine richtige Wahl des Verjüngungsverfahrens und Verjüngungszeitraumes, immer im Rahmen des Verjüngungszieles, die beste Ausnutzung des Ertragsvermögens des Altbestandes. Dies spielt eine besondere Rolle in bis zum Beginn der Verjüngung ungepflegten Beständen.

Aber auch bei der künstlichen Verjüngung sollte man die Anforderungen der zukünftigen Waldpflege immer vor Augen haben. Die gewollte oder aus ökonomischen Gründen erforderliche kleine initiale Individuenzahl (5.000 - 10.000 Stück pro ha) und die damit bedingten beschränkten Auslesemöglichkeiten sollten durch eine sehr sorgfältige Baumarten-, Rassen- und Herkunftswahl und eine strenge Qualitätskontrolle des Pflanzenmaterials kompensiert werden. Engere Verbände bleiben immer die unentbehrliche Voraussetzung für eine möglichst zielgerechte Waldpflege. Hier kommen wir wiederum zu einer vieldiskutierten Frage: Enge oder weite Pflanzenverbände? Wir wollen die hohen Begründungskosten bei Verwendung von engen Verbänden nicht übersehen, aber Ersparnisse (Sparsamkeit) bei der Bestandesbegründung können sich später als die größte Verschwendung erweisen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Zwischen Walderneuerung und Waldpflege bestehen enge Verbindungen und Zusammenhänge. Die Walderneuerung bildet den Ausgangs- und Endpunkt des Pflegekreises. Ohne zu übertreiben können wir sagen, daß die Waldpflege mit der Waldverjüngung beginnt und die Waldverjüngung beginnt mit der Waldpflege. Damit ist aber nicht gesagt, daß eine gelungene Walderneuerung die Waldpflege ohne weiters sichert oder umgekehrt, daß eine einwandfreie Waldpflege die natürliche Verjüngung sichert. Das eine erleichtert und vorbereitet

das andere. Das sichert aber nicht. Dies wird nur erreicht mit den jeweils richtigen und rechtzeitig geführten waldbaulichen Maßnahmen und Eingriffen.

LITERATUR

- APATSIDIS, L., 1977: Die natürliche Verjüngung der Schwarzkiefer, Griech. Selbstverlag, Athen.
- LANG, W., 1970: Ökologische-hydrologische Untersuchungen in verschieden stark durchforsteten Fichten- und Lärchenbeständen des Schwarzwaldes. Diss., Freiburg.
- LEIBUNDGUT, H., 1966: Die Waldpflege. Haupt Verl. Bern.
- LEIBUNDGUT, H., 1975: Zum Problem der natürlichen Waldverjüngung in gemäßigten Zonen. IUFRO-Tagung in Istanbul.
- MITSCHERLICH, G., und MOLL, W., 1970: Untersuchungen über die Niederschläge und Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse in einigen Nadel- und Laubholzbeständen in der Nähe von Freiburg. A.F.J.Z. 141. 49-60.
- MLINŠEK, D., 1975: Die Naturverjüngung im Wirtschaftswald. IUFRO-Tagung in Istanbul.
- SMIRIS, P., 1975: Verlauf der Bodenfeuchtigkeit und Einfluß der Durchforstung auf die Bodenfeuchtigkeit in Eichenbeständen von Cholomon. Jahrbuch der Land- und Forstwirtschaftlichen Fakultät. Thessaloniki.

DIE WALDERNEUERUNG IST EIN BESTANDTEIL DER WALDPFLEGE

F. W. HILLGARTER

Hespa-Domäne, Wolfsberg/Österreich

1. PROBLEMSTELLUNG

1.1 Ist Walderneuerung Waldpflege?

Unter dem Begriff Waldpflege versteht LEIBUNDGUT (1966) "alle auslesenden und pfleglichen waldbaulichen Eingriffe in den Wald, die das Ziel verfolgen, sowohl den Lebensablauf der Einzelbäume wie denjenigen ganzer Bestände derart zu lenken, daß das Wirtschaftsziel so gut wie möglich erreicht wird. Waldpflege ist also Pflege im weitesten Sinn. Die einzelnen Abschnitte der Waldpflege sind geordnet nach den einzelnen Entwicklungsstufen des Waldes und werden daher bezeichnet als Jungwuchs-, Dickungspflege, Durchforstung. Dazu kommen die Bodenpflege, die Waldklimapflege, die Pflege des ganzen Beziehungsgefüges des Waldes und einige beiläufige Maßnahmen, welche der Qualitätssteigerung dienen".

Bei der Walderneuerung wird eine Generation eines Bestandes durch eine neue ersetzt. Dies kann durch natürliche oder künstliche Verjüngung erfolgen. Der Erneuerungsprozeß ist dann abgeschlossen, wenn der Jungwuchs gesichert und somit das Verjüngungsziel erreicht ist. Diese erste Etappe im Leben einer neuen Bestandesgeneration ist entscheidend für die zukünftige Bestandesentwicklung und die Erreichung des gesteckten Betriebszieles. Im Jungwuchs werden oft die Weichen für die zukünftige Baumartenmischung, Qualität, Wuchs- und Wertleistung und Bestockung gestellt. Die Pflege der im Zuge der Walderneuerung entstehenden Jungwüchse bildet also die Voraussetzung für die bestmögliche Erreichung des Wirtschaftszieles und ist unerläßliche Voraussetzung für den höchstmöglichen Erfolg der Dickungspflege und Durchforstung.

1.2 Walderneuerung heißt Jungwuchspflege

Das Ziel der Jungwuchspflege besteht darin, daß die erwünschten Baumarten in ausreichender Zahl, angestrebter Mischungsform und Qualität möglichst rasch und kostengünstig die Dickungsstufe erreichen können. Daher stehen

- der Schutz der Ansamung und des Jungwuchses vor biotischen und abiotischen Schäden und
- die Mischungsregulierung bzw. Stammzahlverminderung im Vordergrund.

1.3 Jungwuchspflege bedeutet vor allem Schutzmaßnahmen

Da im Jungwuchs vor allem Schutzmaßnahmen, insbesondere gegen Wild und Unkrautkonkurrenz gesetzt werden müssen, soll auf diese folgend näher eingegangen werden. Denn gerade Verbißschutz und Unkrautbekämpfung nehmen heute in vielen Betrieben ein Ausmaß an, das die finanziellen und personellen Möglichkeiten sprengt. Es gilt also der Frage nachzugehen: Welche waldbaulichen, organisatorischen und arbeitstechnischen Möglichkeiten bestehen zur Reduzierung des Aufwandes für Verbißschutz und Unkrautbekämpfung?

2. RATIONALISIERUNG VON VERBIßSCHUTZ UND UNKRAUTBEKÄMPFUNG

2.1 Organisatorische Möglichkeiten

Durch zielstrebigem und konsequenten Schutz können die Jungpflanzen dem Gefahrenbereich am schnellsten entwachsen. Erhebungen im Zuge der Forstinventur über Verbißgrad, Verbißzeitpunkt (in oder außerhalb der Vegetationsperiode) und pflanzensoziologische Aufnahmen bilden eine erste Grundlage für die Reihung nach Dringlichkeiten. Diese Unterlagen werden durch die neu hinzugekommenen Flächen laufend ergänzt. Allgemein gilt:

- Gute Standorte vor schlechten,
- labile Standorte vor stabilen,
- Bestände mit Entmischungsgefahr vor Reinbeständen,
- besonders gefährdete Bestände vor weniger gefährdeten.

Neben einer zielstrebigem Festlegung der schutzbedürftigen Flächen ist deren konsequenter Schutz für einen raschen Erfolg wesentlich. Eine große Erleichterung für den praktisch tätigen Revierbeamten bei Arbeitsplanung, -durchführung und Kontrolle bringen Forstkarten, in denen die geplanten Maßnahmen und deren Durchführung evident gehalten werden. Die Kenntnis der jeweiligen Flächengröße ist Voraussetzung für eine korrekte Vor- und Nachkalkulation des Arbeits- und Materialaufwandes. Konzentrierter Einsatz gut geschulter und gut ausgerüsteter Arbeitskräfte (Pflegegruppen) wirken leistungsfördernd und erleichtern die Arbeitskontrolle.

2.2 Unkrautbekämpfung

Unkrautbekämpfung im Wald hat es in einer geregelten Forstwirtschaft, besonders aber im schlagweisen Hochwald immer gegeben. Verdämmung, Lichtentzug, Wurzelkonkurrenz usw. verursachen in den Kulturen oft nicht unbeträchtliche Ausfälle, die es vorbeugend zu vermeiden gilt.

a) Waldbauliche Rationalisierungsmaßnahmen

Der Forstmann hat es oft in der Hand, durch seine waldbauliche Vorgangsweise den Unkrautwuchs zu fördern oder zu hemmen. So kann er den Aufwand für Unkrautbekämpfung entscheidend verringern, z.B. durch:

- Natürliche Verjüngung,
- bei künstlicher Verjüngung Altbestände möglichst bis Räumung dicht geschlossen halten,
- Verwendung von Großpflanzen, besonders auf guten Standorten,
- keine Schlagruhe, sondern sofortige Aufforstung nach der Schlägerung,
- Startdüngung (Pflanze entwächst schneller dem Unkraut, Pflegezeitraum verkürzt sich),
- Kenntnis der wichtigsten Unkräuter und ihrer Lebensweise. Nur wenn Klarheit darüber herrscht, mit welchen Unkrautarten man es zu tun hat, können Bekämpfungsmaßnahmen mit den jeweils billigsten Mitteln und Verfahren geplant werden (BURSCHEL und RÖHRIG, 1960),
- prüfen, ob Unkrautbekämpfung überhaupt nötig. Aus Unkenntnis der Lebensweise der Unkräuter wird in der Praxis oft unnötigerweise eingegriffen.

b) Arbeitstechnische Rationalisierungsmaßnahmen

In jedem Fall ist die jeweils erfolgswirksamste, umweltschonendste und kostengünstigste Maßnahme zu suchen. Bei ihrer Auswahl gelten folgende Grundsätze:

- Rechtzeitiger Eingriff ist am billigsten,
- Freischneiden der Einzelpflanze ist viel billiger als ganzflächiges Aussicheln,
- reihenweises Ausbringen von Herbiziden ist umweltfreundlicher und kostengünstiger als ganzflächige Behandlung,
- nur der Einsatz einer Großspritze mit Weitwurfdüse rechtfertigt kostenmäßig eine Spritzung der gesamten Fläche.

Die Aufstellung zeigt die großen Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren bei den Lohn-, Material- und Gesamtkosten auf. Sie soll als Entscheidungshilfe für die jeweils betrieblich günstigste Variante dienen.

Kostenvergleich verschiedener Arbeitsverfahren bei der Unkrauthemmung
Beispiel Grasbekämpfung 1975 (Kosten in Ö.S.)

Arbeitsverfahren	Arbeitszeit pro ha	Lohnkosten incl. Soziallasten	Material- kosten	Gesamtkosten pro ha	
1. Sägespäneverfahren	10 - 15	925	333	1.258	Punktbehandlung
2. Granulatausbringung					
2.1 mit Rückenspritze	1 - 3	148	2.125	2.273	Flächenbehandlung
2.2 mit Kleegeige	6 - 10	592	840	1.432	Reihenbehandlung
2.3 mit Blankstreuer		nur für kleine Flächen geeignet			Punktbehandlung
3. Spritzen mit Spritz- wagen	4 - 6	440	1.055	1.495	Flächenbehandlung
4. Sprühen mit Rücken- spritze	8 - 12	740	725	1.465	Flächenbehandlung
5. ULV-Verfahren	3 - 5	-	-	-	Flächenbehandlung
6. Ganzflächiges Aus- schneiden	40 - 60	3.700	-	3.700	
7. Pflanzstellen frei- schneiden	20 - 40	2.220	-	2.220	

Am Beispiel des Stundenaufwandes eines Forstrevieres von etwa 2.000 ha läßt sich der Wandel der Arbeitsverfahren und seine Auswirkungen auf den Stundenaufwand am besten zeigen.

Jahr	ha	Stunden	Stunden/ha	Bemerkungen
1969	34,1	2.289	67	ganzflächiges Aussicheln
1970	genaue Zahlen fehlen			
1971	50,2	3.489	69	
1972	48,5	2.187	45	Beginn Pflanzstellen
1973	53,9	2.200	40	freischneiden
1974	50,5	1.250	24	Beginn Herbizideinsatz
1975	64,1	864	13	
1976	65,0	1.217	19	

Bedingt durch Arbeitskräftemangel und technologischen Fortschritt haben sich die Arbeitsverfahren geändert. Der Herbizideinsatz stellt in dieser Entwicklungskette das letzte Glied dar und ermöglicht den Forstbetrieben durch Kosteneinsparung und Verlagerung von der Lohn- zur Materialseite die Durchführung dieser wichtigen Pflegearbeit. Vor jedem Herbizideinsatz sollte man aber prüfen, ob bereits alle anderen waldbaulichen Möglichkeiten ausgeschöpft sind, um die Kosten für Unkrautbekämpfung zu senken.

c) Der Herbizideinsatz im Wald

Als Grundsatz sollte gelten "so wenig wie nötig" bei möglichst hoher Arbeitssicherheit, nicht Unkrautvernichtung, sondern gezielte Hemmung. Das heißt:

- a) - genaue Analyse der Situation
 - Ableitung des Herbizidvorschlages
 - exakte Ausbringung mit entsprechenden Aufzeichnungen
 - Erfolgskontrolle heißt auch Erfahrung sammeln.

- b) Hohes Augenmerk auf Arbeitssicherheit
(Einhaltung der Sicherheitsvorschriften, Arbeitskleidung etc.)

Für den Erfolg des Herbizideinsatzes ist entscheidend, daß man laufend kritisch die Wirkung überprüft, Schlußfolgerungen zieht, und sich so an die optimale Aufwandsmenge herantastet. Es ist anzuraten, daß sich im Forstbetrieb jemand auf Herbizideinsatz spezialisiert.

d) Arbeitsverfahren - Beispiel Sägespäne als Trägerstoff

Es ginge in diesem Rahmen zu weit, alle Verfahren genau zu beschreiben. Der Autor möchte aber eine Möglichkeit des Herbizideinsatzes

besonders herausheben, da sie ihm sehr zukunftssträchtig erscheint, nämlich das Sägespäneverfahren. Es ermöglicht eine Unkraut-hemmung in Form von Einzelpflanzenbehandlung (Auskesseln der Kulturpflanzen). Für 4.000 Pflanzen werden z.B. zum Zwecke der Gras-bekämpfung 200 l Sägespäne (Trägerstoff) und 2 kg Dowpon-Spritzpul-ver (Wirkstoff Dalapon) gemischt. Die Ausbringung erfolgt mit einem Kübel händisch rund um die Pflanze. Im Prinzip müßte dieses Ver-fahren aber mit allen pulverförmigen Herbiziden funktionieren. Der-artige Versuche sind im Gange.

Vorteile: einfache Ausbringung, geringe Rüstzeiten, geringe Mate-rialkosten, umweltfreundlich, da punktförmige Ausbringung, keine stö-rungsbedingten Unterbrechungen, Behandlung nur dort, wo nötig, wet-terunabhängig.

Nachteile: Sorgfältiges, händisches Abmischen der Sägespäne mit Dowpon-Spritzpulver erforderlich.

2.3 Verbißschutz

Bei den derzeit lokal stark überhöhten Wildständen bleiben oft schon chemische, mechanische und technische Schutzmaßnahmen wirkungs-los. Nach den heutigen Erkenntnissen muß eine Verringerung des Ver-bisses erreicht werden, vor allem durch

- Reduzierung des Wildstandes und richtigen Altersaufbau der Wild-population
- Äsungsverbesserung und richtige Fütterung.

a) Waldbauliche "Rationalisierungsmaßnahmen"

Der standortsgemäße und naturnahe Waldbau mit seiner kleinflächigen, meist natürlichen Verjüngung, langen Verjüngungszeit-räumen und standortsgemäßen Baumartenwahl betreibt in vielen Fällen aktive Biotoppflege. Trotzdem sollten Aufforstungsmanie, über-triebene Umwandlung von Staudenflächen, konsequente Aufforstung von Grenzertragsböden mit Fichte und Randzonengestaltung neu überdacht werden. Intensive Jungwaldpflege und Durchforstung können ebenfalls zu einer Erhöhung des Äsungsangebotes und Entlastung des Verbisses in Kulturen führen. HILLGARTER (1976) hat ausführlich waldbauliche Möglichkeiten der Wildschadenverhütung aufgezeigt.

b) Arbeitstechnische Rationalisierungsmaßnahmen

Die nicht selten bereits in den roten Zahlen steckenden Forstbetriebe werden auf die Dauer finanziell nicht in der Lage sein, überall Schutz-vorkehrungen zu treffen. Diese werden sich auf neuralgische, beson-ders gefährdete Punkte konzentrieren. Der Einsatz chemischer und mechanischer Mittel sowie der Zaun sind nur eine vorübergehende Hilfe und kein Ausweg.

Bei ihrer Anwendung gelten allgemein folgende Grundsätze:

- Spritzverfahren sparen Zeit und verbrauchen viel Mittel,
- Tauch- und Streichverfahren sparen Material, aber sind sehr zeitaufwendig,
- mechanischer Schutz (Solo, Werg, Inkustutzen) benötigt den höchsten Zeitaufwand,
- der Zaun ist bei Verbiß im Frühjahr und Sommer und für Mischbaumarten, die schwer chemisch geschützt werden können, eine wirksame Alternative.

Kostenvergleich verschiedener Arbeitsverfahren beim Verbißschutz

Verfahren	Zeitaufwand Std.	Mittel pro ha und kg/Stk.	Behandelte Flächen ha	Kosten pro ha S	Bemerkungen
Spritzen	7,7	Arcotal 11,7	213,0	937,--	Materialkosten = Listenpreis (1975) Lohnkosten = öS 80,-/h incl. Soziallasten
Pinself	9,9	FCH 60 9,1	83,0	1.030,--	
Handschuh	10,4	Arcotal 5,1 FCH 60 10,1	54,0 180,0	972,-- 1.096,--	Mittelverbrauch je nach Verdünnung
Tauchen	14,5	Arcotal 6,8 FCH 60 9,7	134,0 411,0	1.346,-- 1.413,--	Mittelverbrauch je nach Verdünnung
Inkustutzen	26,9	3000 Stk.	26,7	2.452,--	

im Vergleich: Zaun rotwilder sicher per lfm S 35,--

Arbeitsmethoden, Zeit- und Materialaufwand, Gesamtkosten. Die Mittelwerte können je nach Beschaffenheit des Geländes, Übungsgrad, Leistungsgrad und Geschicklichkeit des Arbeiters um ca. 30 % unter- oder überschritten werden.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wenn auch alle Waldpflegemaßnahmen zur Walderneuerung - insbesondere die sehr kostspieligen Schutzmaßnahmen - in der forstlichen Buchhaltung nur als Aufwendungen aufscheinen, denen keinerlei Einnahmen gegenüberstehen, sich deren Erfolg also in keiner Weise sofort

zu Buche schlägt, sollte sich der Forstmann trotzdem nicht zur Untätigkeit hinreißen lassen. Erst wenn in den Betrieben eine waldbauliche Erfolgskontrolle der Bilanz gegenübersteht oder sogar in diese miteinbezogen wird, werden waldbauliche Investitionen jenen Stellenwert erhalten, der ihnen auf Grund ihrer produktions- und wertsteigernden Wirkung auf das "Produktionsmittel Wald" zusteht.

Bezüglich der Waldpflege als Bestandteil der Walderneuerung heißt das:

- Genaue Festlegung des Verjüngungs-, Pflege- und Bestockungszieles, damit Erfolgskontrolle in Form eines Soll-Ist-Vergleiches möglich wird.
- Vorgabe von Sollwerten bezüglich Zeitdauer und Aufwand bis zur Sicherung des Jungwuchses.
- Genaue Aufzeichnungen aller aufgelaufenen Kosten und Zeitdauer (Jahre).
- Laufender Soll-Ist-Vergleich ermöglicht und erleichtert Erfolgsbeurteilung.
- Anlage von "Nullflächen" ohne jegliche Schutzmaßnahmen als Vergleichsbasis, um Gewinne auf der Produktionsseite besser einschätzen und in Rechnung stellen zu können.

Wenn der Waldbau in der immer mehr technisierten Forstwirtschaft, deren Schwergewicht bei der leicht kalkulierbaren Ernte und nicht der Schaffung produktiver und gesunder Wälder liegt, überleben will, wird er sich in Zukunft vermehrt konkreter Zahlen bedienen und seine Auswirkungen auf das Betriebsergebnis ermitteln müssen. Deshalb muß die waldbauliche Erfolgskontrolle ausgebaut werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Pflege der im Zuge der Walderneuerung entstehenden Jungwüchse bildet die Voraussetzung für die bestmögliche Erreichung des Wirtschaftszieles und ist unerläßliche Voraussetzung für den höchstmöglichen Erfolg der Dickungspflege und Durchforstung. Bei der Jungwuchspflege stehen Schutzmaßnahmen im Vordergrund. Es werden deshalb organisatorische, waldbauliche und arbeitstechnische Rationalisierungsmaßnahmen, der die Forstbetriebe finanziell und personell schwer belastenden Unkrautbekämpfung und Verbißschutz aufgezeigt. Besonders eingehende Behandlung finden der Herbizideinsatz und chemischer Verbißschutz. Da sämtliche Schutzvorkehrungen in der betrieblichen Buchhaltung als Aufwand erscheinen, wird abschließend die Einführung einer waldbaulichen Erfolgskontrolle und -beurteilung verlangt, die die produktions- und wertfördernden Auswirkungen einer intensiven Waldpflege aufzeigt und den Kosten gegenüberstellt.

LITERATUR

BURSCHEL, P. und RÖHRIG, E.: Unkrautbekämpfung in der Forstwirtschaft, Berlin-Hamburg 1960.

HILLGARTER, F.-W.: Schutzmaßnahmen zur Wildschadenverhütung - waldbauliche und technische Möglichkeiten.
Allgemeine Forstzeitung 87/8, 1976.

LEIBUNDGUT, H.: Die Waldpflege, Bern 1966.

WALDPFLEGE IN DEN TROPEN - EIN WEG ZWISCHEN MÖGLICHKEITEN UND NOTWENDIGKEITEN

Hans LAMPRECHT

Institut für Waldbau, Lehrstuhl für Naturwaldforschung sowie Waldbau
der Tropen und Subtropen der Universität Göttingen/BRD

Will man bei dem in der Überschrift angesprochenen Bild bleiben, dann ist es unbedingt dahingehend zu ergänzen, daß zu Beginn des Weges zwischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten eine grundlegende Erkenntnis stehen muß - die Einsicht nämlich, daß auch die Wälder der niederen Breiten der waldbaulichen Pflege bedürfen, um ihren Funktionen gerecht werden zu können.

Wenn nach LEIBUNDGUT unter Waldpflege "alle auslesenden und pflegerischen Eingriffe in den Wald, die das Ziel verfolgen, sowohl den Lebensablauf der Einzelbäume wie denjenigen ganzer Bestände derart zu lenken, daß das Wirtschaftsziel so gut als möglich erreicht wird" verstanden werden (LEIBUNDGUT 1966), dann genügt allerdings bereits ein kurzer Blick in die tropenforstliche Praxis zur Feststellung, daß derartige Pflegebetriebe in diesem Raum, wenn überhaupt, höchstens lokal und ansatzweise zu finden sind. Gleiches gilt für die Pflege des Bodens und des Waldinnenklimas sowie die Schaffung und Erhaltung gesunder Lebensbeziehungen zwischen den Waldlebewesen aller Art, d.h. Maßnahmen, die von LEIBUNDGUT ausdrücklich in die Waldpflege miteinbezogen werden.

