

SCHWERPUNKT Zukunftsorientierte Waldwirtschaft

Entscheidungshilfen für eine naturnahe Waldbewirtschaftung <i>von Ullrich Klins</i>	1
Biodiversitätsforschung in ungenutzten und genutzten Wäldern <i>von Anton Fischer et al.</i>	4
Femel- und Kahlhieb im Vergleich <i>von Axel Göttlein et al.</i>	6
Vergleichende waldökologische Forschung in Mittelschwaben <i>von Ulrich Ammer et al.</i>	9
Herkunftssicherung von forstlichem Vermehrungsgut <i>von Monika Konnert</i>	11
Ein Zukunftsorientiertes forstliches Entscheidungs- Unterstützungssystem (ZEUS) <i>von Reinhard Mosandl und Bernd Felbermeier</i>	13
Umsetzung der Forschungsergebnisse und zukünftige Forschungsaktivitäten – ein Ausblick <i>von Ullrich Klins</i>	15

WALD * WISSENSCHAFT * PRAXIS

Zeit nutzen zur Borkenkäferbekämpfung <i>von Gabriele Lobinger</i>	16
Die Ilz – schwarze Perle aus dem Bayerischen Wald <i>von Joachim Hamberger</i>	19
Düngemaßnahmen in der Schutzwaldsanierung <i>von Roland Baier</i>	22
Das unterirdische Geheimnis von Steinpilz und Trüffel <i>von Robert Nörr et al.</i>	26
Ötzi: Der Mann aus dem Eis <i>von Gerhard Huber</i>	29
Bäume verbinden viele, viele Menschen <i>von Ernst Wagner</i>	32
Termine/Veranstaltungen	31 33

Liebe Leserinnen und Leser,

In diesem LWF-aktuell darf ich Ihnen einen besonderen Schwerpunkt präsentieren.

In sieben Beiträgen, stellen wir umweltrelevante, forstliche Untersuchungen in Bayern vor, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Begriff „Zukunftsfähige Waldwirtschaft“ gefördert hat. Ganz bewusst haben die Autoren versucht, aus den Forschungsergebnisse konkrete Folgerungen für die Forstwirtschaft abzuleiten, die wir wegen der besseren Übersichtlichkeit in graue Kästen ans Ende der jeweiligen Artikel gestellt haben.

Wie das Jahr 2003 wegen seiner extremen Trockenheit die Vermehrung der Borkenkäfer förderte und wie damit umzugehen ist, um die Schäden 2004 nicht zur Kalamität werden zu lassen, ist in konkreten Handlungsanweisungen im Beitrag zur Borkenkäferbekämpfung beschrieben.

Mykorrhizapilze spielen bei der Keimung von Buche eine wichtige Rolle. Welche, das wird auf S. 26-28 beschrieben.

Viel hilft viel, ist eine Weisheit, die schon lange überholt ist. Wie viel Dünger bei der Schutzwaldsanierung tatsächlich empfohlen werden kann, wird in einem weiteren Artikel dargestellt.

Mit drei Beiträgen decken wir in diesem Heft den kulturellen Bereich ab: Bilder zum Baum im Land der Bibel, die Flößerei auf der Ilz und die Holzarten, die Ötzi auf dem Gletscher bei sich trug, sind Themen, die Sie hoffentlich mit Kurzweil lesen werden.

Mit besten Grüßen

Ihr



Olaf Schmidt



IMPRESSUM

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Verantwortlich: Olaf Schmidt, Präsident

Redaktion, Konzeption: Dr. Joachim Hamberger (jhh)

Layout, Gestaltung: Hildegard Naderer

Schlussredaktion: Dr. Joachim Hamberger, Dr. Alexandra Wauer

Druck: Druckerei Lerchl, Freising **Auflage:** 6.000

Bezug: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Am Hochanger 11, 85354 Freising

Tel. / Fax: 08161-71-4881 / -4971 **URL:** www.lwf.bayern.de

E-mail: redaktion@lwf.uni-muenchen.de oder poststelle@fo-lwf.bayern.de

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Zeitschrift in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Titelseite: Morgen im Buchenwald; Foto: Roland Günter, Seßlach

LWFaktuell

MAGAZIN FÜR WALD, WISSENSCHAFT UND PRAXIS
ISSN 1435-4098

Ergebnisse des BMBF-Projektverbunds in Bayern

Entscheidungshilfen für eine naturnahe Waldbewirtschaftung

Ökologische, sozioökonomische und technologische Untersuchungen in Wirtschaftswäldern und Nationalparks

*von Ullrich Klins**

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert seit Jahren umweltrelevante, forstliche Untersuchungen in Deutschland. Im Förderschwerpunkt „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ wurden forstliche Forschungsvorhaben erstmals in einem breit gefächerten, interdisziplinären und überregionalen Ansatz organisiert. In diesem Zusammenhang wurden komplexe Fragestellungen zur Nachhaltigkeit in der forstlichen Praxis in fünf repräsentativen Regionen erforscht und auf für die Forstpraxis relevante Fragestellungen ausgerichtet.

