

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	142 (1991)
Heft:	10
Artikel:	Der Forstschutz : Objekte, Probleme, Strategien
Autor:	Holdenrieder, Ottmar
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-766506

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: 17.01.2026

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Journal forestier suisse

142. Jahrgang

Oktober 1991

Nummer 10

Der Forstschutz – Objekte, Probleme, Strategien¹

Von Ottmar Holdenrieder

FDK: 44: 48: 945.3/4

Bäume sind wesentliche Komponenten unserer Umwelt, so wesentlich, dass sie sogar in unsere Innenwelt hineinwirken. Kunst, Mythen und Psychologie belegen dies (vgl. *B. Weyergraf*, 1987). Bäume sind nämlich eindrucksvoll: Dies macht den Umgang mit ihnen faszinierend.

Bäume sind Lebewesen, sie entwickeln sich, sie reagieren auf verschiedene Umweltreize, sie können erkranken, und sie müssen auch sterben. Bäume bilden Wälder, die vom Menschen genutzt werden. Sofern dies mit Überlegung und langfristig geschieht, bezeichnet man sie als Wirtschaftswälder oder Forsten. Dies ist – zumindest in Europa – fast stets der Fall: Wald und Forst sind weitgehend zu Synonymen geworden.

Sobald aber ein Nutzungsinteresse besteht und dieses – durch welche Gefahren auch immer – bedroht erscheint, entwickelt der Mensch Verfahren, welche die Erfüllung seiner Ansprüche sichern sollen. Aus dieser Situation wurde auch der Forstschutz geboren.

Die Entwicklung des Forstschutzes

Der Forstschutz hat eine ungewöhnliche Geschichte: Über Jahrhunderte wurde praktisch ausschliesslich der Mensch als «Waldschädling» betrachtet und seine Aktivitäten durch polizeiliche Massnahmen eingeschränkt (vgl. *A. Schwappach*, 1913). Konkreter Anlass für die Wandlung in eine – angewandte – biologische Wissenschaft waren dann die Kalamitäten infolge von Massenvermehrungen verschiedener Insekten, die in den Monokulturen des 18. und 19. Jahrhunderts in Mitteleuropa reichlich Nahrung fanden. Eine Forstentomologie, begründet durch das Werk von *J. T. C. Ratzeburg* (1801–1871) entwickelte sich. Diese fand nach einer Phase des Klassifizierens relativ schnell zu einer ganzheitlichen, ökologisch ausgerichteten Betrach-

¹ Überarbeitete Fassung der Einführungsvorlesung vom 18. Februar 1991 an der ETH Zürich.

tungsweise. Bereits 1866 schlug *Ratzeburg* vor, die einseitig technische Aspekte betonende Bezeichnung Forstschutz durch den Begriff «Dendro-Pathologie» zu ersetzen (vgl. *F. Schwerdtfeger*, 1935).

Bald nach den Insekten wurde die grosse Bedeutung der Pilze erkannt. Diese treten nicht nur als Krankheitserreger auf, sondern sie sind ganz wesentliche Komponenten der Lebensgemeinschaft Wald, ohne die diese nicht existieren könnte. Hier ist vor allem Robert Hartig (1839–1901) zu nennen, der «Vater der Forstpathologie» (*H. Götze et al.*, 1989). Sein präzise formuliertes Werk über wichtige Pilzkrankheiten (*R. Hartig*, 1874) und sein berühmtes Lehrbuch (*R. Hartig*, 1900) sind heute noch lesenswert. Auch dieser Zweig des Forstschutzes entwickelte sich zu einem weitgehend eigenständigen Fach, der Forstmykologie.

Etwa gleichzeitig entstand, als Folge der durch die Industrialisierung verursachten Immissionsschäden, eine Forstliche Rauchschadensforschung. Die 1908–1916 von *H. Wislicenus* herausgegebene «Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden» ist ein eindrucksvoller Beleg dafür. In neuerer Zeit hat dieses Teilgebiet des Forstschutzes als Forstliche Immisionsforschung aufgrund des Waldsterbens starke Entwicklungsimpulse erhalten. Ebenfalls relativ neu hinzu kam die Erforschung von Bakterien- und Viruserkrankungen bei Waldbäumen.

In der Schweiz wird der Forstschutz als Lehrfach bereits seit 1864 an der ETH gelesen und seit dem letzten Jahr existiert eine eigene Professur für Forstschutz und Dendrologie, die fünf ständige Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen umfasst.

Die Aufgaben des Forstschutzes

Der Forstschutz als Naturwissenschaft will Krankheiten von Waldbäumen und letztlich auch Krankheiten des ganzen Waldes erkennen, ihr Zustandekommen verstehen und schliesslich Strategien entwickeln, wie diese Krankheiten vermieden oder geheilt werden können. Diese Strategien sollen ökologisch, ökonomisch und sozial verträglich sein. Strategisch handeln bedeutet überlegt handeln, von einer möglichst sicheren Wissensbasis aus handeln. Damit hat das Fach den Charakter einer – naturwissenschaftlich fundierten – Medizin mit den «tragenden Säulen» Ursachenforschung (Aetiologie, Pathologie), Krankheitserkennung (Diagnostik) und Behandlung (Therapie) bzw. Vorbeugung (Prophylaxe). Deshalb erscheint es eigentlich angemessener, von einer Forstlichen Phytomedizin zu sprechen, als von Forstschutz – ein Begriff, der, ähnlich wie Pflanzenschutz, die prophylaktische bzw. therapeutische Seite etwas zu sehr in den Vordergrund stellt (vgl. *G. M. Hoffmann et al.*, 1985: 13–14, *F. Schwerdtfeger*, 1981:22). Der Begriff «Forstschutz» hat aber die längste Tradition und benennt treffend das Ziel

der Bemühungen dieses Faches; er soll deshalb hier beibehalten werden. Seine anderen Seiten dürfen jedoch darüber nicht in Vergessenheit geraten.

