Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 137 (1986)

Heft: 9

Artikel: Charakterisierung des naturnahen Waldbaus und Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen

Autor: Schütz, Jean-Philippe

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765184

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Charakterisierung des naturnahen Waldbaus und Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen[1]

Von *Jean-Philippe Schütz*
(Aus dem Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich, Fachbereich Waldbau, CH-8092 Zürich)

Oxf.: 221.6:945.4:(494)

Einleitung

Das Thema, welches die Veranstalter der Tagung mir nahegelegt haben, möchte ich nicht zusammenhangslos, quasi als Glaube *ex cathedra* darstellen, sondern es in einen grösseren, übergeordneten Rahmen der Betrachtungsweise stellen. Ich will versuchen, es im Kontext der durch unsere sorglose Lebensweise mittlerweile bedrohliche Ausmasse annehmenden Modifikationen unserer Umwelt, kurzum unter dem Blickwinkel des Waldsterbens darzulegen, es in Beziehung zu bringen mit Erscheinungen, die deshalb so bedrohlich sind, weil es sich um schleichende, in der Anfangsphase kaum wahrnehmbare Veränderungen von sehr komplex geregelten Beziehungen und von eng ineinandergreifenden biotischen Gemeinschaften unseres Ökosystemes Wald handelt.

Versuchen wir jedoch zunächst, das Wesen und die Bedeutung einer naturnahen, naturalistischen Waldbewirtschaftung im engsten Sinne des Wortes darzustellen, mit ihren Eigenschaften, ihren Vor- und Nachteilen, ihren Stärken und Schwächen. Wir werden bei dieser Aufgabe nicht darum herumkommen, eine einigermassen klare Definition des Begriffes «naturnaher Waldbau» zu geben.

Charakterisierung des naturnahen Waldbaus

Im Ausdruck «naturnaher Waldbau» steckt bereits eine gewisse Dualität, wenn nicht ein Widerspruch. Waldbau impliziert eine einigermassen geregelte Waldnutzung oder im weitesten Sinne des Wortes eine Erfüllung bestimmter

[1] Vortrag, gehalten am 17. Januar 1986 anlässlich der öffentlichen Tagung «Waldsterben — Aufforderung zu einem erweiterten Naturverständnis», ETH Zürich.

sozio-ökonomischer Bedürfnisse durch Erträge oder Leistungen des Waldes. Im Wort «Natur» hingegen verkörpert sich für die meisten von uns implizit ein Ausdruck für Unberührtheit durch den Menschen. Dieser Widerspruch besteht jedoch nur scheinbar. Im Ausdruck «naturnaher Waldbau» liegt nach unserer Auffassung der Akzent eindeutig auf dem Wort «Waldbau». Wir meinen damit nicht eine eher beschauliche (kontemplative), eigennützige Anschauung irgendwelcher Art, sondern eine Waldnutzungsform mit genau formulierbaren Produktionszielen, unter Rücksichtnahme auf die Natürlichkeit des Produktionssystems.

Obwohl die Bezeichnung «naturnaher Waldbau» erst in jüngerer Zeit geprägt worden ist, in erster Linie als Gegenstück zu einer primär mechanistischen, an den Bodenreinertragsgedanken anknüpfenden Forstbenutzung mit Monokulturen, ist sie wahrscheinlich so alt wie der Waldbau selbst, weil sie eben mit der Wahl eines ganzen Produktionssystems verbunden ist. Schon der Altmeister *Parade,* Waldbauprofessor an einer der ersten Forstschulen der Welt in Nancy, hat 1837 die Grundmaxime des Waldbaus in treffender Weise mit den seither berühmt gewordenen Worten folgendermassen bezeichnet: «Imiter la nature, hâter son œuvre, telle est la maxime fondamentale de la sylviculture» (Die Natur nachahmen, ihre Leistungen beschleunigen). Diese Maxime können wir noch immer restriktionslos für die Charakterisierung des naturnahen Waldbaus übernehmen.

Das Grundprinzip des naturnahen Waldbaus besteht tatsächlich in der möglichst reibungslosen Ausnutzung der natürlichen Regelmechanismen von Waldökosystemen, die in langer Anpassung und Koevolution an ihrem Standort eine ausgesprochene Fähigkeit zur Selbstregulierung bzw. zur Selbsterneuerung entwickelt haben.

Waldbauliche Tätigkeit als Anwendung der natürlichen Sukzessionsdynamik

Von der Ökologie wissen wir, dass im Normalfall, durch die Konstellation der wichtigsten abiotischen Faktoren und durch ihre Einwirkung auf das Vorkommen und die Entwicklung der Organismen, ein Standort die Fähigkeit besitzt, die natürliche Entwicklung seiner biotischen Gemeinschaft bis zu einem sehr stabilen Gleichgewichtsbereich oder nach *Peterman* (1980) zu seinem ökologischen Anziehungspol hinzuführen. Dieses ökologische Attraktionsgleichgewicht bezeichnen wir als Klimax. Wir verstehen darunter zumindest für Waldökosysteme nicht einen stationären, statischen Zustand, sondern ein dynamisches, nur in seiner Wiederholbarkeit stabiles, also ein zyklisches Gleichgewicht, denn die Entwicklung im Naturwald weist infolge der Alterungsphänomene eine ständig wechselnde Strukturdynamik auf. In diesem Sinne ziehen wir es vor, von zyklischer Klimax zu sprechen, um der Dynamik dieses

Gleichgewichtsbereiches gerecht zu werden. Konkret verstehen wir unter zyklischer Klimax die durch die Ontogenie geprägte Sukzession (siehe *Abbildung 1).*