Es ließen sich viele Gründe aufführen, welche das Fehlen von Pflegemaßnahmen im Tropenwald zu erklären vermögen. Ich habe sie bereits des öfteren genannt, u.a. auch in diesem Kreis (LAMPRECHT 1976), so daß ich mich auf die zwei wichtigsten beschränken kann. Es sind dies:

1. Nur ein Bruchteil der Wälder zwischen den Wendekreisen wird forstlich irgendwie bewirtschaftet. In Afrika und Lateinamerika sind es nach KING (zit. nach AFZ/WK 1977) ganze 14 %. In den südostasiatischen Dipterocarpaceen-Wäldern dürfte der Prozentsatz wesentlich höher liegen. Immerhin handelt es sich auch bei den bewirtschafteten Naturwäldern i.a. um höchst extensiv geführte Betriebe, in denen Pflegemaßnahmen aus Kostengründen aber auch wegen fehlender Erfahrung und Einsicht in deren Notwendigkeit gewöhnlich weitgehend unterbleiben. Ausgeschlossen sind sie überall dort, wo keine Forstwirtschaft getrieben wird, d.h. auf heute noch über 4/5 der tropischen Gesamtwaldfläche.
2. Die speziellen Wirtschaftsziele machen - zumindest vermeintlich - eine intensive Bestandespflege vielfach überflüssig. Das gilt vor allem für die sich rasch ausdehnenden Holzzuchtplantagen in vielen

Tropenländern, sofern sie vorzugsweise der Industrieholzerzeugung dienen. Zwar werden derartige auf höchste Massenleistung ausgerichtete Betriebe, die den Normalfall darstellen, oft in mancher Hinsicht durchaus intensiv bewirtschaftet. Es handelt sich dabei jedoch in erster Linie um Maßnahmen zum Schutz gegen alle möglichen Gefahren biotischer und abiotischer Art, die solche ökologisch labilen Monokulturen ständig bedrohen. Viel eher als um Pflegeeingriffe, wie sie in Mitteleuropa entwickelt wurden und zur Anwendung kommen, geht es daher in der tropischen Holzzuchtplantage um Maßnahmen des angewandten Forstschutzes.

Soweit einige Stichworte zur Ausgangslage, die zeigen, daß und warum es in den Tropen gewöhnlich an Einsicht in die Notwendigkeit einer systematischen Waldpflege fehlt. Es wäre allerdings falsch, wenn aus dieser Feststellung der Schluß gezogen würde, daß in diesem Raum Waldpflege unmöglich oder überflüssig wäre. Festgehalten werden muß jedoch die Tatsache, daß die tropische Forstwirtschaft sich auf einer durchaus andersartigen Entwicklungsstufe befindet als etwa die mitteleuropäische. Dazu kommt, daß es der Waldbauer in den niederen Breiten mit weithin unbekannten, äußerst komplexen Ökosystemen und einer geradezu ungeheuerlichen Fülle von Baumarten zu tun hat, über deren Ansprüche und Reaktionen er häufig so gut wie nichts weiß. Er kann daher nicht einfach die Erfahrungen aus anderen Zonen übernehmen, sondern muß sich um eigenständige, den Besonderheiten seines Arbeitsobjektes angepaßte Lösungen bemühen. Allerdings ist es keineswegs so, daß er in jeder Hinsicht am Nullpunkt stehen würde. Der tropische Waldbau verfügt durchaus über z.T. bereits langfristig praxiserprobte Verfahren der Waldpflege. Die wichtigsten unter ihnen werden nachfolgend kurz beschrieben, wobei zweckmäßigerweise zwischen Naturwald und Holzzuchtplantage unterschieden wird.

A. DIE PFLEGE IN TROPISCHEN NATURWÄLDERN

Die Ausführungen beschränken sich auf die immergrünen und wechselgrünen Feuchtwälder, die nach Fläche und wirtschaftlicher Wertigkeit als die wichtigsten Tropenwaldtypen zu gelten haben. Die Ertragsleistungen von Naturwäldern, eingeschlossen exploitierte Bestände und Sekundärwuchs, sind i. a. unbefriedigend, bedingt in erster Linie durch den enormen Baumartenreichtum, die extremen Alters- bzw. Dimensionsunterschiede der aufstockenden Masse und deren Zuwachsträgheit. Das Hauptziel tropischer Forstwirtschaft muß daher vorerst einmal darin bestehen, den Naturwald in nachhaltig ertragreicheren Wirtschaftswald zu überführen. (Es werden hier lediglich die Überförungsmaßnahmen angesprochen, d.h. die Methoden des graduellen allmählichen Ersatzes der ursprünglichen Bestände. Die direkte Umwandlung führt gewöhnlich zur Anlage von Plantagenbetrieben, deren Pflegebe-

dürfnis und -möglichkeiten im Abschnitt B zur Diskussion stehen.) Es läßt sich erreichen durch Homogenisierung der Bestände nach Arten und Dimensionen sowie durch Aktivierung des standörtlich gegebenen wirtschaftlichen Produktionspotentials. Im Rahmen dieser übergeordneten Zielsetzung sind auch die Pflegemaßnahmen zu sehen und zu beurteilen. Die wichtigsten Überführungssysteme lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

1. die Gruppe der Refining-Techniken
2. die Gruppe der Enrichment-Techniken
3. die Gruppe der gelenkten Naturverjüngungstechniken.

Gemeinsames Merkmal aller drei Gruppen ist das Bestreben, durch bestimmte, gezielte Pflegemaßnahmen über längere Zeiträume im Ausgangsbestand, eine nachhaltige Steigerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit zu erreichen. Dabei geht es im allgemeinen vordringlich um eine möglichst weitgehende Homogenisierung des Waldes nach Artenzusammensetzung und Altersaufbau. Refining und Enrichment kommen hauptsächlich in jüngeren bis mittelalten (Sekundär-)Beständen zur Anwendung, während die gelenkte Verjüngung in der Erneuerungsphase von Altbeständen eingesetzt wird. Es ist weder möglich noch scheint es im gegebenen Zusammenhang notwendig, an dieser Stelle sämtliche einschlägigen Techniken abzuhandeln. Für Einzelheiten sei auf die ausführliche Darstellung von CATINOT (1965) verwiesen. Hier soll vielmehr anhand je eines konkreten Beispiels versucht werden, die grundsätzlich wichtigsten Aspekte der drei Überführungssysteme herauszustellen.

1. Die wohl älteste und am weitesten verbreitete Refining-Technik wurde zuerst systematisch im ehemaligen Britisch-Indien angewandt. Sie ist unter der Bezeichnung "Improvement fellings" im Tropenwaldbau bekannt geworden. Sinngemäß könnte von "Verbesserungshieben" gesprochen werden. Im Prinzip wird folgendermaßen vorgegangen:
 - a) Aushieb aller Schlingpflanzen
 - b) Eliminierung aller unerwünschten Baumarten sowie aller kranken und beschädigten Bäume soweit das möglich ist ohne übermäßige Auflichtung der Bestände
 - c) Begünstigung der wertvollen Elemente durch Eliminierung ihrer Konkurrenten.

Diese anfänglich eher negativen Eingriffe werden nach Notwendigkeit periodisch wiederholt, wobei sie sich immer mehr eigentlichen Auslesedurchforstungen annähern. Ziel ist die Herausarbeitung von Beständen, die nach Massen- und Qualitätsleistungen den Forderungen an einen Wirtschaftswald zumindest in erster Annäherung entsprechen.

Daß das durchaus möglich ist, zeigen z.B. Erfahrungen aus Uganda, wo in gepflegten Versuchsparzellen der jährliche Durchmesserzuwachs der begünstigten Wertarten denjenigen der Nullflächen um das 2- bis 4-fache überstieg (Philip s.a.). Allerdings kann nur dann mit Erfolg gerechnet werden, wenn der Ausgangsbestand folgende Voraussetzungen erfüllt:

- a) Vorhandensein einer ausreichenden Anzahl von gesunden, gut geformten Bäumen wertvoller Arten in der Oberschicht in mehr oder weniger gleichmäßiger Verteilung über die gesamte Fläche. Die Erfahrung zeigt, daß rd. 100 Individuen/ha bereits genügen.
- b) Ausreichende Reaktionsfähigkeit und langanhaltende Zuwachsstei gerung der begünstigten Individuen. Mit anderen Worten, in Althölzern rechtfertigen sich Improvement fellings nicht.

2. Dort, wo die Zahl wertvoller Bäume zu gering ist oder wo solche überhaupt fehlen, läßt sich die Aufwertung mit Hilfe von "Enrichment-Techniken" bewerkstelligen. Das bekannteste, besonders von AUBREVILLE propagierte, Anreicherungsverfahren dürfte die sogen. Schneisenpflanzung (Enrichissement par layons) sein. Unterschiedliche wirtschaftliche und ökologische Voraussetzungen haben zu zahlreichen lokalen Varianten geführt. Das Grundschema ist jedoch überall das gleiche. Im anzureichernden Bestand werden:

- a) In gleichbleibendem Abstand von gewöhnlich 20 m Parallelschneisen in Ost-Westrichtung geöffnet.
- b) beidseits der Schneisenachse ein 1 - 2 m breiter Streifen vollständig freigehauen und auch von der Bodenvegetation gesäubert.
- c) Auf weiteren rd. 4 m werden sämtliche Lianen gekappt, Buschwerk und Verjüngung, soweit es sich nicht um Wertarten handelt, ausgehauen und alle breitkronigen Unterschichtsbäume entfernt.
- d) Neuerdings ist zu beobachten, daß in zunehmendem Maße auch evtl. vorhandene Großbäume im gesamten Zwischenstreifen bereits zu Beginn eliminiert werden.
- e) Auf der Schneisenachse werden die wertvollen Anreicherungsarten eingebracht. Der Pflanzabstand liegt zwischen 5 - 10 m. Verwendet werden vorzugsweise Stummelpflanzen (stumps) wegen der Einfachheit des Transportes und der Pflanzung, der Widerstandsfähigkeit und des raschen Jugendwachstums derartiger stark zurückgeschnittener Pflanzen.
- f) Die Kulturen werden gepflegt, wobei anfänglich die Bekämpfung von Unkraut, Schlingpflanzen, konkurrierender Naturverjüngung im Vordergrund steht. In späteren Phasen liegt das Hauptgewicht auf der Schneisenerweiterung. Bis zum Ende der Umtriebs-

zeit verschwinden die Naturwaldzwischenstreifen mehr oder weniger vollständig. Je nach Schneisen- und Pflanzabstand stehen im Endbestand 50 - 100 Wertbäume/ha.

Die Schneisenpflanzung besitzt den großen Vorteil, daß das Waldinnenklima im großen und ganzen erhalten bleibt und daß der Waldboden nicht bloßgelegt wird. Sie eignet sich daher vor allem für die Nachzucht von Baumarten des Klimaxwaldes, nicht jedoch für lichtbedürftige Arten. Besonders günstige Voraussetzungen für die Anreicherungskultur bieten jüngere Sekundärwälder. Im hohen Altbestand leiden auch ± schattentolerante Arten im tiefen Schacht unter Lichtmangel bzw. könnte ausreichende Lichtintensität nur durch die Anlage überproportional breiter Schneisen erreicht werden. Als größter Nachteil wird der Schneisenpflanzung die Notwendigkeit einer arbeits- und kostenintensiven Pflege über vergleichsweise lange Zeiträume angelastet.

3. Unter den Verfahren der gelenkten Naturverjüngung ist der tropische Schirmschlag (Tropical Shelterwood System) wie er ursprünglich von englischen Forstleuten in Nigerien entwickelt wurde, in den Fünfziger- und Sechzigerjahren auf das besondere Interesse der Waldbauer im gesamten Tropenraum gestoßen. Im Prinzip soll die Naturverjüngung der gewünschten etwa 10 - 20 Baumarten durch sorgfältige Lichtdosierung erreicht werden. Zu diesem Zweck wird der Altbestand allmählich aufgelichtet, indem man von unten nach oben fortschreitend eine Kronenschicht nach der anderen eliminiert. Die Exploitation der markttauglichen Stämme darf erst stattfinden, nachdem die Verjüngung - mindestens 100 Individuen/ha - sichergestellt ist, weil diese Bäume zugleich die Samenlieferanten für die gewünschten Arten sind. Die Verjüngung wird systematisch gepflegt. Die endgültige Eliminierung der verbliebenen Altholzreste erfolgt entsprechend dem Lichtbedürfnis der Verjüngung rascher oder weniger rasch. Die nach Arten und Baumstärken relativ homogenen Jugendbestände werden weiterhin normal gepflegt, wobei besonderes Gewicht auf frühzeitige intensive Auslesedurchforstungen zu legen ist.

Die nach dem Zweiten Weltkrieg in den tropischen Schirmschlag gesetzten Hoffnungen haben sich nur sehr bedingt erfüllt. Das Verfahren ist kompliziert und teuer und längst nicht immer stellt sich die gewünschte Verjüngung auch ein. Für lichtbedürftige Arten ist es von vorneherein ungeeignet. Auf die zahlreichen, z. T. sicherlich aussichtsreichen Verbesserungs- und Rationalisierungsvorschläge kann hier nicht eingetreten werden. Tatsache ist, daß das Tropical Shelterwood System gegenwärtig kaum in größerem Umfang zur Anwendung kommt. Diese Feststellung gilt ganz allgemein für die tropischen Naturverjüngungsverfahren. In zunehmendem Maße konzentrierten und konzentrierten sich seit Jahren die forstlichen Bemühungen im gesamten Tropen-

raum auf die Anlage und den Betrieb von Holzzuchtplantagen. Sie sind anschließend zu besprechen.

Zuvor lassen Sie mich jedoch noch zwei Punkte aus dem bisher Gesagten herausgreifen, welche mir für das Verständnis der speziellen Situation des tropischen Waldbaus im Naturwald und die Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Waldpflege von besonderer Bedeutung zu sein scheinen.

1. Das im Zuge der Waldpflege zu eliminierende Material, Starkholz imbegriffen, ist i. a. unverkäuflich. Sowohl beim Refining und beim Enrichment als auch beim tropischen Schirmschlag werden die wertlosen Arten und Bäume entnommen. Andererseits hat die Holzernte im üblichen Exploitationsbetrieb, der häufig die einzige wirtschaftlich interessante Möglichkeit darstellt, keinerlei positive Pflegeeffekte für den verbleibenden Bestand. Anders ausgedrückt: Holzernte und Pflegemaßnahmen lassen sich nicht koppeln. Holzentnahme ist entweder Ernte oder Bestandespflege, beide Ziele sind jedoch nicht mit ein und demselben Eingriff zu erreichen. Das hat zur Folge, daß die Pflegekosten im tropischen Naturwald nicht, auch nicht teilweise, durch Erlöse aus Holzverkäufen abgedeckt werden können. Hier liegt zweifellos eines der wesentlichen Hindernisse, das seiner wirtschaftlichen Inbetriebnahme entgegensteht.

Eine zumindest teilweise befriedigende Lösung dieses Problems brachte die systematische Anwendung von Baumgiften zur Eliminierung des unerwünschten Materials in Überführungsbeständen. Neben den wirtschaftlichen haben die Arborizide insofern auch ökologische Vorteile, als die Bäume nur langsam (6 - 18 Mt.) absterben, d. h. die Änderungen in den Licht- und Standraumverhältnissen laufen langsam ab. Überdies sind sie vergleichsweise fein regulierbar. Allerdings fehlt es häufig noch an ausreichenden Erfahrungen zur zuverlässigen Abschätzung der Reaktionen bestimmter Baumarten unter bestimmten inneren und äußeren Bedingungen auf bestimmte Gifte bzw. Giftkonzentrationen. Immerhin darf erwartet werden, daß die Ergebnisse von manchenorts laufenden Untersuchungen in absehbarer Zukunft viele der noch bestehenden Ungewissheiten auszuräumen vermögen (siehe z. B. DE NEFF 1975). Ob sie auch die generellen Bedenken gegen die Anwendung von Giften werden beseitigen können, erscheint allerdings höchst fraglich. Zwar geht es im tropischen Waldbau nicht um Flächenvergiftungen, sondern immer nur um das Abtöten einzelner Bäume in meist menschenarmen Waldgebieten. Meines Wissens sind Schädigungen durch Anwendung von Arboriziden zu waldbaulichen Zwecken im Tropenwald bisher denn auch nicht bekannt geworden. Trotzdem ist Vorsicht am Platz; jedoch stellen die Arborizide zur Zeit jedenfalls ein wesentliches, um nicht zu sagen unentbehrliches Element der Waldpflege im Tropenraum dar.

2. Der tropische Waldbau arbeitet mit auffällig geringen Zahlen von Zukunftsbäumen. Die geforderte Größenordnung von anfänglich lediglich etwa 100 Anwärtern/ha erscheint nach mitteleuropäischen Erfahrungen und Erfordernissen absolut unzureichend zur Schaffung des angestrebten wirtschaftlich hochwertigen Endbestandes. Der scheinbare Widerspruch löst sich zumindest teilweise auf, wenn man bedenkt:

- a) daß praktisch alle tropischen Baumarten ein vergleichsweise sehr rasches Jugendwachstum aufweisen. Der Jungwuchs schließt sich daher frühzeitig, die natürliche Stammzahlreduktion beginnt früh und intensiv.
- b) das rasche Wachstum hält jedoch nur solange an als die Bäume über volle Kronenfreiheit verfügen. Untersuchungen u.a. von DAWKINS (1959, 1960) zeigen, daß Stagnation eintritt sobald die Stammkreisflächen rd. 18 - 23 m²/ha überschreiten. DAWKINS hat ferner festgestellt, daß ein optimal leistungsfähiger Baum von 40 cm BHD einen Kronendurchmesser von mindestens 12 m, ein solcher von 80 cm BHD einen Kronendurchmesser von über 18 m aufweisen muß.

Bei einer Kreisflächenhaltung von nicht mehr als 23 m²/ha bleibt demnach lediglich Raum für rd. 45 voll leistungsfähige Wertträger/ha mit einem durchschnittlichen BHD von 80 cm. Bei einem Zieldurchmesser von 60 cm erhöht sich die Baumzahl auf knapp 80. Allerdings lassen sich hochwertige Bestände auf guten Standorten und bei intensiver Pflege bereits in 40 - 60 Jahren heranziehen.

Wenn auch diese Untersuchungen lediglich grobe Hinweise zu vermitteln vermögen, zeichnet sich doch deutlich ab, daß in den Tropen eine geringe Zahl von Kandidaten, anfänglich eingebettet in eine insgesamt wenig wertvolle, gemischte Grundbestockung, die im Laufe der Zeit verschwindet bzw. dienende Funktionen übernimmt, genügen dürfte für die Produktion hochwertiger Edelhölzer in vergleichsweise kurzen Umtriebszeiten. Ebenso klar zeigt sich jedoch, daß dieses Ziel jedenfalls nur über eine zielbewußte Pflege, insbesondere durch einen intensiven Auslese- und Veredelungsbetrieb zu erreichen ist.

B. DIE PFLEGE VON TROPISCHEN HOLZZUCHTPLANTAGEN

Auf Maßnahmen des Forstschutzes im weitesten Sinne des Wortes, die zur Erhaltung der oftmals extremen Monokulturen notwendig sind, wird nicht eingegangen. Bei Pflanzabständen, die üblicherweise zwischen 2 x 2 bis 3 x 3 m oder mehr liegen, spielt in der Jungwuchspflege die Unkrautbekämpfung die Hauptrolle, während andere Maßnahmen

weitgehend entfallen. Säuberungen im Sinne SCHÄDELINS finden nicht statt. Ausgesprochene Schnellwuchsplantagen mit Umtriebszeiten von häufig unter 10 Jahren, die ausschließlich der Industrieholzerzeugung dienen, werden in der Regel auch nicht durchforstet. Die forstliche Tätigkeit beschränkt sich in solchen Fällen auf die Anlage der Kulturen, den Forstschutz und die Ernte im Kahlschlagverfahren. Wenn in einer Art Niederwaldbetrieb die Verjüngung aus dem Stock stattfindet - häufig bei Eucalypten und Akazien - erfolgt im ersten und zweiten Jahr eine Auslese unter den Lohden, wobei nach zweimaligem Durchgang pro Stock jeweils nur die stärkste und am besten geformte Rute erhalten bleibt. Plantagen mit dem Betriebsziel Sägeholzproduktion werden systematisch durchforstet, wobei die Eingriffe gewöhnlich aus frühzeitig einsetzenden, intensiven Stammzahlreduktionen nach irgendeinem, häufig in allen Einzelheiten festgelegten Schema bestehen. So gilt z.B. in Südafrika für *Pinus patula*-Sägeholzbestände I. Bonität mit einer Umtriebszeit von 30 Jahren folgendes Durchforstungsschema (STRATMANN 1976):

Alter Jahre	Verbleibender Bestand Stz/ha
8	750 (Pflanzverband 2.7 x 2.7 m)
12	500
18	320
30	0

In den südafrikanischen Eukalyptusplantagen wird ähnlich vorgegangen, während die Brasilianer in ihren Plantagen i.a. mit etwas höheren Stammzahlen arbeiten. Die Kultur enthält 2500 Pflanzen/ha, im Alter 7 erfolgt die Reduktion auf 1500, im Alter 15 auf 1000, im Alter 20 auf 500. Weitere Entnahmen werden nicht durchgeführt. Die Umtriebszeit beträgt zwischen 25 - 30 Jahren. Während in den weitständigen *Pinus*-Plantagen gewöhnlich aufgeastet werden muß, kann diese Pflegemaßnahme bei Eucalypten meist entfallen, weil sie sich natürlicherweise ausreichend reinigen.

Einen etwas weiteren Spielraum für eine gewisse Qualitätsauslese in Plantagen bietet das sogen. "Queensland System", das auch in Kenia routinemäßig angewendet wird (PUDDEN 1955). Jeweils 4 aufeinanderfolgende Bäume in einer Pflanzreihe bilden ein sogen. "Quartett". In jedem Quartett wird der beste Baum bezeichnet. Die Entnahme der nicht ausgewählten Individuen erfolgt gewöhnlich in 2 Etappen.

In der Regel handelt es sich bei den Durchforstungen in Plantagenbetrieben um einfach zu handhabende schematische Eingriffe zur Standortregulierung mittels Stammzahlreduktion. Eine Qualitätsverbesserung des verbleibenden Bestandes ist auf diese Weise höchstens zufällig erreichbar, meist aber wohl auch gar nicht beabsichtigt, da es

lediglich darum geht, in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Holz der gewünschten Stärkeklasse zu erzeugen (siehe z.B. LAMB 1972).

Etwas anders liegen die Verhältnisse in Teakpflanzungen, die in mehrfacher Hinsicht als Sonderfall tropischer Plantagenwirtschaft zu gelten haben. Sie seien deshalb abschließend kurz erwähnt. Obwohl es sich um gleichaltrige Monokulturen handelt, unterscheiden sie sich von den üblichen Betrieben durch die Zielsetzung - Erzeugung eines qualitativ hochwertigen Edelholzes - und die langen Umtriebszeiten von 60 - 80 Jahren und mehr. Angesichts des stürmischen Jugendwachstums von *Tectona grandis* müssen die Durchforstungen sehr frühzeitig einsetzen. Langjährige Erfahrungen aus Burma zeigen, daß nach zu schwachen Eingriffen im ersten Viertel der Umtriebszeit die Reaktionsfähigkeit von Teak auf spätere Durchforstungen, auch solche hoher Intensität, verloren geht (MOORE 1966). In den ausgedehnten Teakplantagen Trinidads war während der Kolonialzeit die Stammzahl vorschriftsmäßig von ursprünglich 2800 Stummelpflanzen/ha im Alter 5 auf die Hälfte zu reduzieren, nach weiteren 5 Jahren erfolgte eine nochmalige Halbierung, so daß 10-jährige Teakbestände noch um die 700 Bäume/ha aufwiesen. MOORE (1966) hat wesentlich schärfere Eingriffe mit gutem Erfolg durchgeführt, wobei sich allerdings die Ästung der Zukunftsbäume als unumgänglich erwies. In einem gewissen Gegensatz zu den Empfehlungen MOORE's u.a. stehen die in Indonesien üblichen Durchforstungsintensitäten. So soll beispielsweise der verbleibende Bestand auf mittleren Standorten im Alter 10 1450 Bäume/ha, im Alter 30 noch 515 und im 80-jährigen Endbestand noch 201 Bäume/ha aufweisen (ALPHEN DE VEER et al. 1957). Das MOORE'sche Modell sieht im Endbestand nicht mehr als etwa 75 furniertaugliche Bäume mit einem mittleren BHD von annähernd 60 cm vor.