Einen Schwerpunkt der Untersuchungen stellte der Waldbau von Nadelreinbeständen in Mischbeständen bzw. die Umstrukturierung von Wäldern dar. Dabei arbeiteten Universitäten mit Großforschungseinrichtungen und forstlichen Landesanstalten in den einzelnen Regionen eng zusammen, begleitet von der gemeinsamen strategischen Planung, Finanzierung und Erfolgskontrolle durch den Bund und die beteiligten Länder. Die Ergebnisse setzten die Landesforstverwaltungen oder Landesforstbetriebe in die forstliche Praxis um.

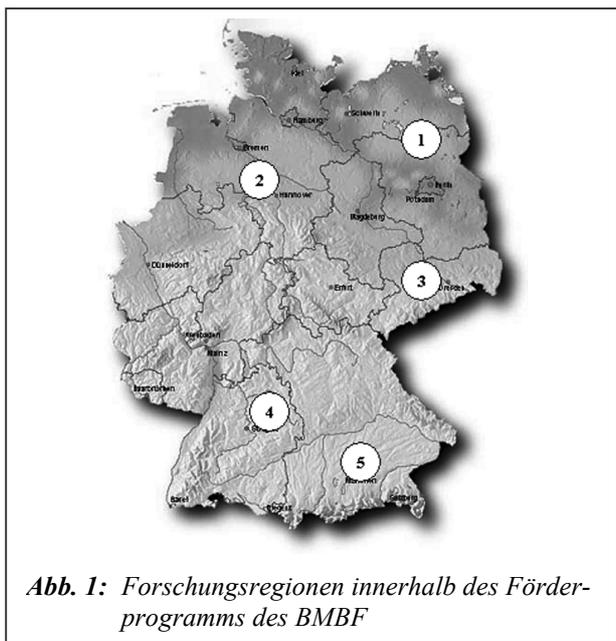


Abb. 1: Forschungsregionen innerhalb des Förderprogramms des BMBF

Die Forschung konzentrierte sich auf die Regionen

- Nordostdeutsches Tiefland (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, 1),
- Solling (Niedersachsen, 2),
- Erzgebirge und Sächsisches Tiefland (Sachsen, 3),
- Südlicher Schwarzwald (Baden-Württemberg, 4),
- Nationalpark Bayerischer Wald und Mittelschwaben (Bayern, 5).

Die Förderung des BMBF ist in ihren Zielsetzungen mit den Forschungslinien in der Europäischen Union verknüpft.

Ziele und Vernetzung des bayerischen Verbundes

Ziel der Verbundforschung in Bayern war und ist es, solide Grundlagen für eine künftige Waldbehandlung bei Verjüngung und Pflege in Gleichklang von Ökonomie, Ökologie und Technik für die Waldbesitzer aller Waldbesitzarten zur Verfügung zu stellen und dabei die Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungsintensitäten zu prüfen.

Dies geschah in den Regionen Mittelschwaben (Hochleistungsstandorte) und Bayerischer Wald (Verzicht auf Nutzung im Nationalpark Bayerischer Wald). Es standen folgende Themen im Mittelpunkt:

* Dr. ULLRICH KLINS ist wissenschaftlicher Koordinator für forstliche Projekte in Bayern im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“.

SCHWERPUNKT

Zukunftsorientierte Waldwirtschaft

- Einfluss der Waldbewirtschaftung auf Standort, Bestandesstruktur, Biodiversität des Waldes;
- ökologische, ökonomische und naturschutzfachliche Vergleiche von genutzten und ungenutzten Wäldern;
- Wirkungen des Anbaus fremdländischer Baumarten (Douglasie, Roteiche);
- Wirkungen, Möglichkeiten und Grenzen des Umbaus von Nadelholz-dominierten Beständen;
- Artenvielfalt in verschiedenen Phasen der Waldentwicklung, dargestellt an wichtigen Leitartengruppen (-systemen);
- Untersuchung zur Entwicklung von Katastrophenflächen (z. B. Sturmwurf- oder Borkenkäferflächen) im Vergleich zu natürlichen Sukzessionsflächen;
- Identifikationsmöglichkeiten von Pflanz- und Saatgut in Bezug auf das FoVG.

Alle Untersuchungen hatten das Ziel, Ergebnisse zu liefern, die in der forstlichen Praxis möglichst unmittelbar verwendbar sein sollten. Ein Beispiel: Die Notwendigkeit eines intensiven Grundwasserschutzes im Umfeld der landwirtschaftlichen Intensivproduktion fordert einen sachgerechten Umgang mit stickstoffangereicherten Waldökosystemen mit dem Ziel, wenig Nitrat an das Sickerwasser abzugeben.