In diesem Sinne ist der naturnahe Waldbau eindeutig eine Disziplin der angewandten Ökologie bzw. der angewandten ökologischen Kybernetik (Wissenschaft der Regelmechanismen). Selbstverständlich versucht der naturnahe Waldbau die Entwicklung des natürlichen Ökosystems derart zu lenken, dass die in erster Linie auf die Holzproduktion ausgerichtete Erfüllung der Waldbauziele möglich wird. Die Erforschung der natürlichen Dynamik unserer Naturwälder anhand langfristiger Beobachtungen in den wenigen, noch übriggebliebenen Urwaldreservaten zeigt uns, dass die Natur durch einen ständigen Wettbewerb antagonistisch wirkender Kräfte geprägt ist, dass sie damit viel Energie verschwendet und dadurch die Wälder in Phasen höchster Labilität geraten, namentlich in den sogenannten Alters- und Zerfallsphasen. Das Ziel der waldbaulichen Tätigkeit besteht somit in einer Linderung bzw. Lenkung dieses Wettbewerbes und in einer Stabilisierung der ungünstigen Abläufe. Dies kann am besten erreicht werden durch permanente Selbstregulierung und Selbsterneuerung, wie sie zum Beispiel im Plenterwald in nahezu idealer Weise erfüllt ist.

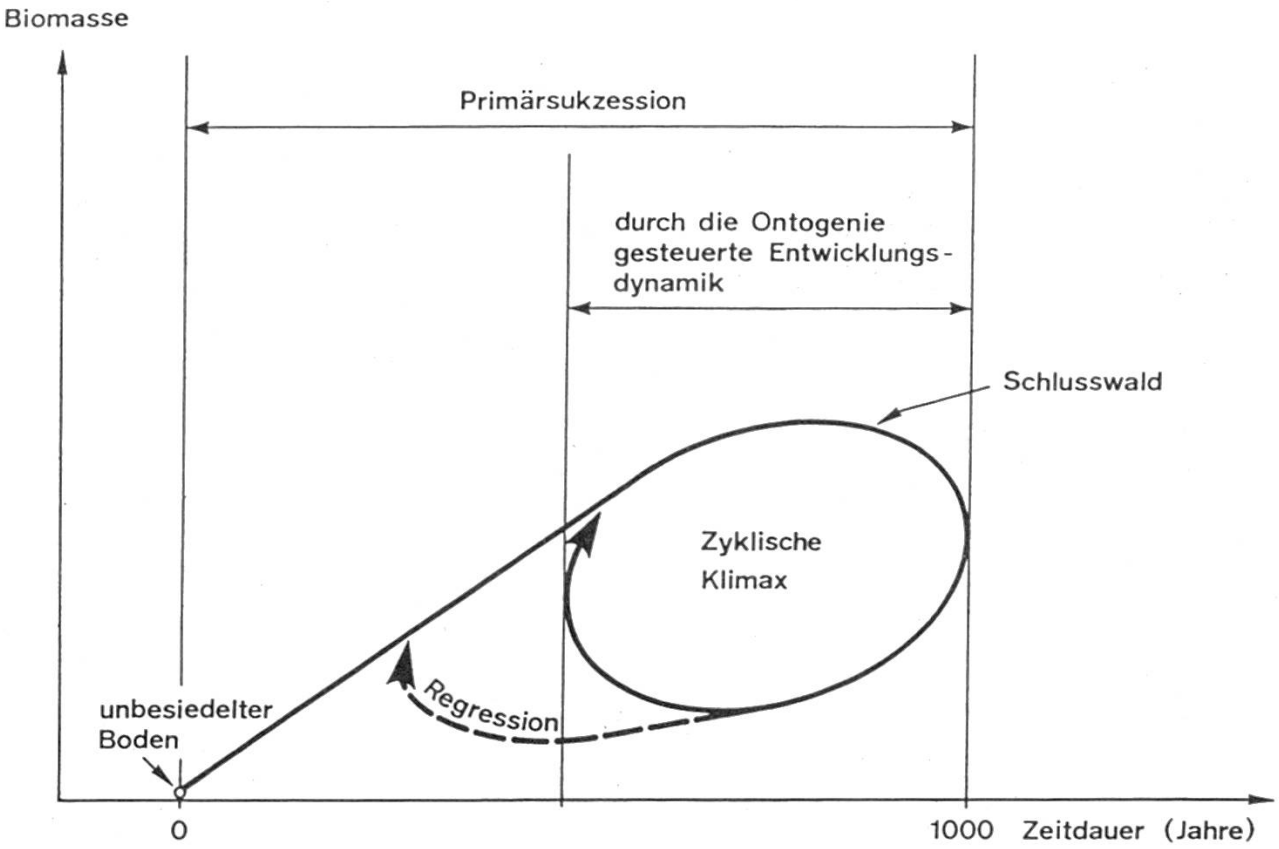

Abbildung 1. Schematische Darstellung der Entwicklung einer Primärsukzession und ihrer zyklischen Klimax.

Es steht damit auch fest, dass die Plenterung die bestmögliche Form des naturnahen Waldbaus darstellt. Aus verschiedenen Gründen, die hier nicht dargelegt werden können, ist die Plenterung leider nicht auf allen Standorten sinnvoll bzw. erreichbar; sie beschränkt sich zur Hauptsache auf den Bereich des natürlichen Nadelwaldes *(Schütz*, 1981).