Gut geführte Teakbetriebe werden zum Boden- und späteren Stammschutz bereits im ersten Jahr unterbaut, wobei sich *Leucaena glauca*, eine Leguminose als besonders geeigneter Nebenbestandesbildner erwiesen hat. Das immergrüne Unterholz dient gleichzeitig als wirksamer Feuerschutz. Im Falle *Tectona grandis* kann man mit Recht von einem umfassenden Pflegebetrieb sprechen, der neben intensiven Auslesedurchforstungen eine gezielte Pflege der Bestandesstrukturen und der Böden beinhaltet. Insofern kommt der Teakplantage bis zu einem gewissen Grad zukunftsweisende Bedeutung für die Wertholzzucht in den Tropen zu.

Selbstverständlich müssen die Angaben über die Durchforstungsintensitäten noch weiter überprüft werden. Auf keinen Fall lassen sie sich ohne weiteres auf andere Baumarten übertragen. Bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, daß sie in der Größenordnung sehr gut mit den auf ganz anderen Grundlagen und anhand anderer Überlegungen hergeleiteten Zahlen von DAWKINS (1959/1960) übereinstimmen. Jedenfalls dürften sie beweisen, daß Wertholzerzeugung in den Tropen einen intensiven Pflege- und Auslesebetrieb voraussetzt.

Alle Erfahrungen deuten somit darauf hin, daß es zur Erzeugung der begehrten, hochbezahlten tropischen Edelhölzer eines besonders intensiven Pflegebetriebes bedarf, der bereits in der ersten Jugend einsetzt. Offenbar gilt diese Regel gleicherweise für naturnahe Wirtschaftswälder wie für Plantagenbetriebe - sofern sich diese letzteren für Wertholzzucht überhaupt eignen, was bisher nur für Teak eindeutig feststeht.

Wenn in den niederen Breiten heute noch wenig Waldpflege getrieben wird, dann nicht deshalb, weil keine Notwendigkeit dazu bestünde und auch nicht deshalb, weil sich keine Möglichkeiten böten. Viel eher handelt es sich um bisher fehlende Einsicht in diese Notwendigkeiten und Möglichkeiten. Sie wird jedoch zunehmen mit den rasch schwindenden Urwaldvorräten an tropischen Luxushölzern und mit der wachsenden Erkenntnis, daß Massenproduktion auch wirtschaftlich gesehen längst nicht überall der Weisheit letzter Schluß ist, Qualitätserzeugung jedoch auch im Tropenwald der steuernden Pflege durch die Hand des Waldbauers bedarf.

LITERATUR

- AFZ/W.K., 1977: Forstwirtschaft in einer Welt mit begrenzten Rohstoffen. AFZ Nr. 20.
- ALPHEN DE VEER, van, E.J. et al., 1957: Teak cultivation in Java. In: Tropical Silviculture Vol. II, FAO, Rome.
- CATINOT, R., 1965: Sylviculture tropicale en forêt dense africaine Bois et Forêts des Tropiques Nrs. 100 - 104.
- DAWKINS, H.C., 1959: The volume increment of natural High-Forest and limitations on its improvement, Emp. For. Rev. 38.
- DAWKINS, H.C., 1960: New methods of improving stand composition in tropical forests, Proceedings 5. World Forestry Congress, Vol. I, Seattle.
- LAMB, A.F.A., 1972: Tropical pulp and timber plantations. 7. World Forestry Congress. Buenos Aires.
- LAMPRECHT, H., 1976: Wünschbarkeit, Möglichkeiten und Probleme der Naturverjüngung in tropischen Wäldern. Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen. Nr. 127.
- LEIBUNDGUT, H., 1966: Die Waldpflege. Bern.
- MOORE, D., 1966: The formation of Teak (*Tectona grandis*) plantations by the group planting system. Proceedings of the 6. World Forestry Congress. Madrid.

- NEFF DE, P., 1975: Utilisation de la hachette injectrice dans les essais d'empoisonnement arboricide en Côte-d'Ivoire. Bios et Forêts des Tropiques No. 160.
- PHILIP, M.S. (s.a.): The management of tropical high forest. Entebbe. Uganda.
- PUDDEN, H.H.C., 1955: The pruning and early thinning of exotic softwoods in Kenya. Kenya Forest Department. Pamphlet No. 13.
- STRATMANN, J., 1976: Südafrika - Forstwirtschaft in Holzplantagen. AFZ Nr. 1/2.

TENDING FORESTS IN THE TROPICS A PATH BETWEEN POSSIBILITIES AND NECESSITIES

James S. BETHEL and David G. BRIGGS

College of Forest Resources, University of Washington
Seattle, Washington/USA

The forests of the tropics have historically been used primarily to meet the domestic needs of the endemic population. Rapid population growth in many of these countries is reflected in greater demand for materials. Increasing opportunities to export forest products from tropical countries add to the internally generated demand. As non-renewable materials become less available and more expensive, pressure on supplies of renewable materials from the forest will accelerate and this pressure will be increasingly felt in regions where forests are currently under-utilized. Many of the tropical countries of the world are in this category.

The same population pressures that generate increasing demands for wood also give rise to a growing demand for food and an accompanying conversion of land use from forest to farm. FAO (1) has reported that a decreasing forest area per capita is the most significant recent forestry development in the tropical regions of the world. This phenomenon of a growing demand for renewable materials in the presence of a declining forest land base has been experienced in the industrially developed countries for a long time. It has been the principal driving force behind the development of intensive silviculture - tending of the forest. This pattern, familiar in the temperate regions of the world, is emerging in the tropical regions with increasing frequency.

A very large fraction of the tropical forests, particularly the forests of the humid tropics, are not under any form of intensive silviculture. They are essentially natural forests; some substantially disturbed through human use and some relatively undisturbed. The lightly managed forest in the wet tropics is a complex forest production system; often multi-species and all aged. A serious technical problem is posed when it is necessary to match such a diverse biological resource with anything except the most sophisticated utilization and marketing system. CATINOT (2) addressed this problem at the World Forestry Congress in 1972 when he said with respect to tropical forest ecosystems:

... as knowledge of these ecosystems advances, a certain disappointment is felt, so complicated is their study and so modest their wood production; 400 cubic meters per hectare of biological production and 5 to 50 cubic meters per hectare of economic production.

The difference between the biological production and the economic production referred to by CATINOT represents the mis-match between the forest supply component and the conversion and marketing component of the forest resource material supply system. Clearly, in many of these natural forests only a fraction, sometimes a small fraction, of the biota of the ecosystem is serving as a commodity supply source. As this fraction is removed, the ecosystem may be depleted of its most useful components. New ecosystems, still rich in useful components, are sought out and the lands previously exploited are sometimes abandoned to pursue a natural recovery or they are converted to other apparently more useful purposes. But when the need for the commodities derived from natural ecosystems is great; and the cost in capital, labor and energy associated with the discovery and use of new sources of supply from unexploited natural ecosystems becomes excessive, the deliberate production of the commodities through dedication of the land to silviculture becomes feasible. Under these circumstances investment of capital, labor and energy is likely to be targeted on the encouragement of those biological components of the natural ecosystem that have been found to be useful and to the exclusion of the non-useful components i.e., the weeds.

The development of cultered crops on lands previously occupied by natural ecosystems may be sudden and dramatic as is the usual case where wild land is dedicated to the agricultural production of field crops or livestock, for example. A similar development of cultered crops sometimes occurs in forestry where natural forests are completely removed and replaced by intensively managed plantations utilizing either species indigeneous to the natural ecosystem or introduced exotic species. The more common experience (3) is a gradual transition from exploitation of natural ecosystems to intensively managed silvicultural systems. Whether the transition is abrupt and dramatic or gradual and subtile, its objective is the same - to improve the forest as a renewable materials supply system. An effective silviculture in the tropics must be based upon an understanding of the total materials supply system of which it is a part. This materials supply system consists of the forest resource component and the utilization and marketing component related to it. The effectiveness of such a materials supply system can be measured in terms of its utilization efficiency, i.e. the ratio of the quantity of commodity produced to the quantity of resource available.

Since the forest resource system is, in the first instance, usually based upon relatively undisturbed natural forest ecosystems, an assessment of the utilization efficiency of such system establishes benchmarks for comparison with more intensively managed systems either actual or projected. Figure 1 is a photograph of such a natural forest ecosystem in Thailand. Forests, such as the one illustrated, represent the enigma of the humid tropical forest as a materials supply

system. Visitors to the tropics from temperate regions of the world have often been excited by the tremendous diversity of these tropical forests. DARWIN was inspired to pursue his studies of evolution by his visit to the tropical forests of Latin America during the voyage of the Beagle. Von HUMBOLDT, STANLEY and many other biologists had similar experiences. But the forests of the humid tropics have, as often as not, been disappointments as sources of materials when demand has been great. GOLLY (4) notes that:

a large biomass is generally characteristic of tropical forests. The quantities of wood especially are large in tropical forests and average about 300 tons per hectare compared with about 150 tons per hectare for temperate forests.

These data from GOLLY equate to about 340 m^3 per ha for tropical forests and 170 m^3 per ha for temperate forests. Contrasted with GOLLY's estimates is the report of JOHNSON (5) who notes:

On the West Coast of North America early loggers commonly found Douglas-fir with over 2000 m^3 per ha; yet in the East Kalimantan we log less than 60 m^3 from the average hectare. Even clearcutting and full utilization of all trees 15 cm diameter and above would only double this value.

In any case, natural forests in the tropics are rarely fully utilized and often yield less than ten percent of their standing stem volume in utilizable material. CLIFF (6) states with respect to tropical forests:

Characteristically, tropical rain forests are a mixture of large numbers of species. As many as several hundred per hectare have been reported. Most of these species are not used in commerce. Their wood properties vary widely and have not been well defined in terms that can be used in developing markets for them.

The basic cause for the under-utilization of natural forests in the tropics is the mis-match between the forest production and the conversion and marketing components of the forest resource system. Figure 2 illustrates a forest profile typical of a tropical all aged, multi-species forest. To determine its utilization efficiency, i.e. its value as a source of materials, it is necessary to match it to a conversion system and thus to identify its useful materials content. Figure 3 illustrates schematically the development of materials from such a forest resource base.

Figure 4 portrays the frequency of species by diameter classes for the two most valuable and extensively used groups of species (3)¹⁾ on

- 1) Sono classifies commercial Thai timber species according to value and use into Group A, popularly known and used, Group B, well known, Group C, commonly known and Group D, lesser known.

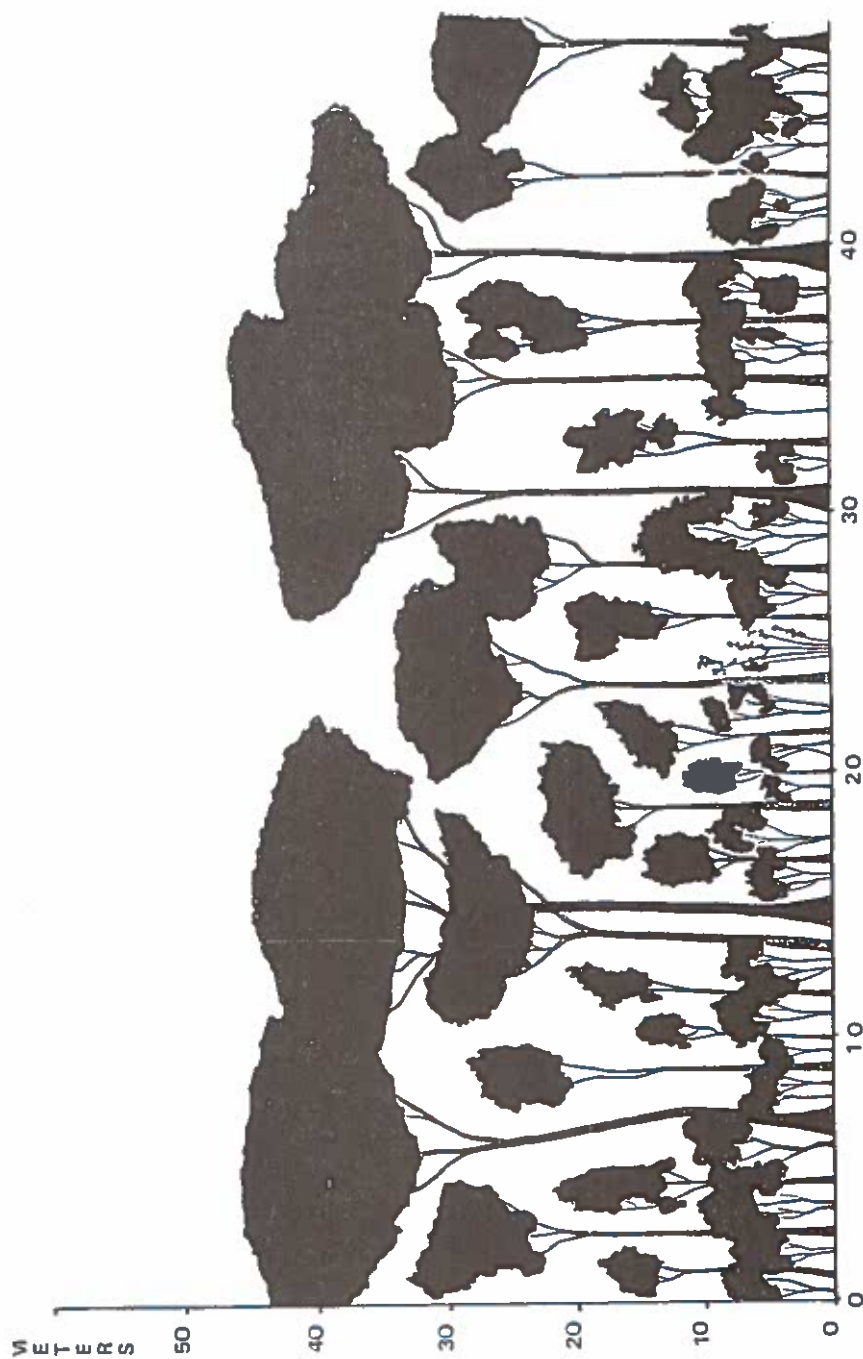


Figure 2 Profile of a Tropical All Aged, Multiple Species Tropical Forest

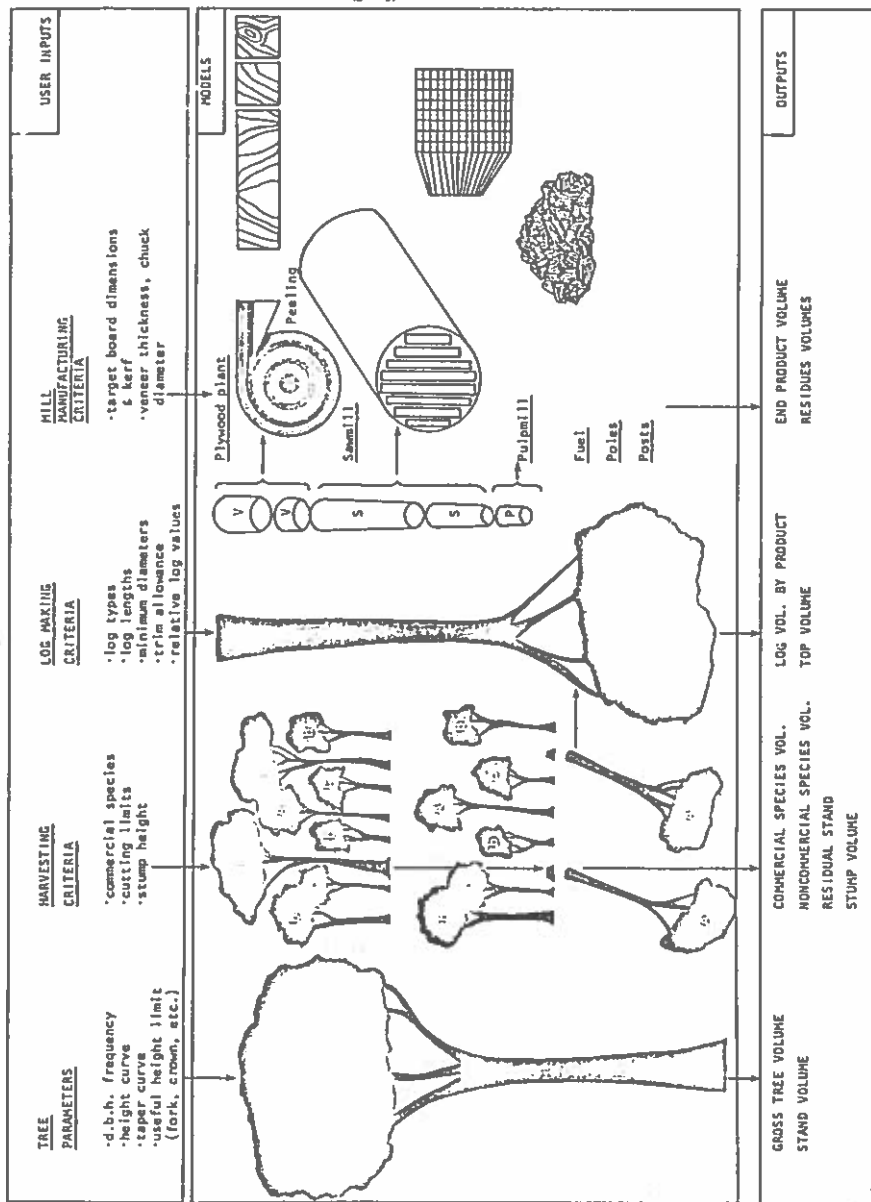


Figure 3 Representation of the flow of materials from a resource base

a one hectare plot of high elevation moist evergreen forest located in Thailand. This is a mixed species all aged stand comprised of about 50 tree genera.

The principal conversion opportunity for this type of stand is processing of trees into logs for lumber manufacture. The materials potential of this forest resource system involves matching the natural forest as it exists to the prevalent lumber manufacturing and marketing system. Insight into this match is provided by Figure 5, and a diagram known as a Reference Material System (RMS) which portrays the utilization of this stand for lumber. The RMS diagram is a synthesis of pathways or trajectories showing the flow of material through various manufacturing activities. This approach was used in a recent study (7) (8) to portray material flow and use of labor, energy and capital in assessing the role of renewable materials in the United States. In this paper only results for material flow is presented. The upper set of values at each point along the trajectory indicate the volume and, in parenthesis, number of pieces (tree, logs, boards) expected if only the Group A species were used. The lower set of numbers indicates the combined result of utilizing both the Group A and Group B species.

If only the Group A species are considered as merchantable in this stand, only 1,7 % of the stand is usable product. Addition of the Group B species brings this usable product percent up to 3,0 %. In this analysis it was assumed that a 30 dbh cutting limit has been imposed on any species in the merchantable mix. Adding the most predominant species not in these groups, *Quercus* sp. would only increase the utilization to about 6,0 percent. In preparing this RMS it is assumed that a species is classified either as commercial or non-commercial. If a species is classified as commercial, all trees of commercial size and quality are assumed to have product potential. Tree species classified as non-commercial are treated as weeds. This is the kind of merchantability assumption typical of many conventional forest inventories.

A more realistic and useful RMS analysis will recognize that there is a range of merchantability among the species comprising an all aged, multi-species natural forest in the tropics. A species for which the product demand is so great that any accessible volume can be marketed is clearly a fully merchantable species. Similarly, a species for which there is no market at all is a weed. Between these extremes there are species that can be converted to saleable products but where the demand for these products, present and potential, is far less than the supply of these species. Under these circumstances, the surplus in supply cannot properly be included in the materials reservoir. A realistic view of a forest resource system having these characteristics requires that some of the volume of species in over-supply relevant to demand be included in the non-commercial branch of the RMS net-

DBH, cm	< 7.5	7.5 - 12.5	12.5 - 17.5	17.5 - 22.5	22.5 - 27.5	27.5 - 32.5	32.5 - 37.5	37.5 - 42.5	42.5 - 47.5	47.5 - 52.5	52.5 - 57.5	57.5 - 62.5	62.5 - 67.5	67.5 - 72.5	72.5 - 77.5	77.5 - 82.5	82.5 - 87.5	87.5 - 92.5	92.5 - 97.5	97.5 - 102.5	102.5 - 107.5	107.5 - 112.5	Total
Group A																							
Hopea						2																	2
Shorea								1															1
Arisoptera	3	1	1																				5
Dipterocarpaceae	2	1				2	1	1	1							1							9
Daibergia		1																					1
Group B																							18
Diospyros	3	1	1																				5
Carcinia	4	5	5	1	3																		18
Adina		1																					1
Anthocephalum							1																1
Litsea	19	9	8	4	4	2		1							1								47
Ficus	1	1	1	2	2	1																	7
Mangifera							1																2
Other 40 species	273	149	94	55	36	30	10	12	5	10	2	4	5	8	3	1					1	698	81
Total	305	170	110	60	49	36	12	13	6	10	2	4	5	8	4	2						1	797

Figure 4. Per hectare frequency distribution of selected species from a High Elevation Moist Evergreen Forest, Thailand

FIGURE 5
FIGURA 5

RMS RMS OF HIGH ELEVATION MOIST EVERGREEN FOREST
RMS DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE HUMEDO DE ALTURA

MERCHANTABLE SPECIES
ESPECIES COMERCIALES

I

GROUP A
GRUPO A

II

GROUP B
GRUPO B

DBH CUTTING LIMIT
DAP LIMITE DE CORTA

30 CM

PRODUCTS
PRODUCTOS

SANLOGS - LUMBER
TROZA ASERRABLE - MADERA ASSEERADA

AMS LIBRARY

HARVEST

MANUFACTURING

PRODUCTS

[illegible]

work. Similarly tree size and quality characteristics and roundwood size and quality characteristics are likely to be more restrictive for species that are in surplus supply than for species in short supply.

Figure 6 represents a modified analysis of the forest represented by Figure 5 where utilization standards for species, trees and logs reflect the legal cutting limits for different species in Thailand. The modified and more realistic portrayal of the restrictions on the timber supply subsystem by the conversion and marketing sub-system results in reducing the previously calculated utilization efficiency by about one third.

Figure 7a, b, c, show a natural forest stand in the Atlantic lowlands of Costa Rica. This is a mixed species, all aged stand, (9) (10) comprised of about 300 species of tree sized plants. The forest is, however, actually dominated by a single species, *Gavilan* (*Pentaclethra macroloba*) Figure 8. Figure 9 shows a frequency distribution for this and other species most prevalent in the 45 cm and larger diameter classes based on enumeration of all stems on a 4 ha study area.

The principal conversion opportunity for this stand is the processing of logs for manufacture into lumber. Figure 10 is an RMS analysis of this materials supply system. The top two sets of numbers along the trajectory compare the results from this study area with results obtained (*italics*) from a 20 plot (.16 ha each) cruise at La Selva conducted in 1974 (10). The final output predictions are in close agreement, differing by only 2.5 cubic meters. The stand volume and total numbers of stems are different because of differences in the lower diameter limit of trees measured. Trees on the cruised plots were measured only if 10 cm or larger dbh whereas the study area enumeration included measurements of stems down to the 2.5 cm dbh class. Out of a total whole stem volume of 370 m³ only 35.8 m³ or 9.7 percent represents actual lumber product output when only *Pentaclethra macroloba* is considered. If materials supply is the economic basis for continuing to dedicate land such as this to forestry purposes then the income from the sale of this lumber must be competitive with the income which could be derived from alternative land uses. As a matter of fact, much land of this quality is being converted to low quality pasture for the production of livestock. This is in spite of the fact that lumber is in demand in this area and commands a good price. The problem is that the yield of material per hectare is low. This is, of course, a static representation of a natural forest exploitation. The history of natural forest exploitation in this area indicates that if a forest of this type is clear cut with a moderate logging impact and allowed to recover without significant human intervention the present stand will be essentially reproduced in about 80 years. Growth measurements based upon dendrometry tend to confirm these obser-

FIGURE 6
FIGURA 6

RMS OF HIGH ELEVATION MOIST EVERGREEN FOREST
RMS DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE DE ALTURA

MERCHANTABLE SPECIES
ESPECIES COMERCIALES

I

GROUP A
GRUPO A

II

GROUP B
GRUPO B

DBH CUTTING LIMIT
DAP LIMITE DE CORTA

LEGAL LIMITS OF THAILAND
LIMITES LEGALES DE TAILANDIA

PRODUCTS
PRODUCTOS

SAWLOGS - LUMBER
TROZA ASERRABLE - MADERA ASERRADA

RMS SUMMARY:

HARVEST

MANUFACTURING

PRODUCTS

[illegible]

uations. On this basis the mean annual increment of deliverable product under this forest utilization system is 45 m^3 per hectare per year. Under these circumstances, even though the market value of lumber is high, other uses including relatively marginal livestock production represent more attractive options. Under these circumstances, the question for foresters to answer is whether the forest resource system can be improved as a materials supply activity to the point where it is more competitive with other potential land uses.