Ein weiteres Beispiel: Die Praxis will wissen, wie durch die Bewirtschaftungsintensität Artenvielfalt und Biodiversität der Wälder beeinflusst werden. Der Gradient der Bewirtschaftungsintensität vom Hochleistungsstandort über verschiedene Baumartenzusammensetzungen und Bestandsstrukturen bis zur „Wildnis“ stand aus diesem Grund bei den Projekten in Bayern im Mittelpunkt der Untersuchungen.

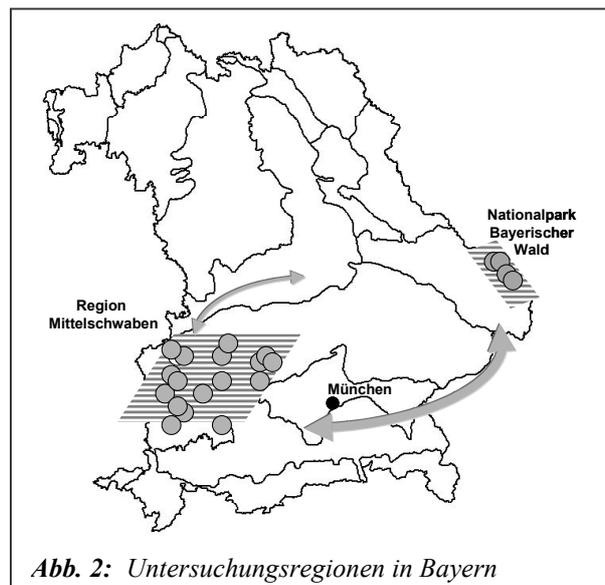


Abb. 2: Untersuchungsregionen in Bayern

Letztlich spielt auch eine fundierte Unterstützung bei der Entscheidungsfindung des Waldbesitzers eine wichtige Rolle. Je nach seinen Zielvorstellungen kommt es zu unterschiedlichen Gewichtungen von ökologischen, technologischen und ökonomischen Interessen bei seiner Art und Intensität der Waldbewirtschaftung. Ziel war eine umfassende Datenbank, die der Waldbesitzer bei seinen Entscheidungen nutzen kann. Er gibt ein, welche Ziele er hat und erhält fundierte Vorschläge, welche Baumarten oder welches Pflegesystem diesen Zielen gerecht wird.

Der Projektverbund Bayern bestand aus fünf Forschergruppen, deren Ergebnisse eng miteinander verknüpft sind. Die Gruppen arbeiteten gemeinsam auf den Versuchsflächen und nutzten dabei die Vorteile der Interdisziplinarität.

Die konkreten Forschungsthemen sind in der folgenden Grafik zusammengefasst. Die Ergebnisse werden in den folgenden Berichten dargestellt.

Beteiligt an den Projekten waren:

- Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
- Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
- Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald
- Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Atmosphärische Umweltforschung des Forschungszentrums Karlsruhe (ehemals Fraunhofer Institut)
- Ludwig-Maximilians-Universität München
- Technische Universität München
- Technische Universität Dresden

SCHWERPUNKT

Zukunftsorientierte Waldwirtschaft





Forstliches Vermehrungsgut – Informationen für die Praxis

Für den Waldbesitzer ist die Verwendung des richtigen Saat- und Pflanzgutes von entscheidender Bedeutung. Diese Wahl soll immerhin für hundert und mehr Jahre Bestand haben.

Das neue aid-Heft informiert über das neue Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG), das seit dem 1. Januar 2003 das Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut (FSaatG) aus dem Jahre 1957 ersetzt. Ziel des Gesetzes ist es, durch die Bereitstellung von hochwertigem und identitätsgesichertem forstlichem Vermehrungsgut die genetische Vielfalt zu erhalten und die Leistungsfähigkeit der Forstwirtschaft zu fördern. Dem Forstvermehrungsgutgesetz unterliegen 26 für Deutschland relevante Baumarten sowie eine Hybridlärche und die Gattung Pappel. Weiterhin nennt das FoVG daneben 19 weitere Baumarten, die jedoch für den Wald und die Forstwirtschaft in Deutschland keine Bedeutung haben. Es werden die unterschiedlichen Kategorien von forstlichem Vermehrungsgut, Herkunftsgebiete und Ein- und Ausfuhrbestimmungen erläutert. Die Broschüre zeigt dem Käufer auf, was er beim Erwerb von forstlichem Vermehrungsgut beachten sollte. Aber auch der Waldbesitzer hat vielfältige Bestimmungen bei der Abgabe von Vermehrungsgut zu berücksichtigen. Im Anhang sind Karten der Herkunftsgebiete der jeweiligen Baumarten dargestellt und wesentliche Daten für die Saatguternte zusammengestellt. Ein Glossar mit Fachbegriffen sowie wichtige Anschriften von Saatgutprüfanstalten runden die 60-seitige Broschüre ab. „Forstliches Vermehrungsgut“ wird herausgegeben vom aid infodienst, Friedrich-Ebert-Straße 3 in 53177 Bonn.