Der naturnahe Waldbau als eigentliche Grundproduktionsform im Vergleich zu künstlichen Produktionssystemen

Der naturnahe Waldbau darf nicht als utopische ökologische Liebhaberei verstanden werden, er muss als absolut glaubwürdiges, auch ökonomisch interessantes Produktionssystem gesehen werden. Im Gegensatz zu den künstlichen Produktionssystemen, wie sie beispielsweise in der Landwirtschaft vorherrschen, werden beim naturnahen Waldbau in erster Linie die Vorteile möglichst kleiner Risiken genutzt. Die Vorteile der Produktionskonzentration in Monokulturen und die Verwendung von genetischen Artefakten, etwa Hybriden, wie sie in der Landwirtschaft angestrebt werden, sind mit einer starken Erhöhung des Produktionsrisikos, etwa durch Krankheiten, verbunden. Die Landwirtschaft vermag, durch Einsatz von Pestiziden, im schlimmsten Fall durch Frucht- oder Sortenwechsel, die Risiken einigermassen zu kontrollieren. Sie kann allenfalls innerhalb Jahresfrist den Kurs ändern. Die Forstwirtschaft dagegen mit ihren unvergleichlich längeren Produktionszeiträumen darf keine derartigen Risiken eingehen; sie kann daher auch nicht die gleiche Entwicklung in der Produktionsspezialisierung wie die Landwirtschaft durchmachen. Die Forstwirtschaft ist wegen der Vielzahl an Risiken während der langen Produktionsdauer auf die genetische Vielfalt der ursprünglichen Baumpopulationen und auf verschiedenste, natürliche Regelmechanismen, beispielsweise im Bereich der Baumernährung, angewiesen.

Definition des naturnahen Waldbaus

Wir möchten nun versuchen, eine möglichst klare und umfassende Definition des naturnahen Waldbaus zu geben. Unter naturnahem Waldbau verstehen wir die Gesamtheit der biologischen Massnahmen zur ökologisch optimalen Steuerung des Produktionsprozesses (Schütz, 1984). Daraus ergeben sich für die weitere Charakterisierung des naturnahen Waldbaus die folgenden, eng miteinander verbundenen fünf Grundsätze:

1. Der generelle Grundsatz der Risikoverteilung durch Begründung möglichst artenreicher, aufeinander abgestimmter und dem Standort angepasster Baumartenmischungen.

2. Der Grundsatz der bestmöglichen Ausnützung der Ertragsfähigkeit durch aktive Waldpflege, eine Pflege, die nicht nur eine optimale Produktionssteuerung anstrebt, sondern ebenso die Förderung der ökologischen Stabilität nach *Holling* (1973) mittels Biotoppflege, wobei unter ökologischer Stabilität die Fähigkeit des Ökosystems, nach einer Störung möglichst rasch wieder zum Gleichgewicht zurückzukehren, verstanden wird (siehe auch *O'Neill,* 1976, und *Orians,* 1975).
3. Der Grundsatz des gleitenden Überganges vom Pflegebetrieb in den Verjüngungsbetrieb, wobei der Bestand allmählich für den Erneuerungsvorgang in verschiedener Hinsicht vorbereitet wird.
4. Der Grundsatz der zeitlich gestaffelten Generationenablösung unter bestmöglicher Schonung von Bestand und Boden.
5. Der Grundsatz der Ausnutzung der ursprünglichen genetischen Vielfalt durch die Verwendung von standortsangepassten, genotypisch möglichst vollständigen Baumpopulationen.

Der naturnahe Waldbau beschränkt sich also nicht nur auf einzelne natürliche Massnahmen, sondern er umfasst die Gesamtkonzeption der Produktion. Auf eine Kurzformel gebracht, zielt der naturnahe Waldbau auf die Optimierung des Produktionsprozesses, während die Kahlschlagwirtschaft die Minimierung der Kosten anstrebt. In die Reihenfolge der charakteristischen Merkmale für den naturnahen Waldbau muss eine bestimmte hierarchische Ordnung gebracht werden, weil sich nicht alle diese Kriterien ergänzen, sich unter Umständen gar ausschliessen können. Der Grundsatz der standortsgerechten Baumarten- und Provenienzwahl bzw. der Verwendung von möglichst vielfältigen, angepassten Baumartenmischungen beispielsweise steht nach unserer Auffassung hierarchisch eindeutig über der Forderung nach prinzipieller Verwendung der Naturverjüngung, denn überall dort, wo die frühere Bewirtschaftung zu einer falschen bzw. ungünstigen Bestockung geführt hat, müssen zunächst durch Kunstverjüngung die richtigen Baumarten und Provenienzen wieder eingebracht werden. Im Gebirgswald beispielsweise ist die Weisstanne auf vielen Standorten ihres natürlichen Vorkommens durch die Kahlschlagwirtschaft verschwunden. Ihre Wiedereinbürgerung zur Differenzierung der Bestockung, zur Verbesserung des Generationenablösungsprozesses und damit zur Erhöhung der Stabilität *(Mayer,* 1975) ist eine wichtige waldbauliche Aufgabe.

Naturnaher Waldbau und Intensität des Pflegebetriebes

Man muss sich bewusst sein, dass für den Waldbesitzer der einzig gangbare Weg darin besteht, möglichst hochwertige, finanziell interessante Holzsortimente zu erzeugen, solange von ihm erwartet wird, dass er mit der Wahl des

naturnahen Waldbaus als Produktionsbetrieb Konzessionen für immaterielle Leistungen wie Schutz- und Wohlfahrtswirkungen selbst berappen muss.

Dieser Weg, einen sogenannten Qualitätswaldbau (Schütz, 1981) zu betreiben, ist aber nur bedingt gangbar, denn diese Produktionsform setzt hohe Investitionen im Produktionsprozess voraus, zum Beispiel in Form von Erschliessungsanlagen, nicht kostendeckender Pflegeeingriffe, hoher Arbeitsqualität, schonender Holzernte usw., die durch den Holzerlös erwirtschaftet werden müssen.

Der naturnahe Waldbau erweist sich somit, mindestens solange dem Waldbesitzer für die immateriellen Leistungen des Waldes keine Entschädigungen durch die Öffentlichkeit ausgerichtet werden, als eine waldbaulich wie betrieblich intensive (Qualitätsintensität) Produktionsform. Gerade diese Zwangsläufigkeit zwischen naturnaher Bewirtschaftung und Produktionsintensität wird von vielen Anhängern dieser Produktionsform noch zuwenig klar erkannt. Dass für den naturnahen Waldbau in der Praxis eine gute (nicht nur eine genügende) Erschliessung mit Waldstrassen und Rückegassen notwendig ist, wollen oder können noch viele nicht verstehen.