Bedingt durch die Vielfalt der möglichen Krankheitsursachen ist der Forstschutz naturgemäß ein sehr vielseitiges Fach, das neben den biologischen Grundlagen (Physiologie, Genetik, Morphologie, Ökologie usw.) Teile der Spezialgebiete Botanik, Mykologie, Bakteriologie, Virologie und Zoologie integriert.

Die Objekte des Forstschutzes

Die Objekte, mit denen wir uns im Forstschutz beschäftigen, sind natürlich in erster Linie einmal Bäume und Wälder, zum anderen aber die Krankheitserreger oder Pathogene, wozu auch unbelebte oder abiotische Faktoren wie Trockenheit, Frost oder Luftverschmutzung zählen.

Bäume

Bäume sind Pflanzen. Aber Bäume sind keine Kartoffeln. Die Bäume gehören zu den grössten Organismen auf diesem Planeten. Sie können eine Höhe von deutlich über 100 m erreichen, zum Beispiel der australische *Eucalyptus regnans* F. v. Muell. oder die kalifornische *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. (*Forest Commission, o. J.*).

Bäume leben sehr lange: Bei der kalifornischen Kiefer *Pinus longaeva* D. K. Bailey ist ein Alter von 4600 Jahren belegt (*E. Strasburger et al., 1983: 784*). Wie macht der Baum das? Bäume – zumindest solche mit sekundärem Dickenwachstum – bleiben immer «jung»: Aus besonderen Geweben, die sich unaufhörlich teilen können – den Spitzenmeristemen und dem Kambium –, entstehen immer neue Triebe und Wurzeln sowie Rinde und Holz. Die innersten und die äussersten Gewebe sterben mit der Zeit ab, es bildet sich Kernholz und Borke. Vereinfacht lässt sich sagen: Ein Baum besteht aus vielen übereinanderliegenden Schichten, von denen nur einige an der Peripherie liegende leben. Dies bedeutet unter anderem, dass Bäume Schäden – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nicht heilen können. Sie können geschädigte Gewebe nur abgrenzen und an anderer Stelle durch neue ersetzen. Ihre Gestalt kann sich dabei stark verändern. Bäume sind also «plastisch».

Bäume – präziser: Populationen von Waldbäumen – sind «wild», das heisst, sie sind meist nicht oder nur wenig genetisch manipuliert. Bäume können auch – und sehr wahrscheinlich sogar besser – ohne den Menschen existieren. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu allen Kulturpflanzen. Bäume sind deshalb vielfältig in ihrer Gestalt, aber auch in ihrem Reaktions-

vermögen gegenüber der Umwelt – und das auch innerhalb derselben Art. Selbst an einem einzelnen Baum-Individuum kann über Mutationen an Spitzenmeristemen, die sich zu Zweigen entwickeln, genetische Vielfalt entstehen. Ein grosser Baum besitzt etwa 10 000 bis 100 000 solcher «Spitzen», die sich mehr oder weniger «individuell» verhalten. Der unterschiedliche Befall einzelner Kronenteile durch Krankheitserreger oder Insekten lässt sich zumindest zum Teil so verstehen (J. Cherfas, 1985).

Experimentieren mit Bäumen ist schwierig: Bäume kann man nicht ins Labor holen. Und wenn es ginge, müssten es viele sein. Grösse, Langlebigkeit und Vielfalt erschweren Diagnose, Ursachenforschung und Therapie gleichermaßen. Im Forstschutz sind Skalpell und Mikroskop ebenso wichtige Werkzeuge wie Motorsäge und Luftbild. Und nicht zuletzt: Bäume reagieren langsam. Ohne Geduld kann man sich ihnen wissenschaftlich nicht nähern.

Doch nicht nur Bäume sind Objekte des Forstschutzes, sondern ebenso auch ihre Begleitorganismen, was hier am Beispiel der Pilze veranschaulicht werden soll:

Pilze

Im Forstschutz denken wir bei Pilzen natürlich zuerst an ihre Bedeutung als Krankheitserreger. Aber doch können Bäume ohne Pilze nicht leben. Dies gilt nicht nur für die als Mykorrhiza bekannte Symbiose zwischen Pilzen und Wurzeln, sondern nach neueren Erkenntnissen sehr wahrscheinlich auch für andere Pilze, die parasitisch und zum Teil auch saprophytisch in verschiedenen pflanzlichen Geweben leben, ohne dort sichtbare Krankheitssymptome zu erzeugen. Solche Organismen nennt man Endophyten. Sie können durch ihre Stoffwechselprodukte zum Beispiel Blätter vor Insektenfrass oder Infektion durch Krankheitserreger schützen (G. C. Carroll, 1988). Durch ihre Eigenschaft, absterbende Gewebe sehr rasch zu besiedeln, entziehen sie anderen, möglicherweise pathogenen Organismen die Nahrungsgrundlage. Dies ist zum Beispiel bei dem in der Ulmenrinde lebenden Pilz *Phomopsis* sp. der Fall, welcher die Entwicklung der Larven des Kleinen Ulmensplintkäfers (*Scolytus multistriatus* Mrsh.) verhindert. Der Käfer kann so die Krankheit nicht weiterverbreiten, und eine biologische Bekämpfung des Ulmensterbens durch den gezielten Einsatz des Pilzes wird vorstellbar (J. Webber, 1981).

Es ist geradezu unmöglich, aus pflanzlichen Geweben keine Pilze zu isolieren. Endophyten können in gesunden wie in kranken Pflanzenteilen vorkommen. Ist letzteres der Fall, dann ergeben sich Probleme: Ist der Pilz wirklich für die Krankheitssymptome verantwortlich oder nicht? Die Diskussion um die Rolle von Pilzen bei Nadel- und Blattverlusten an unseren Waldbäumen ist in diesem Zusammenhang zu sehen (P. Schütt, 1985, H. Butin und C. Wagner, 1985). Gesunde Pflanzen wurden selten auf Mikroorganismen unter-

sucht, und so blieb dieses für die Phytopathologie sehr wichtige Phänomen lange unbeachtet.

Pilze sind nicht immer klein. Manche Pilz-«Individuen» können wahrscheinlich mindestens ebenso gross und alt werden wie Bäume, aber man sieht sie nicht, da sie als feines Geflecht im Erdboden verborgen sind. Nur selten zeigen Hexenringe oder auch Gruppen absterbender Bäume, die von einem Myzel infiziert wurden, die Grösse von solchen Pilzthalli an. Heute ist es möglich, die Grösse der einzelnen Individuen wichtiger Pilze im Wald mit genetischen Methoden zu erfassen. Wir lernen aus solchen Untersuchungen, ob sich der Pilz über den Boden oder durch Sporenflug ausbreitet, wie alt er wird und welchen Einfluss Störungen, zum Beispiel durch die Holzernte oder durch Naturkatastrophen, auf die Populationen ökologisch wichtiger Pilzarten haben.

Pilze haben somit durchaus eine makroskopische Dimension. Die Strukturen der Pilze aber, mit denen sie Pflanzen infizieren oder anhand derer sie bestimmt werden können, sind meistens sehr klein und nur mit sehr guten Mikroskopen erkennbar. Dies gilt natürlich auch für die anderen Mikroorganismen. Wer sich mit Forstschutz beschäftigt, muss also die Fähigkeit entwickeln, in Extrembereichen zu beobachten: ganz gross und ganz klein.

Pilze kann man im Gegensatz zu Bäumen in das Labor holen. Von Ausnahmen abgesehen, wachsen die meisten davon auf künstlichen Nährböden relativ gut. Aber – wie andere Mikroorganismen auch – verlieren sie dabei häufig ihre pathogenen Eigenschaften. Auch Wissenschaftler können im Labor den Blick für den Wald verlieren. Auf sorgfältige Beobachtungen am natürlichen Standort kann deshalb in unserem Fach auf keinen Fall verzichtet werden.

Ähnlich wie Bäume sind auch Pilze sehr variabel: Viele bilden Komplexe aus verschiedenen Biotypen oder mehreren morphologisch schwer unterscheidbaren «biologischen Arten», die sich ökologisch sehr unterschiedlich verhalten können. In den letzten Jahren konnte dies für viele bedeutende Forstpathogene belegt werden, zum Beispiel für den oft als «Killerpilz» auftretenden Hallimasch, den Porling *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. als wichtigstem Kernfäuleerreger der Fichte, für *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet, die ein Triebsterben an Nadelgehölzen verursacht sowie die Erreger der Ulmenwelke und des Esskastanienkrebses. Als Konsequenz für das Arbeiten mit solchen vielgestaltigen Organismen ergibt sich: Ein Pilz ist kein Pilz. Wenn wir auch nur über eine einzige Pilzart Aussagen machen wollen, die im Wald auch gültig sind, dann müssen wir mit vielen Isolaten arbeiten. Dies erhöht den Aufwand beträchtlich.

Der Forstschutz befasst sich nicht nur mit Bäumen und ihren Pathogenen, sondern auch mit Wäldern. Ein Wald ist weit mehr als eine Ansammlung von Bäumen. Wälder sind Ökosysteme oder Geobiozönosen, reich strukturierte natürliche Einheiten aus unbelebter Umwelt und einer Vielzahl von Lebewesen – nicht nur Bäumen und Pilzen. Auch Ökosysteme durchlaufen eine Entwicklung, und sie können sich krankhaft verändern (*D. J. Rapport et al.*, 1985). Diese Veränderung in Struktur und Funktion kann so weit gehen, dass man durchaus von «Sterben» sprechen kann. Als offene Systeme sind sie anfällig für Störungen von aussen, zum Beispiel durch eingeschleppte Krankheitserreger oder durch Luftverschmutzung. Aber wir sollten auch akzeptieren, dass kranke Organismen ein durchaus normaler Bestandteil des Ökosystems sein können (*J. Kranz*, 1990). Der Forstschutz darf nicht vor einzelnen kranken Bäumen den Wald übersehen – und umgekehrt!