There are essentially two ways to change this materials supply system to improve the match between the forest production component of the system and the conversion and marketing component of the system, thus increasing its utilization efficiency.

One option is to modify the conversion and marketing component of the system. The system, as reflected in the top two lines of the RMS represented by Figure 10, has a very simple and unsophisticated product conversion and marketing component. It is based upon a single product, lumber and a single species, *Pentaclethra macroloba*. The materials supply potential of this forest can be improved by developing markets for lumber produced from other species. This involves efforts to expand market potential and to increase the lumber manufacturing capacity of the system. The bottom three sets of numbers in Figure 10 illustrate the modest cumulative improvement in utilization efficiency when first *Virola* sp. then *Pterocarpus officinalis* and lastly the 6 other species (*Dendropanax arboreus*, *Goethalsia meintha*, *Guarea* sp., *Inga* sp., *Laetia procera* and *Protium* sp.) are added to the lumber manufacturing base. The utilization efficiency increases to only about 13 % after adding these 8 species into the mix.

This improvement may be reflected in greater average net value per M^3 of final product output or it may be reflected in increased volume of final product output. But clearly, adding minor species to the utilizable mix increments materials supply very slowly. Major change in final product output is likely to require the development of a much more elaborate conversion system. Such a development was alluded to by Cliff (6) and is the classical forestry solution of the forest diversity problem. In this very diverse forest setting, improvement in the match between the forest resource and the forest conversion and marketing components is likely to require the inclusion of at least one utilization facility that is relatively indiscriminate with respect to species and round wood quality. Such facilities are typically installations that produce fuel or chips for particle board, fiber board or pulp and paper products.

Considerable progress is being made in accommodating conversion processes to a very diverse mixture of raw material but technical problems in conversion and marketing are great. Capital and pro-

dbh_meters	.051	.1016	.152	.203	.254	.305	.356	.406	.457	.508	.559	.610	.660	.711	.762	.813	.863	.914	.965	1.016	1.067	1.118	1.168	Total
Pentaclethra macroloba	30.0	6.5	6.0	3.5	2.5	2.6	1.0	3.5	2.8	3.2	4.0	3.8	2.5	2.5	2.2	3.2	1.2	1.0	.2	.5	-	.5	-	63.5
Virola sp	2.5	4.5	2.2	1.5	1.0	1.2	-	.5	.2	.2	-	-	.2	.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.5
Pterocarpus officinalis	5.0	.8	2.2	1.0	-	.2	-	.2	-	.2	-	-	-	.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0
Inga sp.	10.0	1.5	1.8	2.8	1.0	1.0	1.0	.2	1.8	.5	-	.2	-	-	-	-	-	-	.2	-	-	-	-	21.8
Gouania meiantha	2.5	.8	.8	1.0	.5	.5	1.2	1.5	1.2	.2	.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.5
Dendropanax arboreus	2.5	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	.8	1.2	-	.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.5
Lactia procera	5.0	.2	.8	1.0	.2	-	-	.5	-	.2	.2	.5	-	-	.5	.5	-	-	-	-	-	-	-	9.8
Protium sp	10.0	5.5	6.2	2.8	2.8	3.0	.8	.8	.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.2
Cuarze sp	-	1.5	6.8	1.8	1.0	1.5	1.5	-	.2	-	.5	-	-	-	-	-	-	-	-	.2	-	-	-	15.0
Others	1807.5	212.9	121.0	30.6	14.8	9.2	5.8	4.0	2.8	3.2	2.5	2.5	1.5	1.6	.8	.8	.5	.2	.2	.8	.5	.8	.8	2246.2
Total	1875.0	241.8	148.8	47.2	24.8	20.5	12.0	12.2	9.5	8.8	7.5	7.0	4.2	4.8	3.5	4.5	1.8	1.2	.5	1.5	.5	1.2	.8	2377.0

Figure 9 Per hectare frequency distribution of selected species from Area 1 at Finca La Selva, Costa Rica

FIGURE 10
FIGURA 10

RMS OF NATURAL STAND AT FINCA LA SELVA, COSTA RICA
RMS DEL STAND NATURAL DE LA FINCA LA SELVA, COSTA RICA

MERCHANTABLE SPECIES
ESPECIES COMERCIALES

- | | |
|----|-------------------------|
| 1. | PENTACLETRHRA MACROLOBA |
| 2. | VIOLA SP. |
| 3. | PTEROCARPUS OFFICINALIS |
| 4. | INGA SP. |
| | GOETHALSIA MEIANTHA |
| | DENDROPANAX ARBOREUS |
| | LAETIA PROCERA |
| | PROTIUM SP. |
| | AUARIA SP. |

DBH CUTTING LIMIT	45 CM
DAP LIMITE DE CORTA	

PRODUCTS	SAWLOGS - LUMBER
PRODUCTOS	TROZA ASERRABLE - MADERA ASERRADA

RUS SUMMARY:

HARVEST

MANUFACTURING

PRODUCTS

HARVEST		MANUFACTURING		PRODUCTS	
stumps	NA				
poles	NA				
timber logs	62.6 (84) 28.3 (78) 65.0 (88) 65.9 (90) 83.5 (119)	13.2 12.0 13.7 12.9 17.9	timber dust		35.8 (1164) 21.3 (1070) 37.2 (1211) 37.7 (1234) 48.0 (1624)
		3.7 22.0 14.1 14.3 17.6	chips		
veneer logs	NA		scrap		
			cores		
pulp logs	NA				
fuel bolts	NA				
stumps, tops	42.4 40.2 43.9 48.0 66.0			energy potential of pulp potential of	tops NA NA NA
OF Merch. Size		105.1 (28) 98.5 (26) 108.9 (29) 113.8 (30) 149.5 (38)			
Commercial		113.7 (84) 218.3 (721) 120.5 (98) 128.1 (108) 194.0 (208)			
Less Than Merch. Size		8.6 (56) 19.8 (45) 11.6 (69) 14.3 (78) 44.5 (170)			
Stand 370.2 (2377) 229.2 (186)		256.5 (2293) 210.9 (1121) 249.7 (2279) 242.1 (2269) 178.3 (2169)			
Noncommercial					

cessing energy requirements are also great and these kinds of facilities require long term assurance of raw material supply.

All forests in the tropics are not as complex in structure as those of the very humid regions. Many of the forests of southeast Asia are dominated by the family Dipterocarpaceae and most of the trees in this family are useful for lumber and veneer. Other examples of tropical forests that are less diverse than the classical humid forests are the Cativo (*Prioria copaifera*) forests of the Caribbean coasts of Central and South America and the mangrove areas on the rivers and estuaries throughout the tropics. It is no accident that these forests have been more attractive as sources of material supply than such diverse natural forest ecosystems as those of the Osa peninsula of Costa Rica, the Chaco area of Columbia or the Amazon basin. The more diverse the forest, the more difficult is the task of matching it to a conversion and marketing component that will achieve a high level of utilization efficiency in the forest resource system. Figure 11 shows an RMS analysis of a natural tropical softwood forest resource in the tropics. This is a stand of *Pinus oocarpa* in Honduras that has accessible to it a conversion and marketing system consisting exclusively of lumber manufacture. This is a high graded, understocked stand that has not benefited from silvicultural attention. Nonetheless, it shows a high utilization efficiency when compared to the RMS illustrated for the natural mixed hardwood stands. The final product as a fraction of total tree volume is 44,9 % for the tropical pine stand as compared to approximately 10 to 13 % for the natural mixed hardwood stands at La Selva and 1 to 3 % for the high elevation moist evergreen forest in Thailand.

The alternative to improving utilization efficiency through diversification of the conversion and marketing sub-system is improvement in the forest supply component. This is essentially a task for the silviculturist. An RMS analysis of the forest resource system provides clues to the opportunities available to the silviculturist. The silviculturist can achieve an improved utilization efficiency in tropical hardwood forests through the substitution of even aged plantations of preferred native species for the all aged, multi-species natural stands. In the region of Costa Rica where natural forests are dominated by *Pentaclethra macroloba*, laurel (*Cordia alliodora*) is a native species which has good market potential as a raw material for lumber manufacture. It occurs as an occasional tree in the natural forest and as a pioneer species in abandoned agriculture lands. It is often retained by farmers as a shade tree when wild land is cleared for livestock pasture. Figure 12 shows a plantation of laurel established by Professor Leslie Holdridge in 1963. Figure 13 is an RMS analysis of this plantation at ages 6, 9, 11, and 13 years with lumber manufacture as the only conversion and marketing process included in the system. Even though the present standing tree volume

in this plantation, 165 M^3 , is relatively modest compared to that of neighboring natural stands, its product potential is comparable and its utilization efficiency is far superior. The plantation was 13 years old at the time of last measurement, thus the mean annual increment was 12.7 M^3 in total stem volume and 1.0 M^3 in converted product volume. It should be noted that this plantation has been untended in recent years and is beginning to suffer losses due to competition from invading vegetation.

Nevertheless, it is expected that this young stand will show large gains in lumber output as many of the stems are just below the threshold of merchantability. Since competition between agriculture and forest uses for land is increasing in many tropical regions, both foresters and agriculturists have given attention to the possibilities of using land for both purposes simultaneously. The use of laurel as shade is one possibility for engaging in such a multiple use agro-forestry activity. There are a number of other ways in which such combinations can be effectively instituted.

Figure 14 shows a cacao plantation established in Costa Rica in approximately 1957 where laurel was planted as a shade species. Figure 15 is an RMS analysis at approximately 6, 9, 11, 13 and 19 years of the shade trees assuming lumber manufacture as the wood conversion subsystem. The utilization efficiency of this cacao shade plantation 19 years after establishment is 16.1 %.

Figure 16 is a picture of a coffee plantation in the Atlantic lowlands of Costa Rica where laurel is the shade tree species. Figure 17 is an RMS analysis of this coffee shade crop fourteen years after establishment, showing the stand before (top numbers) and after (bottom numbers) thinning. The cut tree diameters were estimated from stump sizes and taper of the residual trees. The plot in plantation was quite small, only .16 hectare, so the absolute values of volume may not be representative of larger plantations. Nevertheless, the plantation which was 14 years old had produced $27.6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{year}$ of total tree volume and $4.6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{year}$ of product for a utilization efficiency of 16.7 percent. This is about two percentage points higher than the laurel shading the cacao plantation at the same age.

The examples included in this paper do not represent prescriptions for optimum forest resource system development. They are presented as illustrations of the type of analysis that is required to assess the feasibility of forest resource systems and associated silviculture developed for the production of materials in the forested regions of the tropics. The analysis method used as a basis for this discussion is a systems modelling technique. It utilizes an RMS as the integrating model and a series of tree, stand and conversion process simulation models as a source of inputs to the network analysis. Models are validated using the best available data on tree farm stand organization

FIGURA 11

RMS OF PINU OOCARPA, AGUA FRIA, HONDURAS

20 cm

TROZAS ASERRABLES - MADERA ASERRADA

RHS SUMMARY:

HARVEST

MANUFACTURING

PRODUCTS

[illegible]

FIGURE 13
FIGURA 13

RMS OF CORDIA ALLIODORA PLANTATION AT FINCA LA SELVA, COSTA RICA
RMS DE LA PLANTACION DE CORDIA ALLIODORA DE LA FINCA LA SELVA, COSTA RIC

DBH CUTTING LIMIT 25 CM
DAP LIMITE DE CORTA

PRODUCTS SAWLOGS - LUMBER
PRODUCTOS TROZA ASERRABLE - MADERA ASERADA

RMS SUMMARY:

HARVEST

MANUFACTURING

PRODUCTS

[illegible]

FIGURE 15
FIGURA 15

RMS OF CORDIA ALLIODORA/CACAO PLANTATION AT FINCA LA SELVA, COSTA RICA
RMS DE PLANTACION DE CORDIA ALLIODORA/CACAO DE LA FINCA LA SELVA, COSTA RICA

DBH CUTTING LIMIT
DAP LIMITE DE CORTA

25 CM

PRODUCTS
PRODUCTOS

SAVLOGS - LUMBER
TROZA ASERRABLE - MADERA ASERRADA

RMS SUMMARY:

HARVEST

MANUFACTURING

PRODUCTS

[illegible]

FIGURE 17
FIGURA 17

RMS OF CORDIA ALLIODORA/COFFEE PLANTATION AT FINCA LA SELVA, COSTA RICA
RMS OF PLANTACION DE CORDIA ALLIODORA/CAFE' DE LA FINCA LA SELVA, COSTA RICA

DBH CUTTING LIMIT
DAP LIMITE DE CORTA

25 CM

PRODUCTS
PRODUCTOS

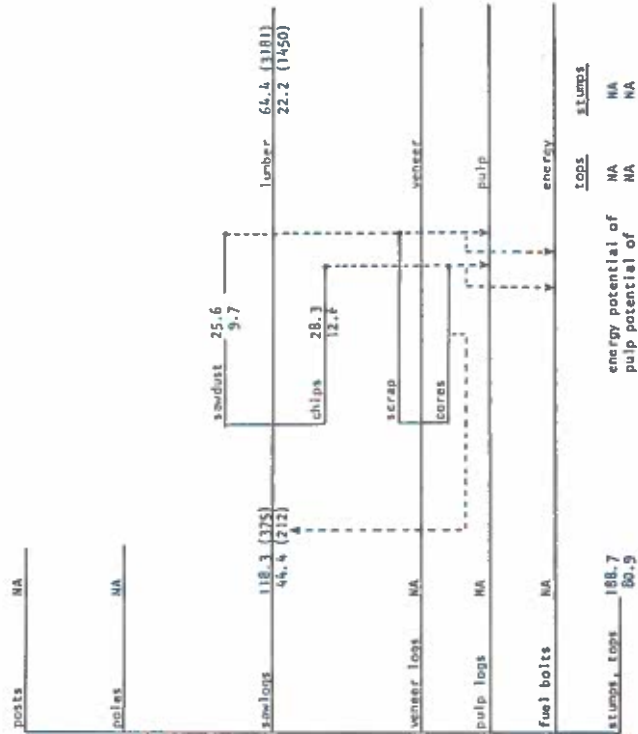
SAWLOGS - LUMBER
TROZA ASERRABLE - MADERA ASERRADA

RMS SUMMARY:

HARVEST

MANUFACTURING

PRODUCTS



Of Merch Size 307.0 (87)
125.3 (56)

Commercial 386.5 (225)
188.8 (144)

Stand 386.5 (225)
188.8 (144)

Less Than
Merch. Size

79.5 (138)
55.5 (88)

Noncommercial 0 (0)

and structure and manufacturing process capability.

While emphasis in this paper has been on silvicultural manipulation of the forest it is clear that counterpart improvement can be made through manipulation of the utilization components of the tropical forest resource system. Growing demand for wood fuel as a substitute for the fossil fuels will improve the materials potential of existing forests. Similarly, improvements in pulp conversion technology (11) will permit the use of currently unused tree species and specimens and the addition of those species and specimens to the materials base. All of these developments enhance the opportunities to practice intensive silviculture in tropical regions where such practice has been either lacking or pursued at a very low level of intensity.

LITERATURE CITED

1. FAO
1963 World Forest Inventory, 1963, Rome
2. CATINOT, R.
1972 Biological and Economic Opportunities and limitations to the manipulation of the tropical forest ecosystem. VII World Forestry Congress. Buenos Aires. Oct. 4-18, 1972.
3. SONO, P.
1974 Merchantable Timbers of Thailand. Forest Products Research Div. Royal Forest Dept., Bangkok.
4. GOLLEY, R.
1975 Productivity and Mineral Cycling in Tropical Forests, Productivity of World Ecosystems. National Academy of Sciences.
5. JOHNSON, N. E.
1975 Biological Opportunities and risks associated with fast growing plantations in the tropics. Unpublished paper prepared for the Technical Conference on the Tropical Moist Forest, Originally scheduled for Rome, Sept. 1975.
6. CLIFF, E. P.
1973 Timber, The Renewable Material. Report prepared by the National Commission of Materials Policy.
7. BETHEL, J. S. & G. F. SCHREUDER
1976 Forest Resources: An Overview. Science, Vol. 191, pp. 747-752. Washington, D. C.
8. National Academy of Sciences
1975 Renewable Resources for Industrial Materials, Washington, D. C.

9. BETHEL, J.S.
1976 Forests in Central America and Panama: Which kind, how large and where? *Rev. Biol. Trop.*, 24 (Supl. 1): 143-175. San Jose, C.R.
10. BURWELL, B.B.
1974 A study of stand structure, spatial distribution and basal area of the tropical wet premontane forest of La Selva, University of Washington, College of Forest Resources. Unpublished Report. 50 pp.
11. FAO
1977 Yearbook of Forest Products, 1964-1975. Rome.

RELEVANCE OF MAB-PROGRAM RESEARCH FOR THE TENDING OF TROPICAL FORESTS

E.F. BRÜNIC

1. WHAT IS MAB?

The UNESCO-program "Man and the Biosphere" (MAB) was officially launched in 1970 at the 16th General Conference of UNESCO. The program initially outlined and regularly reviewed by the International Coordinating Council of MAB, includes 14 project areas of major themes:

- 1 Ecological effects of increasing human activities on tropical and subtropical forest ecosystems.
- 2 Ecological effects of different land uses and management practices on temperate and mediterranean forests landscapes.
- 3 Impact of human activities and land use practices on grazing lands: savanna, grassland (from temperate to arid areas), tundra.
- 4 Impact of human activities on the dynamics of ecosystems in arid and semi-arid zones, with particular attention to the effects of irrigation.
- 5 Ecological effects of human activities on the value and resources of lakes, marshes, rivers, deltas, estuaries and coastal zones.
- 6 Impact of human activities on mountain ecosystems.
- 7 Ecology and rational use of island ecosystems.
- 8 Conservation of natural areas and of the genetic material they contain.
- 9 Ecological assessment of pest management and fertilizer use on terrestrial and aquatic ecosystems.
- 10 Effects on man and his environment of major engineering works.
- 11 Ecological aspects of energy utilization in urban and industrial systems.

Abstract of the talk on 28.9.77 excluding examples from research which are described in detail in the cited literature.

Chair for World Forestry, University of Hamburg and Institute for World Forestry, BFH Hamburg-Reinbek.

- 12 Interactions between environmental transformations and genetic and demographic changes.
- 13 Perception of environmental quality.
- 14 Study of environmental pollution and its effect on the biosphere.

The primary purpose of the MAB-program is to create basic scientific knowledge on the structure, functioning and interacting of biological and socio-economic-political ecosystems which is necessary for the rational use of the world's natural and human resources. It intends to stimulate and co-ordinate research, training and education. It is concerned with natural base-line, modified and managed terrestrial and aquatic, rural and urban ecosystems and the interactions between them. It aims to establish links between fundamental and applied science, natural and social science and between science and practice. In contrast to IBP which was limited to the study of natural ecosystems, MAB includes man as a central figure at biological and cultural levels. Its focus is on monitoring the effects of man's activities on individual ecosystems and on the biosphere as a whole. Its approach is interdisciplinary, ecosystem-oriented and essentially holistic. This is important in view of the fact, most recently stated again by RICHARDS (1977), that "too much of the existing research is on an ad-hoc basis and over narrow fields. In tropical forest ecology there is a particular need for long-term multidisciplinary research extending over broad fields". MAB field projects usually involve more than one of the 14 project areas or themes. This is particularly true for the tropical forest ecosystems research projects under MAB 1, which almost automatically also involve aspects of MAB 5, 8, 9, 11 and 12 and interactions with MAB 3, 4, 5 and 6.

2. MAJOR FEATURES OF MAB 1 RESEARCH

The pilot projects of MAB 1 at Tai Forest, Ivory Coast, and at San Carlos de Rio Negro do interdisciplinary ecosystem research into the structure and functioning of natural and modified forest ecosystems. The projects include the biological and socio-economic levels and their interactions (BRÜNIG, 1977a), and are supported by multinational and international contributions of manpower, funds and expertise. The structure of the pilot projects is characteristic for the subsequent projects which are now being implemented throughout the tropical zone. Initially, research in the projects was necessarily biased toward the biological disciplines. These include at San Carlos (general reference: BRÜNIG, ed., 1977a):

- (1) the classification of site and vegetation into strata (types) which are ecologically meaningful;

- (2) the investigation and quantification of the floristic and geometric vegetation structure, the determination of the actual and potential production and productivity, the cycles of energy, nutrients, water and organic matter and the dynamics of plant and animal populations in the various natural tropical rain forest types (BRÜNIG et al., 1977; BRÜNIG and HEUVELDOP, 1976; HEUVELDOP, 1977; BRÜNIG and KLINGE, 1976; GOLLEY and JORDAN, (1977); including micro-organisms (STARK in BRÜNIG, 1977a);
- (3) investigation of the physiology of growth and the stress resistance of ecologically important tree species;
- (4) study of association and interaction between tree species;
- (5) the monitoring and quantification of the reactions of the various aspects of the system to modifications by man (GOLLEY and JORDAN, 1977);
- (6) the assemblage from these data of quantitative structural and functional models of the bio-ecological ecosystems suitable for the simulation of the dynamics of the systems under natural conditions and of the reactions of the ecosystem or its parts to change, especially to human interference (ADLARD in BRÜNIG, 1977a; GOLLEY and JORDAN, 1977);
- (7) at a later, final stage the development of models to investigate conditions at the biological-economic interface and at socio-economic level, at to predict reactions of the systems to natural changes and to man's activities (ADLER in BRÜNIG, 1977a).

3. RELEVANCE TO FOREST TENDING

Among the primary research objectives at biological ecosystems level are:

- (1) The quantitative determination of the state and dynamics of stand structure, esp. of species composition and distribution species diversity and associations, geometric tree and stand structure (stand "architecture"), relationships between structural parameters, diversity, site conditions, productivity, dynamics and stability.
- (2) The quantitative description of the interrelationship between stand structure and micro-climate (especially interception of precipitation and light; wind and temperature profiles; kinetic energy of raindrops at the soil surface), for the prediction of microclimatical consequences of the manipulation of the vegetation structure and for the microclimatical interpretation of data on vegetation structure from silvicultural or ecological

vegetation surveys for example in watersheds.

- (3) The quantitative assessment of the effects of geometric and floristic stand structure and its changes on the nutrient and water cycles and balances.
- (4) The study of growth reactions of plants to changing levels of environmental impacts, including direct and indirect (incl. allelopathy and soil changes) competition and simulated ecological gradients in controlled experiments.
- (5) The development of simple models of tree and tree group development in relation to time and environment (ADLARD in BRÜNIG, 1977a).

This type of interdisciplinary basic research produces results which are essential data for the design of efficient forest tending techniques and programs, because (BRÜNIG, 1977b):

- (1) Causal factors are identified and cause-and-effect relationships quantified which determine the growth reactions of trees in terms of form, volume, weight and vigour, replacing previous knowledge so far mostly confined to conditional interrelationships and empirical experience.
- (2) An array of flexible multi-variate, but relatively simple, models of the development of individual and groups of trees or stands will be made available for the prediction of the results of silvicultural treatments under defined environmental impacts at biological and economic levels, replacing the inflexible, narrow models of the conventional yield tables or more or less empirical treatment schedules and production programs.

The final objective of MAB 1 research is to quantify and predict the interactions between different stand structures at successive phases of natural or managed stand development and their ecological, economic and social characteristics, especially costs and benefits. This objective is in its relevance not restricted to the tropical forests but extends to forests and forestry in all climatic zones. In so far MAB 1 not only produces essential scientific knowledge for the development of optimum techniques of silviculture and agrosilviculture in the tropics, but also for the silviculture management of forests generally.