Im Gebirgswald, wo die Holzproduktion aufgrund der ungünstigen Konstellation der Standortsfaktoren derart erschwert ist, dass hochwertige Sortimente kaum in genügender Masse realisiert werden können, wo die Infrastruktur und die Holzernte unerschwinglich kostspielig sind, wo aber gerade die Wahl eines naturnahen Waldbaus wegen der hohen Anforderungen an die Schutzfunktionen notwendiger ist als in allen übrigen Fällen, klaffen Zielvorstellung und Möglichkeiten weit auseinander, weil die Holzerlöse die Produktionskosten nicht zu decken vermögen. Dieser Umstand führt unvermeidlich zu einer Extensivierung der forstlichen Tätigkeit, was wiederum zu einem gröberen waldbaulichen Vorgehen führt und schliesslich zwangsläufig Stabilitätsverluste zur Folge hat; ein perfekter Teufelskreis!

In diesem Zusammenhang muss hier deutlich beigefügt werden, dass auch die Schalenwildbestände, die praktisch in der ganzen Schweiz übersetzt sind, ein enormes Hindernis für die Verwirklichung des naturnahen Waldbaus darstellen. Die um ein Mehrfaches übersetzten Wildbestände verunmöglichen eine vielfältige, standortsgerechte Naturverjüngung ohne hässlichen und biotopwidrigen Flächenschutz (Zaun) und damit eine kleinflächige, gestaffelte und vielfältige Walderneuerung.

Wirtschaftlich gesunde Forstbetriebe sind eine Voraussetzung für den naturnahen Waldbau

Wenn es auch paradox erscheinen mag, wirtschaftlich gesunde Forstbetriebe sind eine Voraussetzung für einen naturnahen Waldbau. Wir dürfen nicht vergessen, dass die Erträge der Forstwirtschaft heute leider noch weitgehend

von den Holzpreisen abhängig sind, von Preisen, die durch die Kräfte von Angebot und Nachfrage im internationalen Konkurrenzkampf diktiert werden und nicht aufgrund der eigentlichen Produktionskosten zustande kommen. Diese unbefriedigende Feststellung gilt leider für die meisten Bereiche der Urproduktion. Da auf internationaler, globaler Ebene nicht die naturnahe, pflegliche Produktionsform dominiert, sondern weitgehend Produktionsformen, die durch eine Minimierung der Kosten gekennzeichnet sind wie Holzausbeute oder Holzackerbau, wird verständlich, dass die Holzpreise bzw. die Holzerlöse je länger, je weniger genügen, um pflegeintensive Produktionsformen wirtschaftlich zu ermöglichen. Das Auseinanderklaffen zwischen Holzerlösen und Produktionskosten hat sich in letzter Zeit, nicht zuletzt gerade infolge des Waldsterbens und entsprechender Holzmarktsättigung (und das deutet einmal mehr auf eine gewisse Ohnmacht der Urproduktionsbereiche), in dramatischer Weise verschärft. 1984 betrugen die Verluste der Holzpreise gegenüber 1981 etwa 30 %. Im Verhältnis zu den inzwischen noch gestiegenen Grosshandelspreisen machen die realen Einbussen rund 35 % aus *(Affolter,* 1985). Dieser Umstand hat innerhalb weniger Jahre die meisten Forstbetriebe, nicht allein im Gebirge, wo sämtliche Extensivierungsmöglichkeiten schon seit Jahrzehnten ausgeschöpft sind, sondern in vermehrtem Masse auch Betriebe mit besten Produktionsverhältnissen in defizitäre Ertragslagen gebracht.

Die Konsequenz dieser Lage ist klar: Reduktion aller nicht direkt umsetzbaren Produktionsmassnahmen, das heisst Verminderung der Waldpflege und aller weiteren nicht unmittelbar realisierbaren Investitionen, Ausschöpfung aller kurzfristig möglichen Einsparungen, zum Beispiel Reduktion der Erntekosten durch Vereinfachung und Vergröberung der Erntemethoden. Kurzum, die Entwicklung führt weg vom vorher geschilderten Konzept einer qualitativ hochwertigen und pfleglichen Produktion, und dies zu einem Zeitpunkt, in dem wegen zunehmender Waldschäden eine prophylaktische Jungwaldpflege und eine Schonung unserer Waldökosysteme je länger, desto mehr angebracht wäre.

Wir wollen hoffen, dass diese Entwicklung nur vorübergehend ist und dass rasch eine Wende eintreten wird, damit wir nicht schwerwiegende, vielleicht irreversible Substanzverluste für unsere Forstwirtschaft hinnehmen müssen. Bei sachlicher Analyse der Situation kann man nur pessimistisch sein und dem Glauben verfallen, dass ohne finanzielle, im übrigen durchaus legitime Entschädigung der Leistungen unserer Wälder durch die Öffentlichkeit das Ziel, stabile, gesunde und schöne Wälder zu erhalten, insbesondere im Gebirge, nicht erreicht werden kann.

Die wissenschaftlichen Grundlagen des naturnahen Waldbaus

Aufgrund der vorgängig dargelegten Charakterisierung und Definition des naturnahen Waldbaus sind wir jetzt in der Lage, den Bedarf an wissenschaftli-

chen Grundlagen einigermassen zu formulieren. Es dürfte soweit klar geworden sein, dass dieser Waldbau angewandte Ökologie ist und dass er entsprechend Kenntnisse der verschiedenen natürlichen Ökosysteme in ihrem gesamtheitlichen, komplexen und dynamischen Aufbau verlangt.