Was ist Krankheit?

Der Forstschutz befasst sich mit Krankheiten – von Bäumen wie von Wäldern. Krankheit – was ist das eigentlich? Krankheit ist eine Abweichung vom Normalen, eine Veränderung eines als wünschenswert angesehenen Zustandes. Eine allgemein gültige Definition gibt es nicht. Für Pflanzenkrankheiten möchte ich folgende Definition vorschlagen (nach *R. G. Grogan*, 1987):

«Krankheit ist eine Verschlechterung des normalen Zustandes eines Lebewesens oder irgendeines seiner Bestandteile, welche den Ablauf der Lebensvorgänge unterbricht oder verändert. Krankheit ist eine Reaktion auf Umweltbedingungen, Krankheitserreger, innere Defekte oder Kombinationen dieser Faktoren.»

Doch auch diese Definition leidet unter dem grundsätzlichen Problem aller Krankheitsauffassungen: Was ist normal? Zwischen dem Gesunden oder Normalen und dem offensichtlich Pathologischen liegt ein breiter Übergangsbereich. Eine Grenzziehung ist hier stets mehr oder weniger willkürlich. Als aktuelles Beispiel dafür kann die Diskussion um eine Bewertung der verschiedenen «Schadklassen» beim Waldsterben gelten. Für unsere Betrachtung erscheint wichtig:

Einmal kann das Normale nicht allein aus den aktuellen Mehrheitsverhältnissen abgeleitet werden. Krankheiten, die alle Mitglieder einer Population erfassen – wie dies bei der grossräumigen Einwirkung von Giften der Fall sein kann –, können so nicht erkannt werden. Hier sind sorgfältige Beobachtungen über längere Zeiträume erforderlich. Ein Kranker wird nicht dadurch gesund, weil alle gleichzeitig an derselben Krankheit leiden.

Zum anderen ist die Norm nicht unveränderlich. Es ist eine wesentliche Eigenschaft des Lebens, dass es reagieren kann. Je nach Art und Zustand des Organismus ist eine Anpassung an veränderte Umweltbedingungen in mehr oder weniger grossem Ausmass möglich. Nach erfolgter Anpassung ergibt sich ein neuer Normalzustand. Je gesünder ein Lebewesen ist, desto grösser ist dieser Spielraum. Die Fähigkeit, normativ wirken zu können, ist ein wesentliches Kennzeichen des Normalen – oder, man könnte auch sagen: «Gesundheit schliesst die Möglichkeit ihres Missbrauches mit ein» (*G. Can-guilhem*, 1978).

Wir kommen damit zu einem wichtigen Problem, nämlich der Beziehung zwischen Krankheit und Stress. Bereits die natürliche Umwelt unterliegt zufälligen und zyklischen kurz- und langfristigen Veränderungen. Diese belasten Lebewesen und verursachen «Stress».

Besonders langlebige und standortsgebundene Organismen wie Bäume, die ja vor Störreizen nicht flüchten können, haben wirksame Methoden entwickelt, um sich an Umweltveränderungen anzupassen. Ein daraus sich ergebender Belastungszustand oder «Stress» ist somit – sofern er ein gewisses Mass nicht übersteigt – eine durchaus normale Begleiterscheinung des Lebens und sogar ein notwendiger «Trainingsanreiz»: Der Organismus ist nach der Belastung gesünder als vorher (*W. Larcher*, 1987). Aber trotzdem ist jede solche Anpassungsleistung an eine Belastung mit dem Verbrauch von Energiereserven verbunden. Diese stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung. Sowohl die kurzzeitige Einwirkung starker Belastungen als auch die langdauernde Einwirkung schwacher Belastungen (zum Beispiel chronische Vergiftung) kann letztlich zum Verbrauch der Reserven und damit zur Krankheit und zum Zusammenbruch des Systems führen (vgl. *H. Tesche*, 1989). Außerdem schränkt bereits die Anpassung an schwache Belastungen die Reaktionsfähigkeit des Baumes gegenüber neu hinzukommenden Belastungen ein. Wir wissen nicht, wie sehr der Baum bereits durch die natürlichen Stressfaktoren (Jahreszeiten, Witterung, Parasiten, Konkurrenz) «ausgelastet» ist und inwieweit er über Reserven zur Anpassung an neue, anthropogene Belastungen verfügt. So konnten zum Beispiel *M. Dotzler* und *P. Schütt* (1990) nachweisen, dass durch die Einwirkung von relativ geringen Konzentrationen Schwebeldioxid und Ozon auf junge Fichten noch sechzehn Monate nach dem Ende der Begasung die Anfälligkeit der Pflanzen gegen Trockenheit erhöht war. Neue Stressoren können auf längere Sicht eine Selektionswirkung entfalten, was auf Populationsebene zum Verlust wichtiger genetischer Informationen führen kann – ein Problem, dessen enorme biologische Bedeutung erst seit kurzem bekannt ist (*H.-R. Gregorius et al.*, 1985). Der Mensch verändert in für Bäume sehr kurzer Zeit das chemische Klima dieses Planeten in erheblichem Ausmass. Es erscheint deshalb sehr sinnvoll, solche unsichtbaren Veränderungen als latente Schäden ernst zu nehmen (*T. Keller*, 1977).