REFERENCES

- BRÜNIG, E.F. (ed.) (1977a). Transactions of the International MAB-IUFRO Workshop on Tropical Rainforest Ecosystems Re-

- search, Hamburg-Reinbek, 12. - 17.5.1977. Chair of World Forestry, Special Report Nr. 1, 1977. VI + 359 p.
- BRÜNIG, E.F. (1977b). Ökologische Stabilität von forstlichen Monokulturen als Problem der Bestandesstruktur. In: P. MUELLER (Ed.). Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, 1976. Junk Publishers, Amsterdam, 1977.
- BRÜNIG, E.F., HERRERA, R., HEUVELDOP, J., JORDAN, C., KLINGE, H. and MEDINA, E. (1977). The International Amazon Project co-ordinated by Centro de Ecologia, Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas: organization and recent advances. In BRÜNIG (Ed.) 1977a, pp. 104 - 126 (revised reprint).
- BRÜNIG, E.F. and HEUVELDOP, J. (1976). Structure and functions in natural and man made forest in the humid tropics. XVI IUFRO World Congress, pp. 500 - 511. Oslo.
- BRÜNIG, E.F. and KLINGE, H. (1976). Comparison of the phytomass structure of equatorial "rainforest" in Central Amazonas, Brazil, and in Sarawak, Borneo. Garden's Bulletin, 29: 81 - 101, Singapore (issued 1977).
- GOLLEY, F.B. and JORDAN, C. (1977). Nutrient dynamics of a tropical rainforest ecosystem and changes in the nutrient cycle due to cutting and burning. Research report and proposal, Institute of Ecology, University of Georgia, Athens, cyclostyled, 253 p.
- HEUVELDOP, J. (1977). Die amazonische Caatinga bei San Carlos de Rio Negro, Südvenezuela: relative Beleuchtungsstärke im Bestand. Forstarchiv 48, 8: 148 - 154.
- RICHARDS, P.W. (1977). Tropical forests and woodlands: an overview. Agro-Ecosystems, 3: 225 - 238.

DIE WALDPFLEGE ALS GRUNDLAGE DER WILDFAU- NAPFLEGE INSBESONDERE DER WILDHEGE

Marjan KOTAR

Biotehniška fakulteta, Ljubljana/Yugoslawien

Der Wald hat mehr und mehr Funktionen zu erfüllen und die Ziele der Waldbewirtschaftung werden höher und höher gesteckt. Auch der natürliche, ungepflegte Wald kann viele Funktionen, wenn auch ungenügend, erfüllen. Menschliche Eingriffe in den Wald sollen die Erfüllung von Funktionen fördern. Waldpflege ist in ihrem Wesen ein "Input" in das Ökosystem mit dem Ziel, ein besseres "Output" zu erhalten.

Durch die Waldpflege werden einzelne Funktionen gefördert und reguliert. Warum reguliert? Weil Gegensätze zwischen einigen Waldfunktionen bestehen und eine Funktion auf Kosten der anderen gefördert werden kann. Nicht alle angestrebten Wirtschaftsziele und Waldfunktionen sind von gleicher Bedeutung. Die Waldpflege muß deshalb regulierend wirken und einzelne Funktionen ihrer Bedeutung entsprechend fördern. Die Waldpflege muß Maßnahmen umfassen, mit welchen einzelne Waldfunktionen und die Entwicklung des Waldes beeinflusst werden können. Voraussetzung dafür ist eine klare Zielsetzung. Die Ziele sind rationell - das ist mit möglichst geringem "Input" und möglichst großem "Output" - zu erreichen.

Das angestrebte Ziel, bzw. die Förderung einer Waldfunktion, wird am besten erreicht, wenn wir im Walde genügend Funktionsträger finden. Aufgabe der Waldpflege ist, diese Funktionsträger und ihre Funktionsfähigkeit auszuformen. Produktions- und Schutzfunktion, wie auch einige soziale Funktionen, können durch die gleichen Funktionsträger erfüllt werden. Funktionsträger können multifunktional sein, und solche Funktionsträger sind besonders wünschenswert. Es gibt auch Funktionen, die ihre eigenen Funktionsträger verlangen und sich nicht den übrigen Funktionsträgern anschließen können. Solchen Funktionsträgern müssen wir den ihrer Bedeutung angemessenen Anteil sichern. Das läßt sich einfach durchführen, wenn Funktionsträger einzelne Bäume sind. Funktionsträger können auch der Bestandesaufbau, eine Tierart-Population oder ein Teil dieser Population sein. Funktionsträger, wie z.B. eine Tierart-Population, können durch indirekte Funktionsträger, das ist durch Gestaltung der pflanzlichen Komponente des Waldes beeinflusst werden. Wenn das Wild der direkte Funktionsträger der "Jagdfunktion" ist, dann ist die Zusammensetzung der Baum- und Strauchschicht, der Bestandesaufbau usw. der indirekte Funktionsträger.

In einem solchen Fall muß die Waldpflege Funktionen fördern, dessen

Träger unterschiedlich sind und sich sogar gegenseitig ausschließen. Die Waldpflege ist erst möglich, wenn Wirtschaftsziele nach ihrer Bedeutung und ihren Funktionsträgern gründlich analysiert werden.

In diesem Aufsatz soll nur "die Jagdfunktion" des Waldes behandelt werden. Wenn Jagdinteressen eine übermäßige Bedeutung gewinnen, sind Gegensätze zwischen den indirekten Trägern der "Jagdfunktion" und den übrigen Funktionsträgern sehr groß. Die einen und die anderen Funktionsträger schließen sich sogar zum Teil aus. Das führt zu Störungen vor allem bei der Walderneuerung. Die Folge solcher einseitigen, unausgeglichene Bewirtschaftung sind, wie zu erwarten, Konflikte zwischen Forstwirtschaft und Jagd. Als Jagdfunktion wird die Anwesenheit des jagdbaren Wildes in dem Walde verstanden.

Richtig gesetzte Wirtschaftsziele und dementsprechende Waldpflege mit Erfassung des ganzen Ökosystems machen solche Konflikte überflüssig. Den Grund für diese sich verschärfende Konfliktsituation suchen wir deshalb erstens im Bereich der Wirtschaftsziele und zweitens im Bereich der Waldpflege.

Im Bereich der Wirtschaftsziele betrachten wir die Bedeutung der Jagdfunktion. Ist diese Funktion immer waldfremd und schließt alle übrigen Waldfunktionen aus, oder wird sie waldfremd erst, wenn sie übermäßige Bedeutung gewinnt? Wenn der Wald als Ökosystem gesehen wird, ist die Tierwelt ein natürlicher Bestandteil des Waldes. Diese Anschauung hat sich bei den Forstleuten bereits durchgesetzt. Für das gesunde Funktionieren des Waldökosystems ist es aber notwendig, daß die Tier- und die Pflanzenkomponente des Ökosystems aufeinander abgestimmt sind. In der Sprache der Ökologen ausgedrückt, alle ökologischen Nischen müssen besetzt sein und keine von ihnen soll leer oder ständig stark überbesetzt sein. Es ist aber auch möglich, daß der Mensch die Funktionen einiger fehlenden Tierarten erfüllt, wenn auch mangelhaft.

Nun fragen wir uns, wie soll eine solche ausgeglichene Zusammensetzung des Waldökosystems aussehen, wie hoch sollen Wild-Populationen sein. In gewissen Grenzen kann das Ökosystem den Wirtschaftszielen angepaßt werden. Wir erkennen immer deutlicher, daß allen Funktionen des Waldes, wenn wir vielleicht von der Jagdfunktion absehen, eine natürliche oder wenigstens naturgemäße Zusammensetzung nach Baumarten am besten entspricht. Dazu ist die Qualität der Baumstämme für die Wertholzerzeugung wichtig. Dieser natürlichen Zusammensetzung nach Baumarten entspricht auch eine natürliche Zusammensetzung und Individuenzahl nach Tierarten. Mehr Auskunft darüber können wir uns in jenen Waldgebieten holen, die noch eine weitgehend ungestörte Phyto- und Zoozönose und eine ungestörte Regenerationsfähigkeit des Ökosystems aufweisen. Solche Wälder fin-

den wir in einigen abgelegenen Gebieten der Balkanhalbinsel, z.B. in Kroatien, Bosnien, Makedonien.

Genauere Analysen solcher Ökosysteme zeigen, daß die Populationsdichte aller Tierarten, besonders der pflanzenfressenden, niedrig sind. Durch die Ernährungskette: Pflanzen—Pflanzenfresser—Fleischfresser—Abbauer wird weniger als 10 % der primären Produktion konsumiert, gemessen als Energie. Dagegen ist die Ernährungskette: Pflanzen—Detritus—Abbauer weit wichtiger. Dadurch wird das lebende Kapital des Ökosystems nicht angegriffen. Dem Wald wird dadurch hohe Stabilität und bedeutende Funktion in der Landschaft gesichert.

Ein hoher Konsum der primären Produktion durch die Pflanzenfresser wirkt zerstörend auf das Waldökosystem. Merkmale einer solchen Entwicklung sind: Ausrottung von fleischfressenden Tierarten. Die Funktion dieser Tierarten wird nicht durch den Menschen ersetzt, dagegen werden einige pflanzenfressende Tierarten stark gefördert, für die geförderten Tierarten wird keine entsprechende ökologische Nische und damit keine ökologische Berechtigung für ihre starke Anwesenheit geschaffen. Zerstörung des biologischen Gleichgewichts und degradierende Entwicklung der Biozönose sind dann verständlich. Wenn wir eine ungefähre Grenze setzen wollen, wo diese ungünstige Entwicklung beginnt, können wir eine 10-prozentige Beteiligung von Pflanzenfressern an Konsum der primären Energieproduktion des Ökosystems angeben. Eine höhere Beteiligung der Pflanzenfresser stellt andere Waldfunktionen in Frage, vor allem die wünschenswerte Wertholzproduktion. Mehr Pflanzenfresser im Walde bedeutet also, daß wir für teure und problematische Schutzmaßnahmen zusätzliche Investitionen brauchen, oder daß wir auf Holzproduktion wenigstens teilweise verzichten.

Die Jagdfunktion hat durchaus ihre Berechtigung, wenn sie nicht andere Wildfunktionen, naturgemäße Struktur und Aufbau des Waldes in Frage stellt, wenn sie nicht unnatürlich hohe Bestände von Pflanzenfressern erzwingt.

Die andere Quelle der Konfliktursachen zwischen Forstwirtschaft und Jagd ist die Waldpflege, und zwar die falsch verstandene Waldpflege, die zur bloßen Baumpflege oder sogar Waldkosmetik wird. Richtigerweise bemüht sich die Waldpflege um naturgemäße Zusammensetzung und Aufbau der Bestände, um Erziehung von wertvollem Holz. Doch dabei werden die Bedürfnisse der Tierwelt vergessen. Manche Tierarten finden zu wenig Nahrungs-, Deckungs- und Reproduktionsmöglichkeiten. Dabei handelt es sich nicht nur um das jagdlich interessante Wild, sondern um manche biologisch wertvolle Arten, z.B. Vogelfauna.

Nennen wir einige ökologisch-biologische Folgen der heu-

te üblichen Waldpflege, die sich vor allem um die maximale Wertholzproduktion bemüht.

1. In Baumhöhlen lebende Vogelarten finden nur wenig geeignete Brutplätze, obwohl man mit Brutkästen diesen Mangel auszugleichen versucht. Schon die im Jungwuchs auf gerade und gesunde Stämme gerichtete Waldpflege läßt in Baumholz keine hohlen Bäume übrig. Verarmung von Vogelfauna ist die Folge davon.
2. Breitkronige Bäume mit reichlichem Samenertrag sind verschwunden. Die optimal fruktifizierende Bestandesphase dauert nicht lange. Ausbildung von reicher Strauch- und Krautschicht in gelichteten Beständen hat deswegen nur wenig Chancen.
3. Ausgedehnte Jungwuchs- und Dickungsflächen sind vor Beunruhigung durch den Menschen noch relativ sicher und deshalb Refugium für Bären und Schwarzwild. Bei der üblichen Verjüngung schaffen wir zu wenig Lebensraum für solche Wildarten.
4. Die übliche Waldpflege kehrt oft an die gleiche Stelle zurück. Dadurch verursachte Beunruhigung schadet manchen empfindlichen Tierarten.
5. Das immer dichtere Waldstraßennetz ist eine weitere Quelle der Beunruhigung. Die einzelnen Tierarten haben sich damit abgefunden, andere müssen ruhigere Refugien suchen. Breite, in das Gelände eingeschnittene Straßenkörper sind auch für die Bodenfauna ein Hindernis.

Die ständige Beunruhigung zwingt einige Tierarten zur Domestizierung und vernichtet die anderen durch Streß. In amerikanischen Nationalparks ist der domestizierte Bär zu einer Plage geworden. Auch in Slovenien wird der Bär immer weniger scheu und greift sogar den Menschen an. Deshalb fordert man schon seine Ausrottung. In ausgedehnten, wenig erschlossenen Waldgebieten in Bosnien zieht sich der Bär vor dem Menschen zurück.

Damit sind alle ungünstigen Auswirkungen der üblichen Waldpflege auf die Tierwelt noch nicht ausgeschöpft. Wir können nicht der Überzeugung mancher Forstleute zustimmen, daß es mit der naturgemäßen Zusammensetzung der Wälder auch für die Tierwelt schon alles getan ist. Noch schwieriger ist es, wenn wir an Stelle von natürlichen Mischbeständen Monokulturen haben. In diesem Falle sind die natürlichen Ernährungsmöglichkeiten stark vermindert, was die Konfliktsituation nur noch verschärft.

Konflikte zwischen Jagd und Forstwirtschaft in Slovenien sind auch auf die behandelten Ursachen zurückzuführen. Erstens erzwingt die Jagd hohe Populationsdichten für einige pflanzenfressende Wildarten. Die primäre Produktion der Wälder ist über das erträgliche Maß durch pflanzenfressende Konsumenten belastet. Zweitens

nimmt die Forstwirtschaft zu wenig Rücksicht auf die Bedürfnisse der Tierwelt im Walde. Man ist bemüht, um maximale Wertholzproduktion statt um eine Optimierung aller Waldfunktionen.

Die übliche Auffassung der Waldpflege muß korrigiert und ergänzt werden. Die Pflege muß den ganzen Wald mit allen seinen Lebewesen umfassen. Nur Bestandespflege allein genügt nicht. Wenn wir voraussetzen, daß die Jagdfunktion nur eine der Waldfunktionen ist, die nicht eine ausschließliche Bedeutung hat und sich dem funktionsfähigen Waldökosystem anpaßt, sind Pflegeeingriffe folgendermaßen zu ergänzen:

1. Bäume, die Baumhöhlen für Vogelfauna bieten können, sollen schon in jungen Beständen planmäßig ausgesucht und belassen werden. Sie sind für Erhaltung von Vogelfauna bestimmte Funktionsträger.
2. Reife Bestände sollen möglichst lange im Stadium der Lichtdurchforstung stehen gelassen werden, damit Strauch- und Krautflora sich reichlich entwickeln können. Eine Verlängerung der Umtriebszeit ist ohnehin wünschenswert. Der Bestandesaufbau kann hier als der indirekte Träger der Jagdfunktion angesehen werden.
3. Durch ausgedehnte Verjüngungs- und Dickungsflächen, die von Menschen wenig betreten werden, soll auf ruhebedürftige Tierarten (Wildschwein, Bär) Rücksicht genommen werden.
4. Bei Ausbau und Benutzung von Waldstraßen und Wegen sollen einige Gebiete relativ verschont und ruhig bleiben. Das gleiche gilt für Jahreszeiten, in denen das Wild wegen Reproduktion Ruhe und Schonung braucht.

Pflege der Tierkomponente ist ein integraler Teil der Waldpflege. Die Waldpflege soll deshalb alle Maßnahmen umfassen, mit denen die gesetzten Ziele optimal und rational erreicht werden können. Wie jede Bewirtschaftung eine klare und quantifizierte Zielsetzung braucht, so gilt das auch für die Bewirtschaftung der Tierkomponente des Waldes. Eine direkte Quantifizierung der jagdlichen Wirtschaftsziele durch Angaben von Populationsdichten ist sehr problematisch. Deshalb wird die Tierkomponente indirekt durch ihre Auswirkung auf die Pflanzenwelt, wie auch durch Parameter wie Gesundheitszustand, Körpergewicht, Nachwuchs usw. quantifiziert. Diese indirekte Quantifizierung macht es notwendig, daß die Grundsätze der Kontrollmethode für alle Vorgänge im Walde ihre Anwendung findet.

Grundsätze der Waldpflege sind sowohl bei der Pflanzen- wie bei der Tierkomponente ähnlich anwendbar.

In beiden Fällen werden Funktionsträger beeinflusst, wobei der Energiefluß des Ökosystems planmäßig zu lenken ist. Die Tierkomponente kann vor allem durch indirekte Maßnahme bzw. durch indirekte Funktionsträger gefördert werden. Mit anderen Worten, der Biotop wird entsprechend beeinflusst, im Ökosystem werden Verhältnisse geschaffen, damit einzelne Tierarten ihre Funktion und ihre Berechtigung haben. Der direkte Träger der Jagdfunktion sind in diesem Fall eine Tierartpopulation oder auch einzelne trophäentragende Individuen. Wie in der Bestandespflege haben wir es auch hier mit der Qualitätsförderung zu tun. Durch Pflegemaßnahmen, in diesem Fall durch Abschluß, was dem Aushieb entspricht, werden Populationen ausgeformt.

Für das gesunde Funktionieren des Ökosystems sind zwar keine erstklassigen Individuen oder Trophäenträger entscheidend, sondern vitale, standortgemäße Individuen und Populationen. Wir lenken die Auswahl so, daß wertvolle Baumindividuen im Baumbestand bzw. Trophäenträger beim jagdbaren Wild, gleichzeitig auch vital sind. Jedenfalls sind wir bestrebt, Pflanzen- und Tierindividuen zu fördern, die den forstwirtschaftlichen bzw. jagdlichen Gesichtspunkten entsprechen und dabei ihre Funktion im Ökosystem möglichst gut erfüllen.

Der Holzzuwachs ist nicht über eine standortsbedingte Grenze anzuheben. Weitere Gewinne sind nur durch Verbesserung der Qualität zu erreichen. Noch mehr gilt das für das Wild. Massenvermehrung von Wild wirkt dazu noch zerstörend auf den Wald und auch auf das Wild selbst. Doch können weniger zahlreiche, aber dafür gute Trophäenträger gefördert werden. Möglichkeiten der Qualitätsförderung statt Massenförderung beim Wild sind bisher noch wenig erkannt worden, sind aber gewiß nicht zu vernachlässigen. Als praktisches Beispiel kann ich den Jagdbetrieb "Medved", Kocevje - Slovenien, nennen, wo im Jahre 1976/77 Trophäenwerte mit 46 % bei Rehwild und mit 40 % bei Rotwild am Gesamteinkommen beteiligt waren.

Man könnte noch weitere Parallelen in der Pflege der Tier- und der Pflanzenkomponente des Waldes finden. Wie wir bei der Zusammensetzung des Waldes nach Baumarten im naturgemäßen Rahmen bleiben müssen, so gilt das nicht weniger für das Wild. Wie reine Baumbestände ungünstig sind, so ist einseitige Massenvermehrung von einigen wenigen pflanzenfressenden Tierarten noch viel schädlicher.

Die bisher besprochenen Maßnahmen sind für Verhältnisse gedacht, wo das Wild einen integrierten Bestandeteil des Ökosystems bildet, wo die Reproduktion aller Lebewesen im Ökosystem nachhaltig gesichert ist und das Wild eine dem natürlichen Ökosystem entsprechende Rolle hat. Doch jagdliche Interessen zwingen oft zu unnatürlich hohen Wilddichten, zu einer untragbaren Belastung des

Waldökosystems durch Pflanzenfresser. Wie ist das Problem zu lösen, wenn wir in solchen Verhältnissen auf die intensive Wertholzproduktion doch nicht verzichten wollen. Bisher übliche Maßnahmen brachten wenig Erfolg. So hat Winterfütterung im Kočevje-Gebiet keine Entlastung für den Wald, sondern durch erhöhte Wildzahlen noch mehr Belastung gebracht. Deshalb mußten wir einen anderen Weg suchen.

Interessant ist das Beispiel des Jagdbetriebes "Medved" in Kočevje (Slovenien), bzw. ein Teil dieses Betriebes mit einer Fläche von 14.000 ha und stellenweise starken winterlichen Konzentrationen von Rotwild. Bei Lösung der Gegensätze zwischen Jagd und Forstwirtschaft haben uns folgende Überlegungen geleitet. Die Rotwildichten sollen sehr hoch sein (zweifach so hoch wie die natürlichen Rotwildichten). Verminderung von Rehwildichte kann dem Wald nicht viel Entlastung bringen. Die hohe Wildichte würde im Laubholzgebiet Laubholzverjüngung verunmöglichen. Nur die Fichte könnte sich einigermaßen halten, womit aber dem Wild nicht geholfen würde. Auch die Winterfütterung könnte keine Hilfe schaffen, sondern nur die Wildzahlen erhöhen.

Der Ausgang aus dieser Lage liegt in der Einschaltung einiger Ökosysteme, die eine höhere Belastung durch pflanzenfressende Tiere erlauben. Gepflegte, mit Gras- und Strauchflora bedeckte Flächen stellen Ökosysteme dar, in denen ungefähr zwei Drittel der primären Energieproduktion über die Pflanzenfresser umgesetzt werden kann. Das Rot- und Rehwild kann durchaus ein Bestandteil solcher Ökosysteme sein. Wenn wir solche Ökosysteme mosaikartig in den Waldraum einschließen, schaffen wir für das pflanzenfressende Wild genügend große ökologische Nischen. Im Vergleich zum Wald vertragen diese Ökosysteme einen 6,6-fachen Energieumsatz durch Pflanzenfresser. Deshalb dürfte ein 14 %-Anteil solcher Ökosysteme im Waldgebiet für die vorgesehene Wildichte ausreichen, um Waldschäden zu vermeiden. Selbstverständlich muß diese Berechnung noch in der Praxis geprüft werden. So haben wir insgesamt 1.200 ha mit Gebüsch bewachsene Flächen ausgeschieden und sie ausschließlich für Wildäsung bestimmt. Die Flächen sind vor allem in Gebieten mit winterlicher Rotwildkonzentration verteilt. Die Wildernährung ist somit natürlich geworden im Gegensatz zur winterlichen Fütterung. So hoffen wir, das Wild von der Waldverjüngung abzuhalten.

Das erwähnte Beispiel des Jagdbetriebes "Medved" ist nur eine der möglichen Lösungen der Konfliktsituation. Auch hier droht die übliche Gefahr, daß man wieder keine obere Grenze für die Wildbestände kennt, und daß die für das Wild geopfert Flächen nicht ausreichen. Es gibt zwar natürliche Regulatoren, die die Wildzahlen nicht ins Unendliche steigen lassen, auch wenn Nahrungsangebot ausreichend ist.

Unser Vorgehen hat den Vorzug, daß auch die Jagdfunktion "operationell" wird. Wenn wir mehr Wild wollen, dann müssen wir auf Holzproduktion verzichten. Wir sind gezwungen, zu überlegen, ob es wirklich vernünftig ist, für das Wild einen größeren oder kleineren Teil des Waldes zu opfern. Unser Konzept verlangt noch einige Voraussetzungen. Für das Wild bestimmte Flächen sollen nur auf den besten Standorten und in Pflanzengesellschaften, wo sich von Natur viele Straucharten einstellen können, ausgesucht werden. Auch müssen solche Flächen in Gebieten der winterlichen Wildkonzentration liegen. Sehr wichtig ist es, daß die Grasflächen ständig gemäht und gedüngt werden. Nur so können sie dem Wild Äsung bieten. Ungepflegte Grasflächen werden bald mit wertlosen Grasarten bedeckt, Gebüschflächen müssen durch Resurrektionshiebe ständig erneuert werden, damit sie genügend junge Triebe bieten und sich nicht in Richtung Wald entwickeln können. Im beschriebenen Fall sind auch alle von Natur vorkommenden fleischfressenden Tierarten anwesend und zwar Bär, Wolf, Fuchs, Wildkatze und seit dem Jahr 1973 auch Luchs.