Nebst umfassenden Kenntnissen der verschiedenen Organismen, welche unter Umständen in ganz verschiedenen biologischen Zeitmassstäben koevolutiv miteinander in Beziehung stehen, sind auch Kenntnisse ihrer mehrfachen Wechselbeziehungen und Vernetzungen untereinander sowie deren Entwicklung in Abhängigkeit von den wichtigsten Standortsfaktoren notwendig. Da die waldbaulichen Massnahmen primär darauf abzielen, die Bestandesentwicklung mittels Regulierung der Wettbewerbsverhältnisse und Kontrolle der Erneuerungsvorgänge zu beeinflussen, sind Kenntnisse über die natürlichen Regelmechanismen der Ökosysteme sowie deren Reaktionen auf bestimmte Massnahmen besonders wichtig.

Solche Forschungsbereiche stellen höchste Anforderung an die Fähigkeit zur Synthese, sie verlangen eine ausserordentliche Kenntnisbreite, sind sehr komplex und schwierig. Man kann sich gar berechtigterweise die Frage stellen, ob es für eine Einzelperson überhaupt noch möglich ist, den gesamten Bereich genügend ganzheitlich überblicken zu können.

Der Waldbau-Wissenschafter ist in diesem Sinne von seiner Aufgabe her sicherlich ein Generalist. Er muss in den verschiedensten Disziplinen mindestens soviel Wissen haben, dass er die Spezialisten und ihre Methoden verstehen kann, um deren Forschungsergebnisse sinnvoll interpretieren und anwenden zu können. Wir müssen uns aber bewusst sein, dass die Verständigung zwischen Spezialist und Generalist heute schwierig geworden ist, nicht zuletzt wegen der Flut von wissenschaftlichen Arbeiten und der Technizität der Methoden. Selbst mit den besten Computern werden sich diese Hindernisse nicht überwinden lassen, weil es sich nicht primär um ein quantitatives, sondern vielmehr um ein qualitatives Problem handelt. Zu viele Wissenschafter glauben leider noch immer an die Trugvorstellung, dass der Computer und die statistischen Methoden es erlauben werden, beliebiges Datenmaterial in beliebiger Menge in allen Wechselbeziehungen zu entflechten. Dies ist jedoch nur bedingt möglich und auch nur dann, wenn das Datenmaterial einwandfrei ist, strenge statistische Bedingungen erfüllt und aufgrund klarer Fragestellungen erfasst worden ist.

Blickt man auf die Entwicklung im Waldbau zurück, so stellt man fest, dass die meisten der in die Praxis eingegangenen Waldbaukonzepte und Waldbau-Massnahmen aus Gedankengängen oder Modellvorstellungen hervorgegangen sind, die sich nicht primär aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse, sondern vielmehr aus einem pragmatischen Empirismus ergeben haben. Im Laufe der Zeit wurden diese Vorstellungen anhand von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen zwar verfeinert, verbessert oder allenfalls korrigiert. Interessant bleibt jedoch die Feststellung, dass ursprünglich *die Idee* als Synthese einer grossen Erfahrung und nicht die Anwendung von Forschungsergebnissen Anlass zu

waldbaulichem Fortschritt war. Um diese interessante Feststellung zu illustrieren, möchte ich zwei Beispiele anführen:

Die Plenterung, deren Idee verglichen mit allen übrigen Produktionsformen als revolutionär bezeichnet werden muss, wurde etwa um 1848 durch *Gurnaud* (1886) aufgrund rein theoretischer Überlegungen entwickelt. Sie war zunächst nur als Mittel für ein Inventur- und Kontrollsystem konzipiert, die sogenannte Kontrollmethode, und wurde erst nachträglich durch die Anwendung im Neuenburger Jura durch *Biolley* (1901) in seiner ganzen genialen waldbaulichen Tragweite erkannt.

Das zweite Beispiel betrifft die Entstehung der Auslesedurchforstung. Diese heute überall als waldbaulich optimal anerkannte Durchforstungsart wurde etwa 1926 von *Schädelin* aufgrund theoretisch-pragmatischer Überlegungen postuliert, ehe sie durch die Praxis und durch Forschungsergebnisse verfeinert worden ist. Interessanterweise lag ursprünglich der Gedanke der Erziehung im Vordergrund, während nach heutiger Auffassung die Idee der Auslese dominiert (Schütz, 1982).

Anhand solcher Beispiele lässt sich ableiten, wie wichtig die waldbauliche Erfahrung bzw. die waldbauliche Tätigkeit für die wissenschaftliche Waldbauforschung ist. Ein praktisches Experimentierfeld in Form eines Forschungswaldes ist entsprechend für eine Forschungsinstitution unerlässlich.

Waldbauliche Forschungsmethoden

Das Zusammenwirken aller in einem Ökosystem beteiligter abiotischer und biotischer Faktoren ist derart komplex, ihre Wechselwirkungen derart gross, dass es unmöglich ist, mit einem gesamten Ökosystem zu experimentieren. Allein schon die zeitlichen Massstäbe vereiteln ein solches Vorhaben. Als Beispiel sei hier nur an die Abläufe einer Sekundärsukzession im Naturwald erinnert, die sich in Zeiträumen von 250 bis 400 Jahren vollziehen *(Korpel,* 1982). Die Ökosystemforschung muss sich folglich damit begnügen, ihre experimentelle Tätigkeit, ihre Methodik auf einfache, zerlegte Beziehungen, auf Teilkomponenten, Teilbestockungen sowie auf zeitliche Teilausschnitte zu beschränken.

Man muss sich in diesem Zusammenhang die Frage stellen, ob die Ökosystemforschung und damit gleichsam auch die walbauliche Forschung mit einem deduktiven (aus dem Ganzen das Einzelphänomen ableitend) oder einem induktiven Ansatz (vom Einzelnen auf das Ganze schliessend) arbeiten soll. Meiner Meinung nach braucht es eine sinnvolle Kombination von beiden Arbeitsweisen. Nur das Experiment erlaubt uns, Einzelphänomene in ihren tatsächlichen Abhängigkeiten von bestimmten Faktoren richtig zu erfassen, vorausgesetzt natürlich, dass die richtigen Einflussgrössen mit ihren richtigen Ein-

flussbereichen im Experiment erfasst werden, was nicht *a priori* selbstverständlich ist.