Stress geht unmerklich in Krankheit über. Jede Belastung erhöht das

Risiko. Das Verständnis der Anfälligkeit oder Abwehrbereitschaft des Baumes in Abhängigkeit von inneren und äusseren Faktoren (Genetik und Umwelt) ist eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung wirksamer Forstschutz-Strategien. Es kann noch viel interessanter sein, herauszufinden, warum ein Baum gesund bleibt, als zu erforschen, warum er krank wird.

Aktuelle Forstschutzprobleme

Das aktuellste forstpathologische Problem ist sicher das Waldsterben. Ich möchte diese von P. Schütt eingeführte Bezeichnung für die besorgnis-erregende Veränderung des Zustandes vieler Wälder der Nordhemisphäre beibehalten, solange nicht wirklich bewiesen ist, dass es sich hierbei doch um natürliche Fluktuationen handelt. Eine exakte Erklärung für das Phänomen haben wir noch nicht, aber wir wissen: Ökosysteme können – auch nach einer vielleicht mehrere Jahrzehnte dauernden Phase der Anpassung – relativ schnell «umkippen». Als relativ gut erforschtes Beispiel seien die bei der Versauerung von Gewässern ablaufenden Prozesse genannt (*B. Lenhart und C. Steinberg, 1984*).

Durch das Waldsterben hat der Forstschutz eine neue Dimension erhalten. Die forstpathologische Forschung muss sich zunehmend ökologischer Methoden bedienen und ökologisches Denken integrieren. Ein neues Fach ist im Entstehen begriffen, welches als Ökosystem-Pathologie bezeichnet wird (*W. H. Smith, 1984*). Damit hat der Forstschutz endgültig die Grenze des einzelnen Forstbetriebes, ja sogar die Grenzen des einzelnen Landes überschritten. Wenn das Problem primär wirklich auf Luftverschmutzung zurückzuführen ist – und einiges spricht dafür (*W. H. Smith, 1990*) –, dann kann eine Lösung nur durch internationale Anstrengungen zur Luftreinhaltung erfolgen. Von solchen Massnahmen sind aber viele Menschen ausserhalb des Waldes betroffen. Diese artikulieren natürlich ihre Interessen und versuchen sie durchzusetzen. Der Forstschutz ist so in das Spannungsfeld der Politik geraten.

Die Forschung wird in diesem Zusammenhang mit dem «Red-Herring»-Phänomen konfrontiert. Als «Red Herring» bezeichnet man die gezielte Einführung einer Hypothese, für deren Richtigkeit jedoch keine überzeugenden Hinweise vorliegen. Die Beweislast wird so dem Gegner zugeschoben mit dem Ziel, dort Kräfte zu binden und selbst Zeit zu gewinnen (*M. Havas et al., 1984*). Die Forschung in unserem Fach wird dadurch stimuliert – und das ist im Prinzip gut so. Wenn wir dabei aber unser Ziel – und das ist der wirksame Schutz des Waldes – nicht aus den Augen verlieren wollen, dann darf die Forschung nicht zum Alibi werden. Wir sollten also die Qualität der Fragen sorgfältig prüfen, bevor wir versuchen, Antworten zu geben. Und wenn wir

Ergebnisse vorlegen, sollten wir deren Bedeutung selbst klar genug diskutieren, so dass ein Missbrauch nach Möglichkeit ausgeschlossen werden kann.

Von unserer Seite könnten hier zum Beispiel Beiträge zur Klärung der Rolle von potentiellen biotischen Krankheitserregern, wie Endophyten und Schwächerparasiten, geliefert werden. Die Dendrologie spielt eine wichtige Rolle bei der Klärung der Frage: Was ist eigentlich normal, und wie können Krankheitssymptome objektiviert werden? Ein Ansatz hierzu ist die genaue Untersuchung der Verzweigungsmuster und der Mechanismen des Blattabwurfes (Gruber, 1990) oder des Einflusses der Blüte auf die Kronenstruktur von Waldbäumen (D. Lüscher und M. Sieber, 1988; D. Lüscher, 1990). Auch die Weiterentwicklung dendroökologischer Verfahren, mit denen die im Holz bzw. im Jahrring gespeicherte Information erschlossen wird (H. C. Fritts und T. W. Swetnam, 1989), kann hier wichtige Erkenntnisse bringen: So gelang T. Kurkela und R. Jalkanen (1990) die Entwicklung einer Methode, die es erlaubt, bei Kiefern den Benadelungszustand vergangener Jahre zu rekonstruieren.