Waldpflege, wie im beschriebenen Fall geschildert wird, wurde bisher nicht praktiziert, denn dazu bestand wenig Anlaß. Jedenfalls soll solche Waldpflege nur dort angewandt werden, wo die Jagd genügend Ertrag und Nutzen bringen kann, ohne daß die allgemeinen Interessen geschädigt werden. Übrigens müssen wir bestrebt sein, die Wilddichte im Rahmen des natürlichen Ökosystems zu halten, ohne Zerstörung des Waldes und ohne teure, wirkungslose Schutzmaßnahmen auszukommen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Waldpflege umfaßt alle Maßnahmen, mit denen einzelne Waldfunktionen gefördert und reguliert werden. Förderung der Tierkomponente im Walde nach jagdlichen Gesichtspunkten oder Förderung der "Jagdfunktion" wird für den ganzen Wald und seine Funktionen erst dann schädigend, wenn dadurch die Reproduktion des Ökosystems gestört und seine Stabilität gefährdet werden. Wenn hohe Wilddichten lokal ihre Berechtigung haben, sollen Waldschäden dadurch vermieden werden, daß ein Teil der Waldfläche nur für die Wildäsung bestimmt wird. Solche Flächen sollen auf geeigneten Standorten ausgeschieden werden, strauchartige Vegetation tragen und vor allem im Winter Äsung bieten können. Im Vergleich zur Winterfütterung ist damit dem Wild eine natürliche und gut zugängliche Nahrung gesichert. Als Maßstab für das angestrebte Gleichgewicht zwischen der Tier- und Pflanzenkomponente im Walde können uns folgende Merkmale dienen: Schäden an der Waldvegetation sowie Körpergewichte, Gesundheitszustand, Intensität der Reproduktion usw. bei einzelnen Tierarten.

Die Waldpflege muß den ganzen Wald mit allen seinen Komponenten

erfassen, inklusive das Wild. Grundsätze der Kontrollmethode sind deshalb auch für die Tierwelt im Walde anzuwenden.

LITERATUR

1. ELLENBERG, H.: Die Körpergröße des Rehes als Bioindikator. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Erlangen 1974, 141 - 153.
2. GROSSOW, H.: Tragfähigkeitskriterien und Schalenwildregulierung. Forstarchiv (1976), 254 - 257.
3. GOSSOW, H.: Wildökologie, BLV München, 1976.
4. MLINSEK, D.: Sproscena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. Ljubljana, 1968.
5. ODUM, E.P.: Ökologie. BLV München, 1972.
6. SIMONIČ, T.: Srnjad, biologija in gospodarjenje, Zlatorogova knjižnica, Ljubljana 1976.
7. SPEIDEL, G.: Schalenwildbestände und Leistungsfähigkeit des Waldes als Problem der Forst- und Holzwirtschaft aus der Sicht der Forstökonomie. Allg. Forstzeitschr. 30 (1975), 247 - 250.

KORREFERAT ZU M.KOTAR "DIE WALDPFLEGE ALS GRUNDLAGE DER WILDFAUNAPFLEGE, INS- BESONDERE DER WILDHEGE"

H. GOSSOW

Universität für Bodenkultur, Wien

Das im Referat von KOTAR angeschnittene Problem war und ist eigentlich Forschungs-Gegenstand der IUFRO-Arbeitsgruppe 1.08.02 (Wildlife Habitat Management) und wurde 1976 auf dem Kongreß in Oslo allerdings außer im sehr allgemein und umfassend gehaltenen Referat von STEELE praktisch nur für den nordamerikanischen Kontinent abgehandelt; besonders ergiebig erschien mir die Arbeit von BUNNELL und EASTMAN (1976; vgl. dazu auch GOSSOW 1977), die sich mit den "Effects of Forest Management Practices on Wildlife in the Forests of British Columbia" befaßte. Ebenfalls in Oslo hatten über ähnliche Probleme und Aspekte, aber mehr für die kontinental-europäische Situation, wenn auch in anderen Arbeitsgruppen, KERESZTESI und EIBERLE jeweils einiges Material vorgetragen über die multiple use-Bedeutung von Wäldern, u.a. also auch als Wild-Habitat (z.B. Ausscheidung von Waldgebieten vorrangig mit Jagdfunktion) bzw. über die sich oft ergebenden Zielkonflikte zwischen Wald und Wild (insbesondere Schalenwild). KOTAR's Referat ist ein weiterer europäischer Beitrag hierzu; allerdings steht ein Übersichtsreferat über die europäischen Probleme und Möglichkeiten, vergleichbar dem von BUNNELL und EASTMAN, immer noch aus. Nach mehr allgemeinen Überlegungen zum Thema geht KOTAR auf sehr spezifische Bedingungen und Funktionsziele ein: nämlich Jagdwirtschaft als integrierter und geförderter Bestandteil der Waldnutzung, Waldumwandlung und Waldpflege in Slovenien vor allem und unter wiederholtem Verweis auf das Modell-Beispiel Kocevje, wo eine langfristige Umwandlung von strauchartenreichen Pionierwäldern in Wirtschaftswald (bei starker Einbeziehung natürlicher Sukzessionsabläufe) im Verein mit einem unverhältnismäßig hohen Anteil ehemaliger Weideflächen (als Pufferzonen) den modus operandi bestimmt - mit den Schutz- und Wirtschaftswäldern gerade Mitteleuropas oder des Alpenraums dürfte das aber nur schwer vergleichbar sein. Ich möchte deshalb auf das Referat von KOTAR nicht detaillierter eingehen, sondern verschiedene, mir wesentlich erscheinende Anmerkungen von mehr grundsätzlicher Natur anfügen.

Biomasse-mäßig ist diese Ökosystem-Komponente Wildtierfauna (mit den Herbivoren, Omnivoren und Carnivoren als Konsumenten) zwar das am wenigsten gewichtig erscheinende Glied, oder ebenso bei Betrachtung des Energieflusses. Aber insbesondere das wiederkäuende Schalenwild ist vielerorts für Verjüngungsziele, Waldpfleßmaßnahmen und Bestandesstabilität zu einem sehr kritischen Standort-

faktor geworden oder kann es leicht werden. Denn trotz einer eigentlich nur geringen Inanspruchnahme der Nettoprimärproduktion im Wald ist der wald- und verjüngungsschädliche, baumarten-entmischende Einfluß der Wild-Wiederkäuer so erstaunlich groß, weil ein sehr gezielter Verbiß von langlebigen Strauch- und Baumarten im Verjüngungsstadium teilweise bis zu deren völligem Verschwinden führen kann.

Die Wildtierfauna allgemein (oder im internationalen Sprachgebrauch etwa von FAO, WWF, IBP, MAB und eigentlich auch IUFRO das sog. Wildlife) ist eine Funktion der Tragfähigkeit geeigneter Biotope als Wildtierhabitat. Dabei spielen insbesondere im Wald - als einem oft noch besonders stabilen Ökosystem und deshalb mit einem auch vergleichsweise hohen Anteil an sesshaften, wenig bis gar nicht migrierenden Tierarten - sog. Randlinienwirkungen (edge effects) eine erhebliche Rolle. Wald-, Bestandes-, Dickungs-, Horstränder u.dgl. - bzw. Berührungs- und Durchdringungsbereiche verschiedener Pflanzengesellschaften/Wald- und Landschaftstypen - bieten für die meisten hier siedelnden Wildtierarten eine ungleich höhere Tragfähigkeit als der jeweilige, für sich allein auf größerer Fläche vorkommende Vegetations- oder Biotoptyp.

Ziehen wir - wie von KOTAR bereits angeregt - die waldfaunistische Gesamtheit zumindest einmal prinzipiell in Betracht, haben wir allerdings eine erhebliche Vielfalt oder Diversität an Wildtier-Arten und -Typen in den verschiedenen Wald-Ökosystemen vor uns: groß - klein; herbi-, omni- und carnivor; Sukzessions- und Klimaxarten; gefährdete Populationen, Wirtschafts-Wildarten und sich als mehr oder minder schädlich erweisende Arten(pests). Und diese Wildtier-Fauna kann man - als einen Funktionsträger oder ein komplexes Interessenobjekt genommen - nur auf Kompromißwegen auch hinsichtlich Waldbau, Waldpflege, Nutzungstechnik, Erschließung u.dgl. berücksichtigen: Was der einen Wildart nützt, muß nicht unbedingt für eine bestimmte andere Wildart ebenfalls günstig sein; und was gut oder notwendig für den Waldbau erscheint, kann u.U. stark auf Kosten bestimmter Habitateignungen gehen, kann diese aber natürlich für andere Arten auch stark verbessern.

Da andererseits die jeweilige Waldbewirtschaftung in starkem Maß auch eine Funktion oder Frage der Besitzstruktur ist, welche die ökologische Gemengesituation durchschneidet und überlagert, ergibt sich oft von daher erst recht ein Kompromißzwang zwischen möglicher Ökotechnik und nötig erscheinenden sozio-ökonomischen Forderungen und Maßstäben.

Waldpflege, soweit auf dieser Tagung bisher erörtert, geht zunächst einmal oder vorwiegend mehr auf den Bestandesaufbau hinsichtlich Artenmischung, Stufigkeit, Verjüngungszeitraum und Endnutzungsalter aus. Und sicher sind die dazu verwendeten, eher vertikal orientierten Techniken und Eingriffe für einen Teil der frei-

lebenden Waldtierfauna von erheblicher Bedeutung hinsichtlich Habitat-eignung oder nicht, z.B. für die in verschiedenen Straten lebende Vogelwelt oder kleinere terrestrische Wirbeltiere (vgl. dazu EIBERLE über verschiedene höhlenbewohnende Arten oder den zit. Aufsatz von BUNNELL und EASTMAN). Gerade bei den größeren und oft auch kritischeren Arten - nämlich als gefährdet erscheinende wie z.B. Rauhfußhühner oder sich als gefährdend erweisende wie besonders das Schalenwild vielerorts oder hinsichtlich Tollwut der Fuchs - spielen aber mehr Aspekte der Waldflächenstruktur oder Textur bzw. die Gemengelage möglicher Randlinienwirkungen eine wesentlichere oder zumindest zusätzliche Rolle. Aufgrund ihrer größeren Beweglichkeit sind größere Wildarten in der Lage, in einem größeren Aktionsraum ihre Nahrungs-, Deckungs-, Nist-, Sitzplatz- oder sonstige Forderungen/Bedürfnisse zu befriedigen. Natürlich stoßen sie aus Energiebilanz-Gründen dabei auch an Obergrenzen bei der Nutzung ihres Lebensraumes, insbesondere Pflanzenfresser (Raubtiere scheinen wiederum mehr auf bestimmte Mindestraumansprüche stammesgeschichtlich "programmiert" worden zu sein) - auch das könnte man in einem multifunktional betriebenen Waldbau zu berücksichtigen versuchen, zur Förderung wie zur Kontrolle oder Lenkung von Wildtier-Populationen: falls man es sich sozio-ökonomisch leisten kann und will und schon immer so genau wüßte wie.

Hier wäre m.E. insbesondere zweierlei zu bedenken: Der Energie-Aspekt (insbesondere Verdaulichkeit, Eiweißversorgung u.dgl.) kann im Wald gerade für bodenlebende Arten u.U. zu einem begrenzenden Faktor werden; darüberhinaus spielen in Ökosystemen aber auch Strukturbesonderheiten oft eine gleichsam informatorisch wichtige Rolle - nach neuerem Wissen scheinen sie insbesondere als Besiedlungsanreiz von Bedeutung zu sein. Darauf ließe sich bei entsprechendem Grundlagenwissen sicher Rücksicht nehmen bzw. wird es oft ja bereits unbeabsichtigt (vgl. GOSSOW 1977). Nur kommt für größere Wildtierarten gerade in der heute fast allgegenwärtigen Kultur- und Zivilisationslandschaft ein weiterer Aspekt dazu: Bei Arten mit einem größeren Aktionsradius oder Home Range-Anspruch, mit teilweise auch erheblichen saisonalen Wanderbewegungen zwischen Sommer- und Winterhabitaten bzw. geschlechterweise u.U. recht verschiedenen Biotopanforderungen ist es oft schwierig, für (tiersoziologisch) ausreichend große Populationen auch ökologisch ausreichende und vor allem vollständige Lebensräume zur Verfügung zu stellen. So sind dann oft der Winteraspekt und der Sommeraspekt ganz verschieden gut gewahrt, aber womöglich anders, als es bei der ursprünglichen Ko-Evolution von Fauna und Flora gleichsam "programmiert" wurde: So bedeuten Nahrungs-Überangebote in bestimmten, sonst eigentlich eher kritischen Zeiten (mit qualitativen oder auch quantitativen Nahrungsengpässen) - so z.B. durch künstliche Winterfütterung, Äsungsverbesserung durch Düngen u.ä. oder auf

bestoßenen Almen für Schalenwild, durch Diät-Umstellungen etwa bei Ringeltauben im Winter, durch überhegte, aber nur wenig widerstandsfeste Niederwildbestände für den Fuchs - eine oft erhebliche Tragfähigkeitssteigerung in Zeiten, die sonst eigentlich mehr der Bestandesregulierung bzw. -reduzierung gedient haben. Genauso gut kann natürlich auch in Zeiten, in denen der jährliche Zuwachs anfällt (= üblicherweise eher günstige Jahreszeiten), durch bodenkulturelle o. a. andere Einflüsse (Monokulturen, kurzfristige Vollernte, Herbizide, Insektizide, Flußbegradigung und Flurbereinigung, Naherholungsverkehr, Pilz- und Beerenernte etc.) es zu einer womöglich kritischen Tragfähigkeitsdrosselung kommen. Wenn aber neuere Forschungen in immer mehr Fällen deutlich zu machen scheinen, daß Waldstrukturen und deren Deckungseignung offenbar eine wesentlichere Rolle für das dort siedelnde Wild spielen als das diesem zur Verfügung stehende Nahrungsangebot (vgl. BUNNELL und EASTMAN, EIBERLE, oder GOSSOW), und eben deshalb Arten wie Auer- und Haselhuhn in den meisten unserer Wirtschaftswälder (insbesondere im schlagweisen Altersklassenwald) kümmern, während das Rehwild dort geradezu explosive Vermehrungen erfährt (allerdings oft auf Kosten seiner Kondition), so werden für eine Wildhege mit Mitteln der Waldpflege, also ein Wildlife Habitat Management (Biotoppflege), doch erhebliche Einschränkungen sichtbar: Vorkommensgefährdete Wild-Arten sind mit herkömmlichen Hegemaßnahmen wie Füttern, Raubfeindbekämpfung, künstliche Aufzucht und Aussetzen allein kaum zu erhalten, während bei landeskulturell kritischen Arten der Mensch auf ein Wildlife Habitat Management allein ebenfalls nicht bauen oder warten kann, sondern hier oft noch in starkem Maße künstlich regulierend eingreifen muß.

(Literaturangaben finden sich bei GOSSOW (1977) "Waldstruktur und Wildstandsentwicklung", Hochschulvortrag Wien 1977, veröffentlicht in einer Broschüre "Wald + Wild 1977" durch das Institut für Waldbau, Universität f. Bodenkultur Wien)

Ad: SUMMING UP

Concluding Remarks on Wildlife & Silviculture/Tending
H. GOSSOW (discussion leader)

Suggestions have been made to incorporate also aspects of a wildlife habitat and game management into tending strategies and techniques. The question arises how much/far forestry techniques, especially those for tending, rotation, and yielding, can and should be adopted also to non-game wildlife's habitat demands, and especially if/how hunting interests and game-forest-interaction problems can be solved - and to which degree - less by hunting (as a means of population regulation), but more efficiently by biotope influencing/managing activities in the forests.

The habitat aspect for wildlife in general, and/or only for game spp. in special is understood more and more as essential, and therefore adequate attention should be focused on it in wildlife/game/hunting management. Especially "the" forest is an extraordinarily important and attractive ecotope for many wildlife/game spp. as a dominant part of their habitats or home ranges. And edge effects determine to a high degree the respective carrying capacities for single species as well as for the diversity and species evenness of the local wildlife in toto. Because of spp. differences - e. g. in home range sizes coinciding with body sizes and feeding types, in food and shelter demands, mobility and social behaviour, or if more a succession species or a climax species - logging, tending, and other forest changing influences do/would alter the single species' environments to very different extents.

Of course, there is still a tremendous lack of knowledge about species specific habitat demands, and forestry influences on specific habitat suitabilities as well. Only more rough data are already available, and may function to formulate a hypothetical framework (cf. most of the papers presented in Oslo by 1.08.02) for further research and practical recommendations.

A special aspect of the in Ossiach by KOTAR presented paper was to discuss possibilities of combining - at least in suitable cases - hunting interests with other timber forest functions: taking into account a browsing/grazing/trampling 'use' of (at the uppermost) = 10 % of net primary production in forests, and being interested in higher hoofed game densities than usually tolerable in middle-european timber forests, it was recommended to incorporate biotopes with a higher grazing/browsing/trampling capacity and resistance than forests usually have for those terrestrial game species, which shall function as buffer zones.

Where such possibilities (like for example in Kočevje) do not exist or are economically not justifiable - and that might be very often the case -, there larger game species may become a problem (of conservation or of pest management as well) because/when ecologically complete habitats for biologically complete populations are not available: e.g. winter and summer habitats should be of adequate carrying capacity - what does not mean that instead of a naturally sufficient winter habitat quality for only lower game densities the local carrying capacity is artificially increased by winter feeding. Insofar, forestry first has to learn a thinking also in size relations of big game habitats/home ranges, not only in even-aged stands, age distributions within forestry districts, or in socio-economic relations, single properties or the like, before a really integrated forest-wildlife-management may be practised.

GEDANKEN EINES NATURWISSENSCHAFTERS ÜBER DIE SCHUTZ- UND SOZIALFUNKTIONEN DES WALDES

Prof. Dr. F. KLÖTZLI

Geobotanisches Institut der ETH Zürich/Schweiz

EINLEITUNG

Wenn ich als Naturwissenschaftler - unbelastet von ökonomischen Erwägungen - Schutz- und Sozialfunktionen des Waldes beurteilen darf, dann erlaube man mir auch, meine eigenen Gedanken über diese Funktionen auszusprechen. Des weiteren sei es mir auch gestattet, Funktionen, die sonst in den ökonomischen Bereich der Nutzfunktion fallen, "biologisch aufgewertet", bei den Sozialfunktionen aufzulisten, dies um so mehr, als z. B. der Wald als Lieferant von Medizinalpflanzen und Baustoffen letztlich auch die soziale Umwelt des Menschen zu beeinflussen vermag. Deshalb gebe ich mir im folgenden keine Mühe, die Nutzfunktionen von den Sozial- und Schutzfunktionen präzise abgrenzen zu wollen.

1. SOZIAL-, SCHUTZ- UND NUTZFUNKTIONEN DES WALDES ALS KOMPLEX

1.1 Beziehungen zwischen den Funktionen

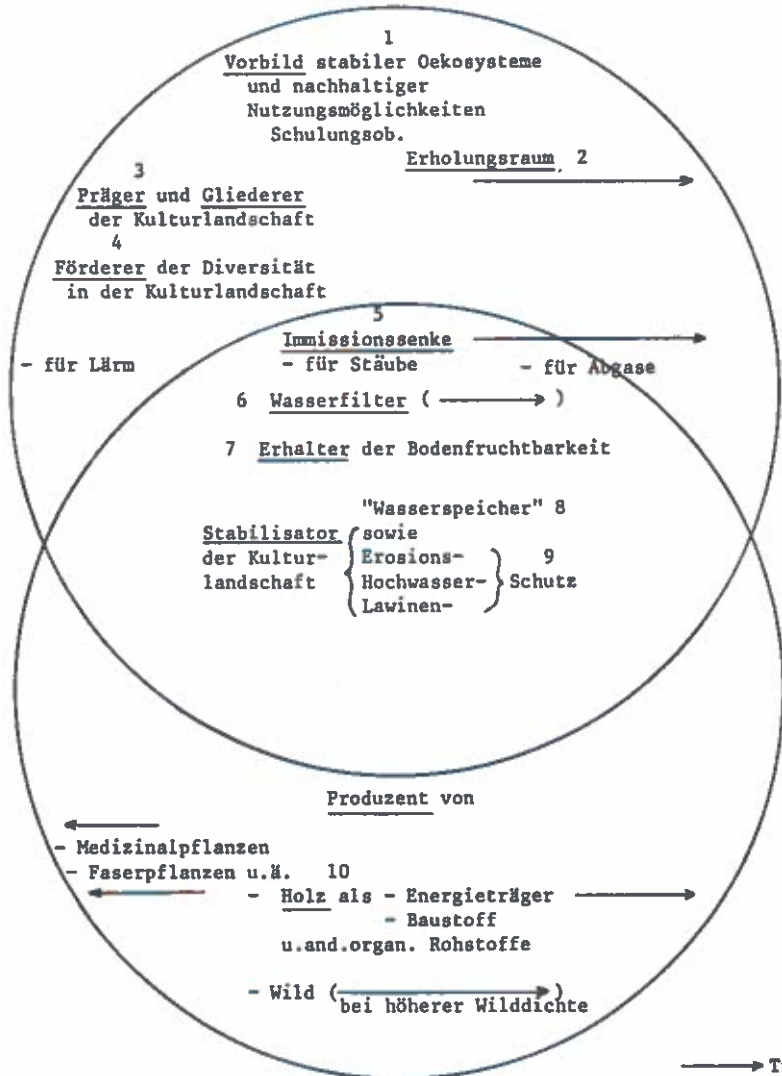
Um keine Unklarheiten aufkommen zu lassen, vermittele ich nachstehend eine geraffte Zusammenstellung von Eigenheiten des Waldes, die unter den Begriff Schutz- und Sozialfunktionen fallen sollen. In diesem Zusammenhang ist es für den Naturwissenschaftler wesentlich zu wissen, welche Funktionen für die Einhaltung der Stabilität des Ökosystems Wald nachteilig sind und welche nicht. Die Betonung der Stabilität des Ökosystems Wald bedeutet nicht, daß unter bestimmten Umweltbedingungen nicht auch gut unterhaltene Mähwiesen und Intensivweiden eine landschaftsökologisch gesehen weniger günstige Wirkung haben müssen.

Auf der folgenden Abbildung sind die Sozial-, Schutz- und Nutzfunktionen gemäß ihrer Wirkung auf das Ökosystem Wald eingetragen. Es ist klar, daß reine "Anschauungsfunktionen" das System überhaupt nicht beeinflussen: Der Wald ist Vorbild für stabile Ökosysteme und nachhaltige Nutzungsmöglichkeiten. Ebenso genügt uns seine unveränderte Präsenz zur Demonstration natürlicher Selbststeuerung. Aber schon als Schulungsobjekt müssen gewisse regelmäßig wiederkehrende Einflüsse durch Tritt oder schulmäßig vorgenommene Eingriffe in Kauf genommen werden. Wesentlich stärker

OEKOSYSTEM WALD

unverändert ← → verändert

SOZIALFUNKTIONEN



wird dann allerdings die Umwandlungstendenz unter dem Druck des erholungssuchenden Menschen. Hier kommt eine direkte Einflußnahme durch Beschädigung der Vegetation, durch Störung des Wildes (das dann eine stärkere Aktivität in ruhigeren Teilgebieten entfaltet) und durch Eintrag von Unrat dazu. Als Spezialfall darf hier die Wirkung von Skipistenschneisen und Planien erwähnt werden, deren Einfluß sich - je nach Situation - bis tief in den Wald hinein nachweisen läßt.