Da Experimente mit Ökosystemen in der Wahl der Einflussgrössen, in der zeitlichen sowie in der räumlichen Dimension begrenzt sein müssen, können ihre Resultate auch im besten Fall nur begrenzt interpretiert werden. Sie können in aller Regel, gemessen an der Komplexität der Beziehungen in einem Ökosystem, nur einen Bruchteil des Ganzen darstellen bzw. verständlich machen.

Die Aufgabe der wissenschaftlichen Grundlagenbeschaffung kann man im Grunde mit jener vergleichen, die manchmal im Fernsehquiz gestellt wird und bei der es darum geht, durch wiederholtes Öffnen von Fenstern ein abgedecktes Bild erkennen zu können. Je mehr Fenster in einer konzentrierten Zone geöffnet sind, desto besser wird man ein Detail erkennen und verstehen können, das Gesamtbild wird sich deswegen aber noch kaum erraten lassen. Öffnet man dagegen die Fenster diffus über das Gesamtbild verstreut, so gelingt es vielleicht, die Hauptkonturen des Gesamtbildes zu erfassen, dafür bleiben die Details verborgen. Mit diesem Vergleich soll veranschaulicht werden, dass nur jene Forschung erlauben wird, ganze Systeme überblickbar zu machen, die in die Breite angelegt ist, dass hingegen Teilphänomene nur dann richtig verstanden werden können, wenn die Forschung in die Tiefe geht. Die Forschung braucht nach unserer Auffassung folglich beide Ansätze, den deduktiven wie den induktiven Ansatz gleichermassen. Neben guter, das heisst auf die relevanten Parameter gerichteter experimenteller Forschung brauchen wir auch langfristige Beobachtungen an Versuchsflächen, an denen die Reaktion verschiedener Bestockungen auf waldbauliche Massnahmen verfolgt werden kann. Wir brauchen ferner Beobachtungen der reinen Naturabläufe, wie sie beispielsweise an unserem Institut in den Reservaten und in der Urwaldforschung durchgeführt werden.

Langfristigkeit der waldbaulichen Forschung

Leider sind gerade solche langfristigen Forschungsvorhaben für den Forscher selbst nicht sehr attraktiv, weil sie Selbstlosigkeit verlangen und keine Berühmtheit versprechen, da die Ergebnisse erst durch die Nachfolger richtig verwertbar werden.

Darüber hinaus werden sie auch von den geldgebenden Forschungsinstanzen wenig geschätzt, da deren Forschungspolitik heute auf kurzfristig terminierte Projekte ausgerichtet ist und eine möglichst rasche Umsetzung von Forschungsgeldern in Resultate und Publikationen verlangt. Das deutliche Misstrauen gegenüber langfristigen Forschungsvorhaben wird mit der Auffassung begründet, dass solche Vorhaben als Deckmantel für alle möglichen «Forschungsphantasien» missbraucht werden können.

Um diese Antinomie in der Forschungspolitik zu erläutern, lassen Sie mich ein Beispiel aus der forstgenetischen Forschung anführen. Aus der Sicht des naturnahen Waldbaus liegt der Forschungsbedarf in erster Linie auf dem Gebiet der populationsgenetischen Provenienzforschung, genau in der Erforschung der natürlichen Baumpopulationen in ökologisch-genetischer, evolutiver Hinsicht. Die Bedeutung dieses Forschungsbereiches wurde schon um die Jahrhundertwende, vor allem durch Impulse verschiedener Waldbauer, erkannt und die Forschungsarbeit durch die Anlage von langfristigen, vergleichenden Provenienz-Versuchsflächen begonnen. Namen wie Engler, Burger, Fischer sind in der Schweiz in diesem Zusammenhang zu nennen. Heute, da diese Versuchsflächen durch die Zeitdauer der Beobachtung vortreffliche Resultate liefern könnten, selbst wenn sie aus heutiger Sicht verschiedene methodische Mängel aufweisen, werden sie von den Forstgenetikern kaum zur Kenntnis genommen, weil sich die forstgenetische Forschung inzwischen stark spezialisiert hat und sich mehr mit genetischen Artefakten, Kurztestmethoden, jungen Individuen und mehr quantitativen als qualitativen Merkmalen beschäftigt.

Versuchen wir heute einmal rückblickend zu analysieren, welche Erkenntnisse aus welchen Forschungsgebieten am meisten zum Fortschritt im Waldbau beigetragen haben. Obwohl eine solche Analyse natürlich subjektiv ausfallen muss, so müssen wir doch feststellen, dass die Ertragskunde bzw. die Waldwachstumskunde, ohne die grossen Verdienste der anderen Disziplinen, etwa der Standortskunde, schmälern zu wollen, die unmittelbarsten Impulse für die Bestandespflege wie die Walderneuerung gegeben hat. Diese Tatsache ist um so erstaunlicher, weil die Forschung auf diesem Gebiet vereinfachend für gleichförmige Bestände erarbeitet wurde und noch zu wenig für Mischbestände überprüft werden konnte.

Die traditionelle Ertragskunde, die sich lediglich mit Baumkollektiven befasst hat, dürfte heute allerdings keinen weiteren Durchbruch mehr erzielen, wenn sie nicht vermehrt auf der Ebene des Einzelbaumes innerhalb des Kollektivs arbeitet und die Wettbewerbsbedingungen, die Ernährung und weitere ökophysiologische Gegebenheiten mitberücksichtigt, gleichsam also eine umfassendere, tiefere und interdisziplinäre Forschung betreibt.