Doch über der Komplexkrankheit Waldsterben dürfen die alten Probleme oder «klassischen» Krankheiten nicht in Vergessenheit geraten. Immerhin sind sie es, welche den grössten ökonomischen Schaden verursachen. Eines der grossen «klassischen» Probleme ist die Holzfäule am lebenden Baum. Fäulen treten meist erst Jahrzehnte nach der Infektion in Erscheinung. Infolge der Mechanisierung der Waldarbeit erhöht sich das Verletzungsrisiko der Bäume und damit das Risiko von Wundinfektionen. Die wichtigsten Fäuleerreger – der Wurzelschwamm *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. und der Hallimasch (*Armillaria spp.*) – sind jedoch auf Wunden gar nicht angewiesen. Trotz umfangreicher Forschungsarbeiten seit den Anfängen unseres Faches gelang hier erst in den letzten Jahren eine wichtige Entdeckung: Beide Pilze umfassen mehrere, genetisch völlig voneinander getrennte Sippen mit unterschiedlicher Pathogenität (vgl. O. Holdenrieder, 1989). Viele der älteren, einander oft widersprechenden Berichte werden so verständlich.

Sowohl den Hallimasch als auch den Wurzelschwamm kann man geradezu als Kulturfolger bezeichnen, da sie bevorzugt Baumstümpfe befallen, die ja in dieser Form nur im Wirtschaftswald vorkommen. Von dort aus infizieren sie lebende Bäume. Wenn wir biologische Strategien zur Bekämpfung dieser Fäuleerreger entwickeln wollen, müssen wir auch das Verhalten ihrer möglichen Gegenspieler kennen. Solche Untersuchungen führten bereits zum Erfolg: J. Rishbeth entwickelte ein wirksames und auch praktikables Verfahren zur Vorbeugung gegen einen Befall der Kiefer durch *Heterobasidion annosum*. Ein antagonistischer Pilz (*Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. wird hierbei auf die Stümpfe inokuliert, und der Parasit kann diese nicht mehr infizieren (J. W. Greig, 1976). Für die Fichte wäre ein analoges Verfahren wünschenswert; erste Ansätze dazu existieren bereits (J. J. H. Kirby et al., 1990).

Die Tatsache, dass ein Problem alt ist und vielleicht sogar von der Praxis als Schicksal akzeptiert wird, darf uns ebensowenig von der Beschäftigung damit abschrecken wie der Umstand, dass sich schon viele Kollegen und Kolleginnen daran die Zähne ausgebissen haben.

Aber auch neue Krankheiten treten auf: Geographische Isolation ist ein ähnlich wichtiger Evolutionsfaktor wie Selektion. Organismen können sich nur dann an einen Erreger anpassen, wenn sie damit konfrontiert sind. War das bisher nicht der Fall, kann ein von aussen neu eingeschleppter Erreger eine Epidemie auslösen. Die Verschleppung von Mikroorganismen ist ein grosses forstpathologisches Problem: Die Ulmenwelke, der Strobenrost und der Kastanienkrebs sind klassische Beispiele dafür. Weitere Epidemien werden sicher folgen.

Doch selbst wenn eine Epidemie auftritt, gibt es noch Hoffnung: Auch Krankheitserreger können erkranken. Viele Pilze können von virusartigen Erregern infiziert werden. Manchmal führt das dazu, dass die Pilze ihre pathogenen Eigenschaften verlieren: Für den vom Pilz befallenen Baum bedeutet das Heilung. So gibt es beim Kastanienkrebs eine aggressive und eine «*kranke*», nicht aggressive Form. Die Krankheit kann künstlich auf den aggressiven Pilz übertragen werden, was jedoch nicht ganz einfach ist (*G. Bazzigher et al.*, 1981). So wird zur Zeit versucht, die neuerdings vom Kastanienkrebs befallenen Bestände auf der schweizerischen Alpennordseite (*U. Heiniger und B. Stadler*, 1990) mit Hilfe eines solchen biologischen Verfahrens zu retten (M. Bissegger, WSL, pers. Mitt.).

Lehre und Forschung

Information, das heisst adäquate Ausbildung von Forst-Fachleuten, ist ein ebenso wichtiges Mittel zur Bekämpfung von Waldkrankheiten wie die Entwicklung neuer Vorbeugungs- und Behandlungsstrategien. Jeder Forstmann und jede Forstfrau sollte in der Lage sein, rechtzeitig zu erkennen, wenn etwas Ungewöhnliches auftritt, und angemessen zu reagieren. Dazu muss das Normale, das heisst auch die «üblichen» Krankheiten bekannt und eine ausgeprägte Fähigkeit zur Naturbeobachtung vorhanden sein (vgl. *R. G. Grogan*, 1981).

In der Lehre werden wir versuchen, sowohl die wichtigsten Zusammenhänge darzustellen als auch ausreichende Formenkenntnisse zu vermitteln. Dies soll in anschaulicher Form und soweit wie möglich am lebenden Objekt erfolgen. Der Forstschutz – und in gleicher Weise die Dendrologie – haben dabei das Glück, sich mit ausserordentlich schönen Objekten befassen zu dürfen. Und oft ist das Pathologische noch interessanter als das Normale. Hier möchten wir versuchen, die eigene Begeisterung weiterzugeben und bei

den Studierenden die Fähigkeit zur selbständigen, präzisen und sinnlichen Naturbeobachtung und damit auch zur Freude an der Natur zu entwickeln. Lernen kann optimal nur aktiv und im angstfreien Raum erfolgen. Wir bemühen uns, die Voraussetzungen dafür zu schaffen. Dies gilt auch für die Berücksichtigung sprachlicher Probleme.