Erklärungen zu Abbildung 1

- 1 Demonstration der Nachhaltigkeit und wirtschaftlichen Vorausplanung (für kommende Generationen), der Widerstandskraft des Ökosystems gegen äußere Eingriffe, der Ausnützung natürlicher Selbststeuerung.
- 2 Einflüsse der Erholungsnutzung auf den Wald: - Flächenentzug, - Tritt, - Unrat und Eutrophierung, - Beschädigung der Vegetation, - Störung des Wildes und seine Rückwirkung auf die Vegetation. Spezialfall: Störung durch Skipisten.
- 3 "Wald als Rückgrat der Landesplanung".
- 4 Refugium für Tiere und Pflanzen, allgemein hohe Diversität (vor allem in der Ökokline Waldrand). Arten- und Gen-Reservoir mit landwirtschaftlichem, wissenschaftlichem und ethischem Wert.
- 5 Stärkere Turbulenz um Wälder; Verwirblung und Verdünnung von Abgasen. Verstärkung der vertikalen Luftbewegung, stärkerer Wasserdampfaustausch zuungunsten des Oberflächenabflusses.
- 6 Günstigere (Trink-) Wasserqualität aus bewaldeten Quellgebieten.
- 7 Intensiver ökosysteminterner Nährstoffkreislauf.
- 8 Förderer eines ausgeglicheneren Gebietswasserhaushaltes.
- 9 Abhängig von der Stabilität des Ökosystems.
- 10 Funktionaler Zusammenhang zwischen Wohlfahrtswirkungen und Waldbewirtschaftung, Anpassungen von seiten der Waldwirtschaft möglich (z.B. im ästhetischen Sinne, auch in Verjüngungsflächen). Modifikation des Waldrandes, Erhaltung mittelwaldartiger Waldbilder. Optimierung der Erholungsfunktion dient oft auch der Schutzwirkung. Verbesserung der Nutzfunktion bedeutet nicht Destabilisierung der Schutz-Funktion (z.B. Stabilisierung von Waldflächen durch gezielte Verjüngungseingriffe).

Einzelheiten z.T. aus BASLER 1977, FISCHER 1968, KELLER 1971, KLÖTZLI 1968, LANDOLT 1971, 1974, LEIBUNDGUT 1975, 1977, MAYER 1976, 1977, SEIBERT 1974, ZUKRIGL 1976, ZUNDEL 1971.

Der Wald als Immissionssenkung erfüllt gewiß eine Schutzfunktion, aber damit verbunden auch eine nicht abtrennbare Sozialfunktion. Denn die Bindung von Staub, das Ausfiltern von Gasen, die Herabsetzung des Lärms kann zu einer lokalen Verbesserung der Lebensqualität führen. Bei diesem Prozeß sorgt die stärkere Turbulenz der Luft um Wälder für Verwirblung und wirksame Verdünnung von Schadgasen, wobei allerdings eine Destabilisierung, bzw. Störung des Waldes durch gewisse Gase eintreten kann (SO_2 , F-Verbindungen; Zusammenfassung in MILLER und Mc BRIDE, 1975). Außerdem verstärkt Wald die vertikale Luftbewegung, was sich meist günstig auf die Umgebung auswirkt.

Seine Rolle als Stabilisator der Kulturlandschaft ergibt sich durch die Eigenschaft des Waldes als Förderer eines ausgeglicheneren Gebietswasserhaushalts ("Wasserspeicher"), aber damit auch als Erosions-, Hochwasser- und Lawinenschutz. Hier ist freilich die Schutzwirkung von der Stabilität des Ökosystems abhängig, die wiederum rückgekoppelt ist mit den zeitweise oder regelmäßig auftretenden mechanischen Wirkungen von Wasser und fester Substanz. Bei mechanischer Dauerwirkung auf nicht angepaßte und gestörte Klimax-Bestände kann dieser Schutz illusorisch werden: Im angerissenen Bestand wird sich jede weitere mechanische Wirkung verstärkt bemerkbar machen und zunächst in positiver Rückkopplung zu einer weiteren Gefährdung des Restbestandes führen, so lange, bis durch besser angepaßte Pionier-Bestände ein Sperrgürtel errichtet wird.

Schließlich braucht auch seine Funktion als Produzent von verschiedenen Rohstoffen oder Energieträgern nicht notwendigerweise zur Destabilisierung zu führen. Ja, die pflegliche Nutzung, wie sie bei uns gelehrt wird, erbringt eine dauernde Stabilisierung des Beziehungsgefüges von Vegetation und Boden mit den entsprechenden positiven Konsequenzen für die Wohlfahrtswirkungen. Ein derart stabilisiertes System ist auch gegenüber der Erholungsnutzung stabil. Damit besteht ein durchaus günstiger funktionaler Zusammenhang zwischen Sozial- und Nutzfunktionen des Waldes: Eine gezielte moderne Bewirtschaftung unter Ausnutzung der natürlichen Selbstregulierung führt zu einer nachhaltigen Stoffproduktion (im Gegensatz zur urwaldartigen Klimax, wo die Nettoproduktion gleich null ist), die auch unter Berücksichtigung ästhetischer Kriterien erreicht werden kann (z. B. über die Gestaltung von Bestandeslücken). Unter Umständen kann sogar von einem "symbiontischen Zusammenwirken" der Funktionen gesprochen werden, wobei die Optimierung der Erholungsfunktion auch die Schutzwirkungen nicht nachteilig beeinflussen muß. Die standortsgemäß eingeleitete Verjüngung garantiert eine nachhaltige Nutzbarmachung bei gleichbleibender Stabilität und somit hohem Schutzwert des Systems und führt zu einem abwechslungsreichen, vom Erholungssuchenden geschätzten Waldbild. Darüber hinaus ergibt sich eine zusätzliche So-

zialeistung durch Arbeitsbeschaffung im Wirtschaftswald.

Es ist an dieser Stelle kaum notwendig, diese Funktionen noch näher zu begründen und ihre Breitenwirkung darzulegen. Neuere zusammenfassende Darstellungen gibt es heute in allen Weltsprachen (vgl. Legende Abb. 1).

Außerdem wurde die Frage der Belastbarkeit durch den Erholung suchenden Menschen am letzten Kongreß diskutiert (ZUKRIGL, 1976; weitere Lit. s. Abb. 1).

1.2 Fern- und Langzeitwirkungen

Vielmehr dürfte es von Interesse sein, Fernwirkungen und Langzeitwirkungen abzutasten und die sozialen Weiterungen zu umreißen. Fernwirkungen werden z.B. dann deutlich, wenn es darum geht, in arideren Gebieten den Wasserertrag (den nutzbaren Abfluß) eines bewaldeten Gebirges gegen die Wassernutzungsmöglichkeiten im Unterlauf abzuwägen. Der erhebliche Mehrverbrauch an Transpirationswasser in Waldgebieten muß in Beziehung gesetzt werden zum Wassergewinn in den Niederungen und zum Erosionsschutz in den Quellgebieten. In starkem Maß hängt natürlich dieser Wasserertrag in den Niederungen von der Bewirtschaftung des Freilandes in den Gebirgslagen ab (ELLENBERG, 1974/1975; RULE, 1967).

Langzeitwirkungen berühren direkt und indirekt die soziale Struktur der betroffenen Gebiete und gehören deshalb in den weiteren Bereich der Diskussion um die Sozialfunktionen des Waldes. So beeinflussen großflächige Entwaldungen über Veränderungen im Lokalklima und beschleunigten Bodenabtrag direkt die Sozialstruktur der ansässigen Bevölkerung durch Veränderung der Ertrags-Grundlagen, der Wanderbewegungen und damit der beruflichen, gesellschaftlichen und familiären Strukturen. Letzlich vermag die Veränderung eines bewaldeten Quellgebietes wesentlich natürliche Umweltfaktoren im Unterland zu beeinflussen, z.B. Wasser- und Nährstoffhaushalt, Energiebilanz, dies auch über die Vergrößerung städtischer Siedlungen durch Abwanderung. Der daraus resultierende Mehrverbrauch an Wasser und Energie zwingt zur Reorganisation der Verteilung der natürlichen Ressourcen, zur Bereitstellung von Fremdenergie, zur Intensivierung der Landwirtschaft auf günstigen Restflächen im Bereich der Siedlungen und zu verstärkter Nährstoffaufbringung im Kulturland mit den bekannten Folgen für die davon betroffenen Ökosysteme. Eindrückliche Beispiele liefern heute alle tropischen Gebirgslagen, aber auch die ganze Problematik um die Sanierung der Linthebene - einer Alluvion im Mittelland im Einflußbereich alpiner Flüsse - darf im Zusammenhang mit nachhaltigen Veränderungen in den natürlichen und sozialen Strukturen im Quellgebiet und daraus resultierenden Weiterungen für die dadurch betroffenen Gebiete des Unterlandes gesehen wer-

den (MÜLLER-HOHENSTEIN, 1974/1975, GIGON mdl.).

Ferner darf an dieser Stelle die Wirkung des Waldes auf benachbarte waldfreie Ökosysteme beleuchtet werden: Wald als quasi-geschlossenes Ökosystem steht mit den umgebenden Ökosystemen - Grasland, Gewässer - in enger Wechselbeziehung. Infolge seiner Geschlossenheit werden eher Grünland und Gewässer durch die Beschaffenheit des benachbarten Waldes beeinflusst als umgekehrt. So werden die Einflüsse des Kulturlandes schon durch den Boden des Waldrandbereiches abgepuffert, und eutrophierte Gewässer sind kaum von Nachteil für anstoßende Wälder. Dafür kann Wald unter Umständen durch Schattenwurf, verwehtes Laub oder geringe Mengen ausgewaschener Nährstoffe die Zusammensetzung benachbarten Grünlandes (hier namentlich oligotrophe Halbtrockenrasen und Quellrieder) mitprägen oder stille Gewässerbuchten in natürlich eutrophem Zustand halten. Außerdem bestimmt die Zusammensetzung des Waldes (Nadelwald, Laubwald) über die Bildung einer spezifischen Humusschicht die Qualität der Quellbäche (s. z. B. NOIRFALISE, 1962).

1.3 Sozial- und Schutzfunktionen des Waldes in verschiedenen Klimazonen

Es mag in diesem Zusammenhang anschaulicher sein, darzustellen, was ein Naturwissenschaftler über die Schutz- und Sozialfunktionen in den verschiedenen Klimazonen denkt, anstatt ein vollständiges theoretisches Gebäude zu geben. Dabei sollen nur die eigenen Erfahrungen zum Ausdruck kommen und nur der Wald in seinen Eigenschaften vorgestellt werden, der auf einigen Reisen in verschiedene Kontinente auch erfaßt werden konnte. Ausgehend vom Bekannten unserer mitteleuropäischen Umgebung soll dann das weniger Bekannte in seinen Eigenheiten erläutert werden.

Wald in seiner Funktion als Erholungswald ist uns in seiner klarsten Form nur aus dem Bereich des Sommergrünen Laubwalds Mitteleuropas bewußt. Aber auch in England (Chiltern Hills, New Forest), in Belgien (Forêt de Soignes bei Bruxelles), in Schweden und in vielen Staaten Osteuropas wird der Wald geschätzt als Stätte der Erholung, für Spiel, Sport (Orientierungslauf), zum Lagern und Abkochen, zum Beerensuchen, generell zur Naturbeobachtung. Vielfach zeigen Länder mit ganz abweichenden Bewaldungsprozenten, höheren oder tieferen als Mitteleuropa, eine Bevölkerung mit wachsendem Sinn für die Erhaltung größerflächiger naturgemäßer Waldflächen, ein Sinn, der in südlicheren Gebieten oft fehlt oder durch reine Nützlichkeitserwägungen (z. B. Erosionsschutz) ersetzt wird.

Zwar wird die Ansammlung von Bäumen in einem Park als solche geschätzt, aber ein eigentlicher Sinn für die Nutzung eines Waldes zur Erholung ist nur sporadisch anzutreffen. Überdies gehören in vielen Ländern größerflächige Bestände in für die Erholung besonders geeig-

neter Hochwaldform privaten Institutionen, Familien, Firmen und Körperschaften. In recht deutlicher Form gilt dies auch für Nordamerika, wo öffentlicher Erholungswald seltener zur Verfügung steht oder dann in starkem Maße eine rein jagdliche Komponente zum Tragen kommt. In all diesen Gebieten ist man sich übrigens über die Tragfähigkeit des Waldes kaum im Klaren. Eine nur vom Erholungssuchenden bestimmte obere Grenze der Besucherdichte ("Gedrängefaktor"!) und nicht die vom Ökosystem festgelegte wird diskutiert. In diesem Zusammenhang stellt sich die rein ästhetische Frage nach der Funktion des Waldes als Gliederungselement in der Landschaft, eine Frage, die nicht nur von der Geländemorphologie und der Höhenlage abhängig ist, aber vor allem in ebeneren Lagen vordringlich zu lösen ist.

In diesem Zusammenhang darf in etwas ketzerischer Art und Weise wohl ausgesprochen werden, was uns Naturwissenschaftler örtlich beschäftigt: Weshalb ist man mit unseren Forstgesetzen, ja überhaupt mit der Gesetzgebung nicht flexibler und verhindert die Überbauung des besten landwirtschaftlichen Bodens nicht, während erosionssichere, aber landwirtschaftlich weniger ergiebige Hanglagen bewaldet bleiben und damit der Überbauung entzogen werden? Eine heikle Frage, die hier nur gestellt, aber nicht forst- und allgemeinpolitisch diskutiert werden kann!

Weder Gestaltungs- noch Erholungsfunktion des Waldes wird in andern Vegetationszonen merklich beansprucht. Eine gewisse Erholungsfunktion geht ihm zwar im europäischen Bereich des borealen Nadelwaldes nicht ab, aber zumeist ist die Mücken- und Gnitzenplage in der wärmeren Jahreszeit so ausgeprägt, daß eine regelmäßige Erholung dort nicht möglich wird. Dies gilt auch für die nordamerikanischen und sibirischen Bereiche des borealen Nadelwaldes, wo es kaum jemandem einfallen würde, den Wald zur persönlichen Erholung zu benutzen. Indessen wurden dort doch schon erste Versuche gemacht, den Wald mit schmalen Pfaden besser zu erschließen, um ihn den Wandernern und Naturbeobachtern zugänglich zu machen.

In ähnlicher Form trifft dies für die Hartlaubgebiete der Erde zu, vom Mittelmeergebiet über Mittelkalifornien bis zum Kapland - von den südamerikanischen Waldgebieten (in diesem Fall Nordchile) ganz zu schweigen. Außerdem werden alle Gebiete von durchschnittlich nicht sehr waldfreundlichen Bevölkerungen bewohnt. Ihre Spezialfunktion überschneidet sich intensiv mit den ihnen eigenen Schutz- und Nutzfunktionen, mit dem Wald als Stabilisator der Landschaft, als Standort verschiedener Heil- und Nutzpflanzen, insbesondere intensiv umgetriebenen Brennholzes, eine Funktion, die in den Trockentropen noch wesentlich merklicher wird.

Vorausschicken muß ich an dieser Stelle, daß mir vom tropischen Trockenwaldbereich nur die afrikanischen Teilbereiche besser

bekannt sind. Neben der Nutzung als Brennholzlieferant und Weidegebiet fällt dort auf, welche markante Rolle der Wald als Lieferant von Medizinalpflanzen und Nahrung spielt. Egal in welcher Region man sich aufhält, überall, aber besonders in den Bantugebieten stößt man auf eine hervorragende Artenkenntnis, die nicht auf die lokalen "Medizinmänner" beschränkt ist. Diese Fähigkeit erlaubt eine für uns kaum mehr aktuelle kombinierte Nutz- und Sozialfunktion als Medikamentenlieferant aus Pflanzen, die in den örtlichen Savannen-Grasländern keine Wachsmöglichkeit haben (vgl. WATT & BREYER-BRANDWYK, 1962; POCHPANGAN & POOBRASERT, s.a.). Bis gut die Hälfte der in den einzelnen Wuchsschichten vorkommenden Arten, namentlich aber Baumarten, haben ihre spezielle Bedeutung und erfüllen somit ihre "Sozialfunktion" in der Gesundheitspflege. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle sind die Arten pharmakologisch kaum untersucht. Eine weitere wichtige Funktion wurde in einem der vorhergehenden Abschnitte schon angedeutet, ihre Schutzfunktion im Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt.

Diese Funktion gilt generell auch für die Klimazone der tropischen Feuchtwälder (Regen- und saisonierte Wälder inkl. halbimmergrünem Saisonwald). Damit sind wir in einem Standortsbereich angelangt, wo landschaftsökologisch gesehen nur der Wald oder dann bodenschützende Kulturen die Stabilität des Landschaftsgefüges gewährleisten. Denn die klimatischen Standortbedingungen schaffen Bodenverhältnisse, die nur unter der Bestockung mit standortsheimischen Baumarten stabil bleiben können, und zwar was Bodenchemie und Bodenphysik betrifft. Auch - oder vor allem - in den Tropen sind die Bodenbildungsvorgänge die zu den wichtigsten Bodentypen führen, nur unter voller Bestockung denkbar. Der extrem kurzgeschlossene interne Nährstoffkreis verlangte einige besondere Anpassungen der Bäume. So ist erst in den letzten Jahren klar geworden, wie intensiv Fallaub, Mykorrhiza und Baum verbunden sind: Abgefallene Blätter werden sehr bald von einer Gemeinschaft von Feinwurzeln der Bäume und Pilzfäden umspinnen. Damit werden verfügbare Nährstoffe (vermutlich in z.T. noch nicht mineralisiertem Zustand) dem Blatt entnommen und von vornherein an Abwandern verhindert (HARTSHORN, 1977, vgl. auch BRÜNIG, 1977a; KLINGE, 1973). Außerdem hat es sich bei neueren Untersuchungen gezeigt, warum sich jede größere Öffnung des Kronendaches nur schwer wieder zum Primärwald zusammenschließt. Nach GOMEZ-POMPA et al. (1972) wird die Einwanderung schnellkeimender Primärwaldarten in größeren Lücken weitgehend unterbunden, denn die vorentwickelten Jugendstadien des Primärwaldes, die in Windwurflücken des Primärwaldes unter dem Schutz von Sekundärwaldarten aufwachsen können, werden unter Kultur praktisch alle vernichtet. Eine neue Garnitur von Primärwald-Verjüngung

kann nur aus verschleppten Samen ("Nomaden") wieder aufkommen. Diese Samen wiederum sind bei einzelnen Arten nur dann keimfähig, wenn der Abstand zwischen den Individuen derselben Baumart nicht zu groß ist, so daß durch Fremdbestäubung die Befruchtung verhindert wird. Indessen sind die speziellen genetisch-populationsökologischen Verhältnisse bei diesen auf Fremdbestäubung angewiesenen Baumarten noch kaum bekannt. (Weiteres über Verjüngungsschwierigkeiten bei tropischen Wäldern s. z. B. LAMPRECHT, 1959, 1964, 1972; FOX, 1976; WOLDA, 1977).

Somit kann der Bestand nur auf größeren zusammenhängenden Flächen, höchstens durchsetzt mit kleinen, bewirtschafteten Blößen, seine Schutzfunktion voll und nachhaltig ausüben (z.B. Erosionsschutz). In ähnlicher Form gilt dies auch für die tropischen Gebirgswälder. Für die Überführung solcher empfindlicher Wälder in Wirtschaftswälder wird eine moderne Form des sog. "Taungya"-Systems vorgeschlagen, wie es in Lateinamerika vielerorts üblich war. Dabei soll der Bestand wie üblich durch "Shifting Cultivation" geöffnet, aber bei der Anlage der Kulturen sollen günstige Baumarten eingepflanzt werden, die sich dann nach dem Verlassen der Kulturen zum Wirtschaftswald zusammenschließen. Diese Umwandlung garantiert zudem die Verwurzelung der ansässigen Bevölkerung mit der angestammten Umwelt, von der auch ihre sozialen Strukturen abhängen. Aber auch dabei ist es wichtig, die Struktur der Vegetation (Wirkung auf Albedo, Gas- und Wasseraustausch) zu wahren, um irreversible Veränderungen im Wasserhaushalt der Landschaft zu verhindern (vgl. BRÜNIG, 1977b und Abb. 1, lt. 5 und 8). Vielenorts fehlen jedoch die Voraussetzungen für die Nutzbarmachung einschließlich der angepaßten Umwandlungsverfahren für kombinierte Schutz- und Nutzwälder (LAMPRECHT, 1964; für Niederungen s. z. B. auch BRÜNIG, 1977b; FOX, 1976; JANZEN, 1973; SCHMITHÜSEN, 1977; WEBB et al., 1971).

1.4 Schutzwald in den Tropen - ein praktisches Beispiel

Heute ist die landschaftsökologische Situation im gesamten Bereich der Gebirgstropen kritisch geworden: Es gibt kaum ein Gebiet, wo der Mensch nicht zerstörerisch ins Landschaftsgefüge eingegriffen hätte. So ist die Verhinderung des Bodenabtrags in tropischen Gebirgen eines der Hauptprobleme einer gezielten Entwicklungshilfe (MÜLLER-HOHENSTEIN, 1974/5). Um so überraschender ist es dann, einmal eine größere Fläche zu finden, die der ansässige Mensch pfleglich bewirtschaftet. An dieser Stelle soll nur über ein derartiges Beispiel berichtet werden, das wegweisend für ähnliche Lagen sein kann, und zwar von der kontinentalen Wasserscheide in Costa Rica.

In den letzten 25 Jahren wurde fast die gesamte Pazifikabdachung Costas urbanisiert. Der geschlossene Wald - Trockenwald am Unter-

hang, feuchter, regengrüner Wald und Saisonwald in der Montanstufe des Oberhanges - wurde großflächig gerodet und findet sich heute nur noch an für die Bewirtschaftung ungünstigen Standorten. Nahezu das gesamte Gebiet ist heute extensives Weideland, lediglich bewässerbare Standorte tragen tropische Intensivkulturen. Man ist deshalb überrascht, ab ca. 1.200 m ü. NN. ein Mosaik von Wald, Grünland, Intensivkulturen und Siedlungen anzutreffen. Auf Befragen wurde mir von verschiedener Seite bedeutet, daß man vor ca. 25 Jahren beschlossen habe, den Wald auch in ebeneren Lagen als Schutzwald stehen zu lassen und zwar als jeweils mehrere Hektar große Blöcke. Diese werden stellenweise einzelstammweise genutzt, dienen als Schutz vor den monatelang wehenden starken Passatwinden und generell als Ausgleich der klimatischen Verhältnisse. Mit dieser Gesinnung im Einklang steht die Nutzung der Weiden im intensiven Rotationsbetrieb mit optimaler Zusammensetzung der Grasnarbe. Übrigens stehen die anschließenden nicht erschlossenen montanen Saison-, Regen- und Nebelwälder der kontinentalen Wasserscheide unter staatlichem Schutz (vom WWF betreutes Waldschutzgebiet Monte Verde).

Indessen gilt auch hier, daß sich kaum jemand im Wald aufhält, wenn dies einzig und allein der Erholung dienen soll. Freilich gereicht dies zum Vorteil dieser Restwaldungen: Sie sind auch in flacheren Lagen sehr trittempfindlich. Der sehr lockere Humus verliert unter Trittbelastung schnell seine Struktur, mineralisiert rapide und der ungeschützte Mineralboden wird dann durch Abspülung angerissen. Diese Gefahr gilt ja auch schon für die einzelstammweise Nutzung, wo in Schleifspuren neue Anrisse entstehen können (Einzelheiten z.B. in FOX, 1976; vgl. auch MAYER, 1977). Dieser Trittempfindlichkeit wird auch im benachbarten Reservat Rechnung getragen, indem kleinste Trampelpfade, die zur Erforschung des Gebietes und zur Naturbeobachtung dienen, mit Holz ausgebaut werden.

2. ERZIEHUNG ZUR ÖKOLOGISCHEN BETRACHTUNGSWEISE

Diese vorausschauende ökologische Betrachtungsweise mangelt in praktisch allen noch bewaldeten Regionen der Gebirgstropen, dies meist unter dem Druck der Situation: Bevölkerungsvermehrung im Verein mit zunehmender Knappheit an Raum für Siedlung und Landbau. Das Schicksal irreparabler Schäden an der Landschaft und die Zerstörung des Primärwaldes trifft heute immer mehr die weit über die Fachwelt hinaus berühmten Gebirgswälder Ostafrikas und Südwestäthiopiens und in vergleichbarer Lage der Anden und Südostasien, wo kriegerische Handlungen den Trend verstärkt haben (vgl. WESTING, 1976; WITHMORE, 1975). Aber kontra-intuitives und vernunftwidriges Handeln ist dem Menschen auch in anderen kritischen Umweltsituationen eigen. Die "Nach uns die Sintflut"-Haltung ist nicht nur bezeichnend

für absolutistische Herrscher einer ökologisch noch wenig belasteten Periode der von umweltgerechtem Denken kaum beeinflussten Menschheitsgeschichte.