Lücken im Grundlagenwissen im Zusammenhang mit dem Waldsterben

Durch die neuerdings in ganz Europa verbreiteten Waldschäden im Zusammenhang mit der Belastung unserer Umwelt mussten wir ernüchtert feststellen, wie wenig wir eigentlich wissen, insbesondere auf den Gebieten Stressphysiologie, Ernährung der Bäume, Verteidigungsmechanismen gegen Krankheiten, Reaktionen gegenüber einwirkenden Störungen, kurzum über Gleichgewichts- bzw. Ungleichgewichtsverhältnisse der Ökosysteme.

Wir stellen heute fest, dass langfristig auch kleine, unscheinbare Modifikationen der Umwelt, etwa der Luftzusammensetzung oder auch der Bodenbeschaffenheit, eine lange, unerwartete Reihe von Konsequenzen zur Folge haben, weil Beziehungen antagonistisch wirkender Organismen, die sich unter normalen Verhältnissen in einem Gleichgewicht befinden, durch die Verschiebung der Milieubedingungen ausser Gleichgewicht geraten. Ich will auch hierzu ein erläuterndes Beispiel geben; es stammt aus einer kürzlich eingereichten Diplomarbeit. Wir wissen heute, dass die Wurzelsymbionten unserer Waldbäume, die sogenannten Mykorrhizapilze, nicht allein für die Ernährung der Bäume, sondern dank ihrer antagonistischen und antibiotischen Wirkung gegenüber pathogenen Mikroorganismen auch für die biotische Verteidigung der Bäume gegen Fäulepilze von grosser Bedeutung sind. Mit einfachen Laborexperimenten konnte *Oertle* (1985) zeigen, dass der pH-Wert des Substrates den Antagonismus zwischen verschiedenen Mykorrhizapilzen und dem Hallimasch *(Armillaria mellea),* einem bekannten Fäulepilz, entscheidend verändern kann. Abweichungen des pH-Wertes um bestimmte Werte in den sauren wie den alkalischen Bereich ändern die Wettbewerbsverhältnisse zwischen Symbiont und Pathogen in der Weise, dass der pathogene Hallimasch eine grössere Wettbewerbsfähigkeit, dass heisst möglicherweise eine erhöhte Aggressivität erhält *(Abbildung 2).*

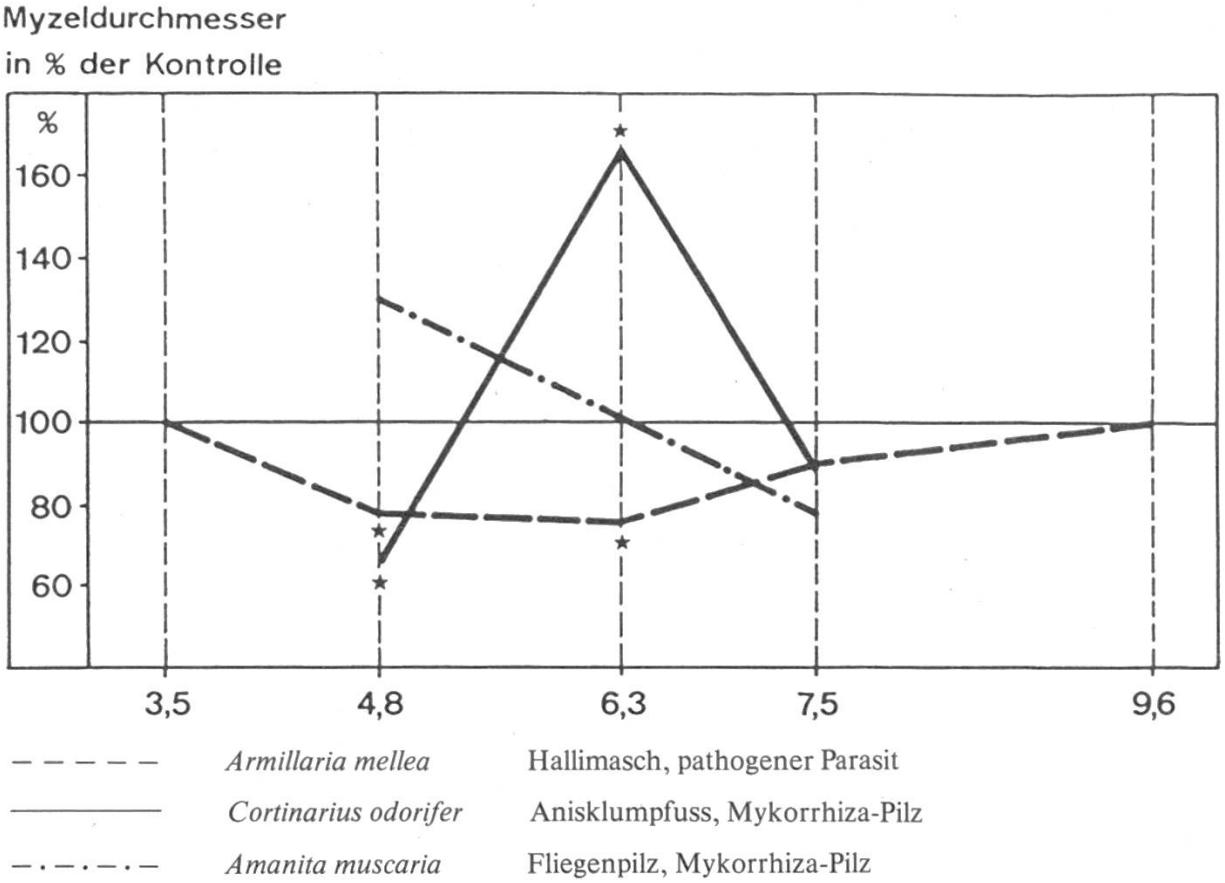

Abbildung 2. Myzeldurchmesser von jeweils in Antagonismus wirkenden Mykorrhiza-Pilzen mit dem Schwächeparasit Hallimasch, in Prozenten des Kontrolldurchmessers, nach 50 Tagen in Abhängigkeit des pH (nach *Oertle,* 1985).