Lehre ohne Forschung macht an einer Hochschule wenig Sinn. Forschung kann man umschreiben als «Entdeckung, Erprobung und Bewertung neuer Wirkungsprinzipien und Handlungsmöglichkeiten». Wirklich Neues kann aber nur durch Zufall entstehen, nicht durch gesetzmässigen Zwang (*H. Markl*, 1980). Das heisst, man muss sich überraschen lassen können und bereit sein, auch gelegentlich einen Flop zu akzeptieren. Kreativität ist also gefragt. Aber man muss die Voraussetzungen dafür schaffen, dass sie sich entfalten kann – und das kann harte Arbeit bedeuten (*C. Loehle*, 1990).

Für die Forschung im Bereich Forstschutz ist klar, dass die Vielfalt dieses Faches beim heutigen Stand des Wissens nicht mehr von einer Person kompetent vertreten werden kann. Wir müssen uns entscheiden, einen Bereich konsequent zu bearbeiten, und ich habe mich für Pilze entschieden, nicht nur weil diese wunderschön sind, sondern auch weil sie forstlich eine grosse Bedeutung haben. Dies heisst aber keinesfalls, dass auf die Zusammenarbeit mit anderen Fachgebieten verzichtet werden könnte. Im Gegenteil: Komplexe Zusammenhänge lassen sich nur durch kondisziplinäres Arbeiten (im Sinne von *H. H. Schmid*, 1990) verstehen. Wir würden zum Beispiel gerne wissen, wie Pilze auf biochemischer Ebene miteinander kommunizieren – und dies natürlich mit dem Hintergedanken, uns gezielt einzumischen.

Wir sollten uns aber dabei bewusst bleiben, dass die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse nicht nur segensreich, sondern auch furchtbar sein kann und dies vor allem, weil Wissenschaft auch käuflich ist. Der Forstschutz ist eine relativ harmlose Wissenschaft, die sich aber doch gelegentlich in der Rolle des Arztes findet, von dem ein suchtkranker Patient die Unterdrückung der Symptome, nicht aber die Behandlung der Ursache erwartet. Das Vertrauen in die Wissenschaft ist in vielen Bereichen und zum Teil aus gutem Grund geschwunden. Der Forstschutz hat hier – zum Glück – noch viel zu verlieren. Wir möchten dazu beitragen, dass es so bleibt.

Résumé

La protection forestière – objets, problèmes, stratégies

On présente, après un court aperçu historique de l'évolution de la protection forestière, la structure de la branche de même que les propriétés caractéristiques de ses principaux objets. Arbres et champignons servent d'exemples pour expliquer les pro-

blèmes qui en découlent. On discute les concepts de maladie et de stress. Les problèmes de protection forestière que sont la mort des forêts, les pourritures sur l'arbre vivant et l'importation d'agents pathogènes permettent de parler des progrès actuels de la recherche et des possibilités de solution.

Traduction: *Michel Arnaboldi*

Literatur

- Bazzigher, G., Kanzler, E., Kübler, Th.* (1981): Irreversible Pathogenitätsverminderung bei *Endothia parasitica* durch übertragbare Hypovirulenz. *Eur. J. For. Path.* 11, 5–6: 358–369.
- Butin, H., Wagner, Ch.* (1985): Mykologische Untersuchungen zur «Nadelröte» der Fichte. *Forstw. Cbl.* 104, 178–186.
- Canguilhem, G.* (1978): *Essay on some problems concerning the normal and the pathological*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- Carroll, G. C.* (1988): Fungal endophytes in stems and leaves: From latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology*, 69, 1: 2–9.
- Cherfas, J.* (1985): When is a tree more than a tree? *New Scientist* 20 June 1985: 42–45.
- Dotzler, M., Schütt, P.* (1990): Long lasting effects of O₃ and SO₄ on the sensitivity to drought in two clones of *Picea abies* (L.) Karst. *Eur. J. For. Path.*, 20: 59–63.
- Eamus, D., Jarvis, P. G.* (1989): The direct effects of increase in the global atmosphere CO₂-concentration on natural and commercial temperate trees and forests. *Adv. Ecol. Res.* 19: 1–55.
- Fritts, H. C., Swetnam, T. W.* (1989): Dendroecology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments. *Adv. in Ecol. Res.*, 19: 111–180.
- Götze, H., Schultze-Dewitz, G., Liese, W.* (1989): Zum 150. Geburtstag von Robert Hartig. *Beitr. Forstwirtschaft* 23, 2: 92–97.
- Gregorius, H.-R., Hattemer, H. H., Bergmann, F., Müller-Starck, G.* (1985): Umweltbelastung und Anpassungsfähigkeit von Baumpopulationen. *Silvae Genet.* 34, 6: 230–241.
- Greig, J. W.* (1976): Biological control of *Fomes annosus* by *Peniophora gigantea*. *Eur. J. For. Pathol.* 6: 65–71.
- Grogan, R. G.* (1981): The science and art of plant-disease diagnosis. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19: 333–351.
- Grogan, R. G.* (1987): The relation of art and science of plant pathology for disease control. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25: 1–8.
- Gruber, F.* (1990): Verzweigungssystem, Benadelung und Nadelfall der Fichte (*Picea abies*). *Contributiones Biologiae Arborum*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 136 S.
- Hartig, R.* (1874): Wichtige Krankheiten der Waldbäume, Beiträge zur Mycologie und Phytopathologie, Verlag Julius Springer, Berlin, 127 S.
- Hartig, R.* (1900): Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, für Botaniker, Forstleute, Landwirthe und Gärtner, 3. Aufl., Verlag Julius Springer, Berlin, 324 S.
- Havas, M., Hutchinson, T. C., Likens, G. E.* (1984): Red herrings in acid rain research. *Environ. Sci. Technol.*, 18, 6: 176–186.
- Heiniger, U., Stadler, B.* (1990): Kastanienkrebs auf der Alpennordseite. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 141, 5: 383–388.
- Hoffmann, G. M., Nienhaus, F., Schönbeck, F., Weltzien, H. C., Wilbert, H.* (1985): Lehrbuch der Phytomedizin, 2. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 488 S.
- Holdenrieder, O.* (1989): *Heterobasidion annosum* und *Armillaria mellea* s. l.: Aktuelle Forschungsansätze zu zwei alten forstpathologischen Problemen. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 140, 12: 1055–1067.
- Keller, T.* (1977): Begriff und Bedeutung der «latenten Immissionsschädigung». *Allg. Forst- und J.-Ztg.* 148, 6: 115–120.
- Kirby, J. J. H., Stenlid, J., Holdenrieder, O.* (1990): Population structure and responses to disturbance of the basidiomycete *Resinicium bicolor*. *Oecologia*, 85: 178–184.
- Kranz, J.* (1990): Tansley Review No. 28: Fungal diseases in multispecies plant communities. *New. Phytol.*, 116: 383–405.