Wie bei andern drückenden Umweltproblemen fehlt es oft an einer gezielten, hier in der Entwicklungshilfe verankerten Kampagne der Erziehung zum besseren Verständnis der natürlichen Zusammenhänge, zur Erfassung nachhaltiger Nutzungsmöglichkeiten. Und vielfach fehlt es auch den möglichen Erziehern an fundierten Kenntnissen über die Funktion, Dynamik, Belastbarkeit sowie den Nutzungs- und Umwandlungsmöglichkeiten gefährdeter Wald-Ökosysteme, Kenntnissen, die für eine Überführung der aggressiven zur adaptiven Nutzung der Natur notwendig wären.

Insofern wären die Ergebnisse des Unesco-Programmes "Man and the Biosphere" in den kommenden Jahren als lebensgestaltende Grundlagen für die Entscheidungsträger eines bedrohten Landes zu werten, vorausgesetzt, kurzfristig wirksames, in Wahlperioden eingeklemmtes Erfolgsdenken könne an zuständiger Seite überwunden werden (vgl. auch BRÜNIC, 1977b).

3. ZUR STELLUNG DES NATURWISSENSCHAFTERS

Diese Darstellung einiger Zusammenhänge macht es klar, daß es die streng biologisch orientierte Stellungnahme des Naturwissenschafters nicht geben kann, besser: nicht geben darf. Auch der Naturwissenschaftler hat sich auf seine gesellschaftsbezogene Verantwortung zu besinnen und in diesem Fall die technischen, politischen, planerischen, kulturellen und selbstverständlich ökonomischen Belange um die Wirkung des Waldes auf die Umwelt zu berücksichtigen. Aber immerhin darf er sich erlauben, die Wohlfahrtsfunktionen des Waldes zu betonen, reine Nützlichkeitserwägungen in den Hintergrund zu drängen und seine Forschung auf die Erfassung der Funktion und Tragfähigkeit des Ökosystems auszurichten. Dieser Tenor darf sich auch in der Schlußbemerkung zeigen.

Die engen Wechselbeziehungen des Waldes mit benachbarten Ökosystemen wurde schon in Abschnitt 1.2. umrissen. Somit sollten vom Menschen genutzte Ökosysteme im Freiland planerisch in die Matrix des landschaftsstabilisierenden Waldes eingebaut werden, und zwar unter Berücksichtigung der durch die jeweilige Umwelt gegebenen Eigenarten von Wald- und Freiland-Ökosystemen. Auf alle Fälle erlauben die Besonderheiten des Waldes als reifes, oft klimaxnahes Ökosystem - weitgehend abgepuffert gegen äußere Einflüsse - die Erhaltung gefährdeten Lebens und optimale Erholungsmöglichkeiten für den umweltbelasteten Menschen.

Diese oben skizzierte Maxime gilt vor allem für unsere (mittel-) europäischen Verhältnisse. Etwas anders gelagert sind die Aufgaben des

Naturwissenschafters in den wärmeren Breiten. Hier geht es in erster Linie darum, überhaupt einmal Einzelheiten zur Funktion des Ökosystems zu erfassen, damit der Wald als stabilisierendes Element optimal in die betreffenden Landschaften eingebunden werden kann. Gerade bei solchen Zielsetzungen findet er auch die Möglichkeit für fruchtbare, interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Ingenieuren, Geisteswissenschaftlern und Politikern oder mit Naturwissenschaftlern verschiedener Zielrichtung, wie dies z.B. in vorbildlicher Art und Weise durch das Projekt Venezuelas unter Mitarbeit einer deutschen Gruppe vorgelebt wird. Erst auf der soliden Grundlage erkannter Zusammenhänge kann er dann später daran gehen, Entscheidungsträger mit fundierten Angaben über die landschafts-ökologische Bedeutung örtlicher Wälder zu informieren.

Die Zusammenhänge zwischen Wald und Umwelt aufzudecken ist überall auch Sache des Naturwissenschafters. Die Wechselbeziehungen zu steuern ist Sache des Försters. Den nachhaltigen Nutzen aus den Erkenntnissen von Forschung und Praxis zu ziehen, ist die angenehme oft verkannte Pflicht der gesamten Menschheit.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Sozial-, Schutz- und Nutzfunktionen des Waldes werden in ihrer untrennbaren Gesamtheit dargestellt unter Berücksichtigung ihrer Wechselbeziehungen sowie ihrer Einflüsse auf die Stabilität des Ökosystems Wald (Abb.).
2. Fern- und Langzeitwirkungen des Waldes, bzw. von Eingriffen in den Wald, auf die natürliche, politische und soziale Umwelt des Menschen werden kurz erläutert.
3. Eine Darstellung der Sozial- und Schutzfunktionen des Waldes in verschiedenen Klimazonen zeigt die besondere Stellung des europäischen Sommergrünen Laubwaldes als Träger spezieller Sozialfunktionen (z.B. Erholungsverkehr). Über die Tragfähigkeit des Waldes unter diesen Bedingungen ist wenig bekannt. In anderen Klimazonen (mit borealem Nadelwald, Hartlaubwald, tropischen Trocken- und Feuchtwäldern) ist meist die Schutz- und Nutzfunktion unlösbar verbunden, und die Sozialfunktion spielt eine sehr randliche Rolle. Aber namentlich in tropischen Wäldern kann sich die Nutzfunktion, z.B. über die Produktion von offizinellen Pflanzen und Nahrung, sehr wohl auch als Sozialfunktion auswirken. Die Schwierigkeiten bei der Einrichtung von tropischen Nutzwäldern mit Schutz- und Nutzfunktion wird anhand besonderer Verjüngungsverhältnisse erklärt.
4. Anhand eines zentralamerikanischen Beispiels wird der mögliche

Einbau von Schutz- und Nutzwald in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten der feuchten Gebirgstropen vorgestellt. Die besondere Empfindlichkeit dieses Ökosystems gegenüber anthropogenen Einflüssen wird betont.

5. Verständnis für die verwickelten landschaftsökologischen Zusammenhänge zu wecken, dürfte nicht nur bei uns, sondern erst recht in tropischen Problemgebieten eine Erziehungsfrage sein.
6. Aus der Sicht des Naturwissenschafters können auch ökonomisch relevante Funktionen neben den Sozialfunktionen (im weiteren Sinne) in den Hintergrund treten. Dabei die Zusammenhänge zwischen stabilem Waldtyp, Struktur, Nutzung und den Schutz- und Sozialfunktionen aufzudecken und sie zu steuern ist die gemeinsame Aufgabe von Naturwissenschaftlern und Förstern.

SUMMARY

1. All functions of a forest ecosystem - protective-, social- and economic functions - are presented as an unseparable entity accentuating their interrelations and their influence on the stability of the ecosystem.
2. Long-distance and long-term interactions of forests, in a natural or altered state, with the natural, political or social environment of man are briefly discussed.
3. The outstanding position of European deciduous forests regarding their recreational function is obvious when compared with the social- and protective functions of different forest ecosystems on a global scale. Only little is known about their carrying capacity under these conditions. In the other climatic zones of the earth (with boreal coniferous forest, sclerophyll woodlands, tropical deciduous and moist forest) protective functions are tied to economic functions, the social functions being of rather minor importance. However, in many parts of the tropical world a special economic function, forests producing medicinal plants and food, can be at the same time an important social function, also regarding their action as conservator of forest dependent social structures. Difficulties in transforming virgin forests into managed ones keeping up their protective and economic functions is explained with special regeneration conditions.
4. An example from Central America gives the occasion to present a possible transformation of virgin tropical moist mountain forest into stable agricultural land containing islands of forest guaranteeing the protective and economic functions of the former virgin ecosystem. The special sensitivity of such ecosystems towards anthropogenic influences is stressed.

5. The way to understanding such complicated ecological interrelations between different parts of a landscape is a matter of education in all stages of human life, not only in undeveloped tropical regions but also in Europe.
6. As far as the outlook of an ecologist is concerned, economic functions might stand back to the benefit of social functions (in the largest sense). However, foresters and ecologists have the common task to investigate the interrelations between stable forest type, structure, use and the protective and social functions and develop the necessary management.

LITERATUR

- BASLER, E., 1977: Der forstwirtschaftliche Begriff der "Nachhaltigkeit" als Orientierungshilfe in der zivilisatorischen Entwicklung. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 128, S. 480 - 489.
- BRÜNIG, E. F., 1977a: In WOLDA, H., 1977: Stability of tropical environments and populations. Abstracts IVth Internat. Sympos. Trop. ecol. Panama, 7 - 11 March 1977. 212 pp.
- 1977b: The tropical rain forest - a wasted asset or an essential biospheric resource. Ambio, vol. 6, pp. 187 - 191.
- FISCHER, F., 1968: Waldbauliche Probleme des Wohlfahrtswaldes. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 119, S. 255 - 262.
- FOX, J. E. D., 1976: Constraints on the natural regeneration of tropical moist forest. Fon., Ecol. Mgmt., vol. 1, pp. 37 - 65.
- GOMEZ-POMPA, A., VAZQUE-YANES, C. und GUEVARA, S., 1972: The tropical rain forest: a non-renewable resource. Science, vol. 177, pp. 762 - 765.
- HARTSHORN, G. S., 1977: In WOLDA, H., 1977: Stability of tropical environments and populations. Abstracts IVth Internat. Sympos. Trop. Internat. Panama, 7 - 11 March 1977. 212 pp.
- JANZEN, D. H., 1973: Tropical agroecosystems. Science, vol. 182, pp. 1212 - 1219.
- KELLER, TH., 1971: Die Bedeutung des Waldes für den Umweltschutz. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 122, S. 600 - 613.
- KLINGE, H., 1973: Struktur und Artenreichtum des zentralamazonischen Regenwaldes. Amazonia, Bd. 4, S. 283 - 292.
- KLÖTZLI, F., 1968: Wald und Umwelt. Die Rolle des Waldes für die Landschaftsökologie. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 119, S. 264 - 334.

University of Washington

USA Seattle, Washington 98195, 115 Anderson Hall, AR-10

GESSEL (Frau)

van GOOR C.P.

Forstliche Versuchsanstalt, NL Wageningen

GOSSOW Hartmut, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft

Universität für Bodenkultur

A 1190 Wien

HÄSLER Ruedi, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

CH 8903 Birmensdorf ZH

HAGER Herbert, Institut für Standortforschung

Universität für Bodenkultur

A 1190 Wien

HERMANN Richard K., School of Forestry, Oregon State University

USA Corvallis, Oregon 97331

HERMANN Freya

HILLGARTER Franz-Werner, HESPA-Domäne

A 9400 Wolfsberg/Krnt.

HOFMANN Alberto

I Fusine/Valromana

HORNDASCH Manfred, Oberforstdirektion

D 8900 Augsburg 1, Fronhof 12

HORVAT Sonja, Biotechn. Fakultät

YU 61000 Ljubljana, Krekov trg. 1

HUSS Jürgen, Waldbau-Institut

D 8 München 40, Amalienstraße 52

JEGLUM John K., Great Lakes Forest Research Centre

USA Canada, Ontario, Sault Ste. Marie, Box 490

JELEM Helmut, Forstliche Bundesversuchsanstalt

A 1131 Wien

JIRKU Werner

A 3973 Karlstift

JURCA Jan, Tesnicka Fakulta Vysokoskola Zemedelska

CS 662 65 Brno, Zemedelska 3

KAMMERLANDER Hubert, Institut für Waldbau

Universität für Bodenkultur

A 1190 Wien

KOCH Herbert

D 8018 Grafing, Bergstraße 20

KOTAR Marian, Biotehniška Fakulteta - Gozdarski Oddelek

YU 61000 Ljubljana, Krekov trg. 1

KRANZ Gebhard

A 3911 Rappottenstein

KREJČI Vlado, Šumarski Institut

YU 41420 Jastrebarsko

KRIECHHAMMER Rosa, Institut für Waldbau

Universität für Bodenkultur

A 1190 Wien

KRONFELLNER-KRAUS Gottfried, Forstliche Bundesversuchsanstalt

A 1131 Wien

. LAMPRECHT Hans, Institut für Waldbau, Lehrstuhl II., Universität

D 34 Göttingen-Weende, Büsgenweg 1

LAMPRECHT Flora

LANG Hans-Peter, Waldbauhof der ÖBF

A 3250 Wieselburg, Mankerstraße 12

MATTER Jean-Francois, Institut für Waldbau, ETH-Zentrum

CH 8092 Zürich, Universitätsstraße 2

MAYER Hannes, Institut für Waldbau

Universität für Bodenkultur

A 1190 Wien

MESTROVIC Sime, Sumarski Fakultet

YU 41001 Zagreb, pp 178, Simunska cesta 25

van MIEGROET Marcel, Forschungszentrum Waldbau

B 9000 Gent, Coupure 533

van MIEGROET (Frau)

MLINŠEK Dušan, Biotehniška Fakulteta

YU 61000 Ljubljana, Krekov trg. 1

OBRIAN Dermot, Forest and Wildlife Service

2 Sidmonton Place, Bray Co. Wicklow

Republic of Ireland

ODABASI Tolgay, Orman Fakültesi

TR Istanbul - Büyükdere

ORLIĆ Stevo. Šumarski Institut
YU 41420 Jastrebarsko

OSWALD Helfried, C.N.R.F.
F 54280 Seichamps, Champenoux

OTT Ernst, Institut für Waldbau, ETH-Zentrum
CH 8092 Zürich, Universitätsstraße 2

ÖZYUVACI Necdet, Orman Fakültesi
TR Istanbul - Büyüktöre

PACHTER Johann
D 8050 Freising 11, SWH - Zi. 54

PENTTI Roiko - Jokela, Metsäntutkimuslaitos
SF 96300 Rovaniemi 30, Eteläranta 55

PETRI Gerhard
D 7516 Karlsbach, Schmitzstraße 22

PETRI Hartmut
D 65 Mainz, Windmühlenstraße 12

PIETERS André
B 8458 Koksye (Oostduinkerke), Pirschlaan 6

PITTERLE Alfred, Institut für Waldbau
Universität für Bodenkultur
A 1190 Wien

PIUSSI Pietro, Istituto di Selvicoltura ed Assestamento forestale
I 50144 Firenze, Piazzale delle Cascine 18

van der POEL Anton J., De Dorschkamp Research-Institute
NL Wageningen

POLLANSCHÜTZ Josef
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A 1131 Wien

PREUHSLER Teja, Institut für Waldwachstumskunde
D 8 München 40, Amalienstraße 52

RACHOY Werner, Forstliche Bundesversuchsanstalt
A 1131 Wien

REH Jozef
CS 96053 Zvolen, Strakonická 8

REHFUESS Karl-Eugen, Institut für Bodenkunde und Standortslehre
D 8 München 40, Amalienstraße 52

RÖHRIG Ernst, Institut für Waldbau

D 34 Göttingen - Weende, Büsgenweg 2

RÖHRIG Brigitte

RÖHRIG Christian jun.

SCHMIDT-VOGT Helmut, Waldbau-Institut, Universität

D 78 Freiburg i.Br., Bertoldstraße 17

SCHMIDT-VOGT Hildegard

SCHILLER Gabriel

Israel, Neve - Monosson 60986

SCHÖNENBERGER Walter, Eidg. Anstalt f.d. forstliche Versuchswesen

CH 8903 Birmensdorf ZH

SONNLEITNER Günther, Forstliche Ausbildungsstätte

A 9570 Ossiach

SPÖRK Josef

A 8563 Ligist 2

STEINLIN H., Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissen-
schaft

D 78 Freiburg i.Br., Eichhalde 68

STOSZEK Karel, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences

USA University of Idaho

THUM Jürgen, Steiermärkische Landesforste

A 8933 St. Gallen

TRZESNIEWSKI Anton, Forstliche Ausbildungsstätte

A 9570 Ossiach

WALLACHER Jörn

D 66 Saarbrücken, Lessingstraße 10

WEISS Rüdiger, Forstverwaltung der Österr. Bundesforste

A 9500 Villach, Völkendorferstraße 1

ZEHEENDNER Max

D 8132 Tutzing, Kirchenstraße 1

ZIERL Hubert, Nationalparkverwaltung

D 8242 Bischofswiesen

- RULE, A. 1967: Forest of Australia. Angus and Robertson, Sidney, Melbourne, London. 213 pp.
- SCHIECHTL, H.M., 1976: Zur Begrünbarkeit künstlich geschaffener Schneisen in Hochlagen. Jb. Schutz Alpenfl., und -Tiere, Bd. 41, S. 53 - 75.
- SCHMITHÜSEN, F., 1977: Forstpolitische Überlegungen zur Tropenwaldnutzung in der Elfenbeinküste. Schweiz. Z. Forstwesen, Bd. 128, S. 69 - 82.
- SEIBERT, P., 1974: Die Belastung der Pflanzendecke durch den Erholungsverkehr. Forstwiss. Cbl., Bd. 93, S. 35 - 43.
- WATT, J.M. und BREYER-BRANDWYK, M.G., 1962: Medicinal and poisonous plants of Southern and Eastern Africa. 2nd ed. Livingstone, London. 1475 pp.
- WEBB, L.J., TRACEY, J.G., WILLIAMS, W.T. und LANGE, G.N., 1971: Prediction of agricultural potential from intact forest vegetation. J. Appl. Ecol., vol. 8, pp. 99 - 121.
- WESTING, A., 1976: Ecological consequences of the second Indochina War. SIPRI, Stockholm, Intern. Peace Res. Inst. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 119 pp.
- WITHMORE, T.C., 1975: Tropical rain forest of the far east (Soils by C.P. BURNHAM). Clarence Press, Oxford, pp. 282.
- WOLDA, H., (Ed.), 1977: Stability of tropical environments and populations. Abstracts IVth Internat. Sympos. Trop. Ecol. Panama, 7 - 11 March 1977. 212 pp.
- ZUKRIGL, K., 1976: Der Einfluß der Erholungsnutzung auf Wald und Waldbau aus österreichischer Sicht. In MAYER, H. (Hg.), Ecosystems, XVI/IUFRO World Congr. Oslo/N, 20/6 - 2/7/76; Div. I, Congr. Group 1. S. 48 - 68. Inst. Waldbau, Wien.
- ZUNDEL, R., 1971: Bedeutung des Waldes für Raumordnung und Landschaftspflege. In GUTSCHICK, V. (Hg.). Der Forstbetriebsdienst, Bd. 1, S. 393 - 435. 5. Aufl. BLV, München, Basel, Wien.

LAMPRECHT, H., 1959: Über die waldbauliche Forschung im tropischen Urwald. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 110, S. 187 - 198.

--- , 1964: Über Waldbau in tropischen Entwicklungsländern. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 115, S. 211 - 227.

--- , 1972: Einige Strukturmerkmale natürlicher Tropenwaldtypen und ihre waldbauliche Bedeutung. Forstwiss. Cbl., Bd. 91, S. 207 - 277.

--- , 1973: Zur ökologischen Bedeutung des Waldes im Tropenraum. Forstarchiv, Bd. 44, S. 117 - 123.

LANDOLT, E., 1971: Bedeutung und Pflege von Biotopen. In LEIBUNDGUT, H., (Hg.): Schutz unseres Lebensraumes. S. 187 - 193. Huber, Frauenfeld.

--- , 1974: Rolle einzelner Landschaftselemente für den Landschaftshaushalt. In LEIBUNDGUT, H., (Hg.) Landschaftsschutz und Umweltpflege. Fortbild. Kurs. Abt. Forstwirtsch., ETH, Zürich, 5 - 9.11.1973. S. 40 - 53. Huber, Frauenfeld, Stuttgart. 368 S.

LEIBUNDGUT, H., 1975: Die Wirkungen des Waldes auf die Umwelt des Menschen. E. Rentsch, Erlenbach-Zürich, Stuttgart. 218 S.

--- , 1977: Über die Notwendigkeit naturnahen Waldbaues. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 128, S. 490 - 502.

MAYER, H., 1976: Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. G. Fischer, Stuttgart. 435 S.

--- , 1977: Wald und Naturschutz. Schweiz. Z. Forstwes., Bd. 128, S. 513 - 526.

MILLER, P.R. und Mc BRIDE, J.R., 1975: Effects of air pollutants on forests. In MUDD, J.B. und KOZLOWSKI, T.T. (ed.). Responses of plants to air pollution. pp. 195 - 235. Acad. Press, New York, San Francisco, London.

MÜLLER-HOHENSTEIN, K., (Ed.), 1974/5: Development of mountain environment. Internat. Workshop, 8 - 12 Dec. 1974, Munich. Final Report, D-SE, Feldafing, 192 pp.

NOIRFALISE, A., 1962: Influence de quelques types de forêts sur le bilan des eaux d'infiltration. La Technique de l'Eau, vol. 6, pp. 1 - 10.

POCHPANGAN, S. und POOBRASERT, S., s.a.: Edible and poisonous plants in the Thai forest. Sci. Soc. Thailand, 186 pp.

BRÜNIG E.F. Institut für Weltforstwirtschaft
D 2055 Aumühle, vor den Hegen 3

BRYNDUM Helge, Danish Forest Experiment Station, Springforbi
DK 2930 Klampenborg

CALLAGHER Gehrhardt,
Forest and Wildlife Service, Research Branch
1-2 Sidmonton Place, Bray Co. Wicklow
Republik of Ireland

CHATZIPHILLIPPIDIS Gregor
CH 8142 Uitikon, Langackerstraße 30

COLE Dale W., College of Forest Resources
University of Washington
USA Seattle, Washington 98195, 115 Anderson Hall, AR-10

COLE Realyn

COLE Ross jun.

DAFIS Spiros, Laboratorium für Waldbau, Universität
GR Thessaloniki

DAFIS Johanna

DELVAUX Jaques, Station de Recherches des EAUX & Forêts
B 1990 Groenendaal-Hoeilaart

DIMITRI L. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Forst-Prod.
D 3510 Hann.Münden, Prof.-Oelkersstr. 6

DIZDAREVIC; SUMARSKI - Fakultet, Sarajevo - Jugoslawien
Sarajevo Zagrebacka 20 240

EDER Walter
D 65 Mainz, Hochstraße 12

EGERSDORFER Hugo, Direktor Pogon zaumarstvo "NATRON"
YU 4250 Maglaj

ENK Hans, Forstliche Bundesversuchsanstalt
A 1131 Wien

FAJDIGA Dagmar
YU 61000 Ljubljana, Zupančičeva 4, Slovenija

FISCHER Fritz, Institut für Waldbau,
CH ETH-Zürich

GESSEL Stanley Paul, College of Forest Resources

TEILNEHMERLISTE

- ABETZ Peter
D 78 Freiburg i.Br., Sudetenstraße 14
- AHTI Erkki, Metsäntutkimuslaitos
SF 39700 Parkano
- AHTI Anne
- AICHINGER Erwin, Geobotanisches Institut, St. Georgen am Sandhof,
Klagenfurt/Kärnten, Austria
- AKSOY Hüseyin, Orman Fakültesi
TR Istanbul - Büyükdere
- AMMER Ulrich, Institut für Landschaftstechnik
D 8 München 40, Amalienstraße 52
- ANTONIETTI Aldo, Eidg. Oberforstinspektorat
CH 3000 Bern 14, Belpstraße 36
- ANTONIETTI Beatrijs
- ARCHIE Steven G., College of Forest Resources
University of Washington
USA Seattle, Washington 98195, 115 Anderson Hall, AR-10
- BAJUK Lawrence, Biotehniška Fakulteta
YU 61000 Ljubljana, Krekov trg 1
- BALCI A., Faculty of Forestry, University of Istanbul, Turkey
- BALLIK Karlheinz, MA 49 Forst- und Landwirtschaftsbetrieb der
Stadt Wien
A 1010 Wien, Volksgartenstraße 3
- BAUER Franz, Allg. Forstzeitschrift
D 7 Stuttgart 71, Muskatstraße 4
- BEIN Otmar, Forstliche Bundesversuchsanstalt
A 1131 Wien
- BERNHART Albrecht,
D 8 München 90, Schilcherweg 7
- BERNHART Erika
- BETHEL James, Samuel, College of Forest Resources
University of Washington
USA Seattle, Washington 98195, 115 Anderson Hall, Ar-10
- BETHEL (Frau)
- BOYDAK Melih, Orman Fakültesi, Silvikültür Kursüsü
TR Istanbul - Büyükdere