Im Zusammenhang mit solchen Erkenntnissen muss die gegenwärtige Entwicklung in unseren Waldböden sehr pessimistisch beurteilt werden, weil eine fortschreitende Versauerung zu einer Steigerung der Empfindlichkeit unserer Bäume gegenüber vielen aggressiven Organismen führen könnte.

Vielleicht haben diese aus ökologischer Sicht beängstigenden Waldschäden wenigstens einen positiven Aspekt, indem sie der forstwissenschaftlichen Forschung neue Impulse für eine wesentliche Verbesserung unserer Kenntnisse geben werden. Wir haben sie nötig. Sie werden nicht nur viel Zeit, viel Geist und leider auch viel Geld erfordern. Mögen wir diese Herausforderung bewältigen.

Résumé

Caractérisation de la sylviculture naturaliste et de ses besoins en recherches scientifiques

La sylviculture naturaliste en tant que conception globale de la production et non pas seulement une vague idéologie teintée d'écologisme, peut être définie comme l'ensemble des mesures sylvicoles permettant une orientation écologiquement optimale du processus de production au sens large du terme, c'est-à-dire tenant compte également des prestations immatérielles de la forêt. On peut la caractériser par les cinq principes suivants:

1. La répartition des risques par la création de massifs forestiers composés d'essences diverses, finement mélangées, adaptées les unes aux autres et à la station.
2. L'utilisation optimale de la capacité de production de la station par l'application de soins culturaux appropriés visant non pas à maximiser la production mais à l'optimiser en tenant compte de la stabilité écologique, ou la faculté d'un écosystème à retourner rapidement à un état d'équilibre après une perturbation.
3. Le passage progressif des coupes éducatives aux interventions de régénération.
4. La régénération différée dans l'espace et le temps en ménageant le sol et le peuplement.
5. L'utilisation de la diversité génétique originelle par l'emploi de populations d'arbres adaptées à la station et génétiquement complètes.

La sylviculture naturaliste n'est réalisable que dans la mesure où le rendement financier des forêts par la production de bois de haute qualité permet de rentabiliser les investissements importants consentis pour cette production sous forme de soins culturaux, d'infrastructure, de qualité de travail et de ménagements lors de l'exploitation des bois. Cette forme de sylviculture demande donc une gestion intensive des forêts, ce que souvent bien des adeptes de principe du système ont de la peine à reconnaître.

La sylviculture naturaliste demande une parfaite connaissance des écosystèmes, de leurs mécanismes de régulation et de leurs réactions à des interventions régulatrices. En raison de la complexité des nombreuses interactions, des diverses communautés biotiques

en présence, de la durée et des différences d'échelles de leur coévolution, il n'est pas possible matériellement d'expérimenter, en tous cas pas globalement, sur des écosystèmes. La recherche sylvicole doit dans le choix de ses méthodes rechercher le juste compromis entre une appréhension déductive, par l'observation globale d'écosystèmes dans leur milieu naturel et l'approche inductive fondée sur l'expérimentation de processus et phénomènes partiels.

Literatur

Affolter, E., 1985: Zunehmende Zwangsnutzungen: Holzmarkt und Holzverwendung aus der Sicht der Waldwirtschaft. Schweiz. Z. Forstwes. *136*, 10: 805–818.

Biolley, H., 1901: Le jardinage cultural. Jour. for. suisse *52*, 6: 67–104; 7/8: 113–131.

Gurnaud, A., 1886: La sylviculture française et la méthode du contrôle: Besançon, 1886, 121 p.

Holling, C.S., 1973: Resilience and stability of ecological systems. Ann. Rev. Ecol. Syst. *4:* 1–23.

Korpel, Š., 1982: Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forests of Slovakia. Act. Facult. Forest. Zvolen, *24* (1982): 9–31.

Lorentz, M., Parade, A., 1837: Cours élémentaire de culture des bois, Mme Huzard ed., Paris et Nancy, 1837, 564 p.

Mayer, H., 1975: Die Tanne – ein unentbehrlicher ökologischer Stabilisator des Gebirgswaldes. Jahrb. Verein z. Schutz d. Alpenfl. u. Tiere.

Oertle, Ch., 1985: In-vitro-Untersuchungen zum Antagonismus zwischen *Armillariella mellea* und obligaten Mykorrhiza-Pilzen der Fichte. Diplomarbeit Abt. Forstwirtsch. ETH Zürich, Fachbereich Waldbau, 70 S., nicht veröffentlicht.

O'Neill, R. V., 1976: Paradigms of ecosystem analysis. In: Ecol. theory and ecosystem-models, S.A. Levim Ed., Indianapolis.

Orians, G. H., 1975: Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: Unifying concepts in ecology. Centre for agric. publ. docum., Wageningen.

Peterman, R. M., 1980: Influence of ecosystem structure and perturbation history on recovery process. In: (Cairns, J., The recovery process in damaged ecosystems. Ann. Arbor. Science, 1980, 167 p.).

Schädelin, W., 1926: Bestandeserziehung. Schweiz. Z. Forstwes. *77*, 1: 1–15; 2: 33–44.

Schütz, J.-Ph., 1981: Le concept d'une sylviculture de qualité est-il aujourd'hui encore économiquement défendable? Der Schweizer Förster *117* (1981), 2: 89–97.

Schütz, J.-Ph., 1981: Que peut apporter le jardinage à notre sylviculture? Schweiz. Z. Forstwes. *132*, 4: 219–242.

Schütz, J.-Ph., 1982: L'éclaircie sélective de Schädelin, évolution et pratique actuelle. Rev. For. Franç. *33*, No sp. 1981: 7–17.

Schütz, J.-Ph., 1984: Hat der naturnahe Waldbau noch eine Bedeutung in der Immissionsfrage? In: Der Wald stirbt! Forstliche Konsequenzen. Alternative Konzepte Nr. 46. H. Graf Hatzfeldt (Hrsg.), C.F. Müller Verlag, Karlsruhe 1984: 134–142.