- Kurkela, T., Jalkanen, R. (1990): Revealing past needle retention in *Pinus* spp. Scand. J. For. Res. 5, 4: 481–485.
- Larcher, W. (1987): Stress bei Pflanzen. Naturwissenschaften 74: 158–167.
- Lenhart, B., Steinberg, C. (1984): Limnochemische und limnobiologische Auswirkungen der Versauerung von Oberflächengewässern. Eine Literaturstudie. Bay. Landesamt f. Wasserwirtschaft. Informationsbericht 4/84, 210 S.
- Loehle, C. (1990): A guide to increased creativity in research — inspiration or perspiration? BioScience 40, 2: 123–129.
- Lüscher, D. (1990): Die Blütenbildung bei Bäumen und ihre Auswirkung auf die Struktur der Krone: IV. Die Buche (*Fagus silvatica* L.). Schweiz. Z. Forstwes., 141, 2: 147–154.
- Lüscher, D., Sieber, M. (1988): Die Blütenbildung bei Bäumen und ihre Auswirkung auf die Struktur der Krone: I. Allgemeines über die Blütenbildung. Schweiz. Z. Forstwes., 139, 12: 1055–1061.
- Markl, H. (1980): Oekologische Grenzen und Evolutionsstrategie Forschung. Forschung – Mitteilungen der DFG 3: 1–8.
- Rapport, D. J., Regier, H. A., Hutchinson, T. C. (1985): Ecosystem behavior under stress. Am. Nat. 125: 617–640.
- Schmid, H. H. (1990): Interdisziplinarität der Wissenschaften. UniZürich 2: 10–11.
- Schütt, P. (1985): Das Waldsterben – eine Pilzkrankheit? Forstw. Cbl. 104: 169–177.
- Schwappach, A. (1913): Forstgeschichte. In: Handbuch der Forstwissenschaft (Hrsg. C. Wagner), Bd. 4, 3. Aufl., Verlag Lauppsche Buchhandlung, Tübingen: 1–89.
- Schwerdtfeger, F. (1935): Wesen und Aufgaben der Forstlichen Pathologie. Mitteilungen aus Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft, 2: 96–103.
- Schwerdtfeger, F. (1981): Die Waldkrankheiten. Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. 4. Aufl., Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 486 S.
- Smith, W. H. (1984): Ecosystem pathology: A new perspective for phytopathology. For. Ecol. Management 9: 193–213.
- Smith, W. H. (1990): Air pollution and forests, interaction between air contaminants and forest ecosystems. 2. Aufl., Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, London, Paris, Tokyo, 618 S.
- Strasburger, E., Noll, F., Schenck, H., Schimper, A. F. W. (1983): Lehrbuch der Botanik. 32. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 1161 S.
- Tesche, H. (1989): Umweltstress. In: Die Fichte, Band II/2 (H. Schmidt-Vogt), Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 346–384.
- Webber, J. (1981): A natural biological control of Dutch elm disease. Nature. 292, 5822: 449–451.
- Weyergraf, B. (1987): Waldungen. Die Deutschen und ihr Wald. Akademie der Künste, Berlin (Ausstellungskatalog).
- Wislicenus, H. (1908–1916): Waldsterben im 19. Jahrhundert. Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden. Reprint 1985. VDI-Verlag, Düsseldorf.
- Forest Commission (o. J.): Tall trees. Information sheet, 6. Victoria, Melbourne.

Verfasser: Prof. Dr. Ottmar Holdenrieder, Departement Wald- und Holzforschung der ETHZ, Professur für Forstschutz und Dendrologie, CH-8092 Zürich.