Michael Mößnang SG III, LWF

Natürliche Diversität im Nationalpark Bayerischer Wald und seinem forstlich genutzten Umfeld

Biodiversitätsforschung in ungenutzten und genutzten Wäldern

Sind ungenutzte Wald artenreicher als Wirtschaftswälder?

*von Anton Fischer, Philipp Mayer, Reinhard Schopf, Karen Liepold, Axel Gruppe,
Christof Hahn und Reinhard Agerer**

Inwieweit kann der Schutz der natürlichen Biodiversität mit einer nachhaltigen forstlichen Nutzung verknüpft werden? Zu dieser Fragestellung wurden im Nationalpark Bayerischer Wald und seinem forstlich genutzten Umfeld die Auswirkungen von Eingriffen auf die Artenvielfalt von Waldökosystemen analysiert. Verglichen wurden (1) seit Parkgründung ungenutzte Gebiete, (2) durch Borkenkäferbefall (besonders ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahre) flächig abgestorbene unbehandelte, ungeräumte Bestände, (3) einzelstamm- bis kleingruppenweise genutzte Bestände im umgebenden Wirtschaftswald sowie (4) vom Borkenkäfer befallene und geräumte Flächen.

Dabei wurden als ökosystemare Indikatoren Vertreter der drei trophischen Ökosystemebenen (Produzenten, Konsumenten, Destruenten) untersucht: die den Bestand aufbauenden Pflanzen, die im Boden lebenden Käfer sowie die streuzersetzenden und symbiontischen Pilze.

Ziel war es, aus dem Vergleich dieser Waldzustände Hinweise für eine zukünftig noch stärker an Naturnähe ausgerichtete Waldbewirtschaftung abzuleiten. Dabei wurde auch die häufig vertretene These geprüft, ein ungenutzter Wald sei artenreicher als ein genutzter.



Abb. 1: Starker Borkenkäferbefall im Nationalpark (Foto: L. Steinacker)

Ergebnisse

Diversität von Flora, Fauna und Pilzen

Die Artenvielfalt der untersuchten Gruppen sowohl der Flora als auch der Fauna ist am größten auf den untersuchten Räumungsflächen; auch zahlreiche Arten der Mykorrhiza-Pilze treten hier auf. Geräumte Bestände sind also bezüglich der untersuchten Indikatorengruppen durch eine größere Diversität gekennzeichnet als unbeeinflusste. Oder als Zeitrend formuliert: Räumung erhöht die Artenvielfalt der untersuchten Gruppen. Bei den nach Räumung hinzutretenden Pflanzen handelt es sich um so genannte „Offenlandarten“,

also Arten, die ihren Vorkommensschwerpunkt außerhalb des Waldes haben, im Wald aber nach natürlichen oder anthropogenen Störungen (z. B. Aufklappen der Wurzelteller bei Sturmwurf; Räumung) auftreten können. Sie stammen, wie die Untersuchungen zeigen, ganz überwiegend aus der „Samenbank des Bodens“, einem Depot ruhender Samen, das nach mechanischer Bodenstörung zur Keimung stimuliert wird. Bei den bodenlebenden Käfern steigt die Artenzahl durch Einwanderung aus den umliegenden Offenland-Biotopen.

* Prof. Dr. A. FISCHER und Dr. P. MAYER vertreten das Fachgebiet Geobotanik; Prof. Dr. R. SCHOPF, K. LIEPOLD und Dr. A. GRUPPE den Lehrstuhl für Tierökologie, alle Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU München. C. HAHN, Prof. Dr. R. AGERER arbeiten im Department Biologie, Sektion Mykologie der LMU München.

SCHWERPUNKT Zukunftsorientierte Waldwirtschaft

Im Rahmen der Nationalparkstudie ist die Artenvielfalt der drei Indikatorengruppen gerade in ungenutzten Beständen vergleichsweise niedrig.

Die höchste Individuenzahl der Laufkäfer wurde auf einzelstammweise genutzten sowie auf ungenutzten Flächen gefangen. Auch bei den Mykorrhiza-Pilzen ergab sich für die Einzelstammnutzung ein vergleichbares Resultat. Da die Flächen nach wie vor von einzelnen lebenden, also mit Mykorrhiza infizierten Baumindividuen bestockt sind, kann eine größere Zahl baumspezifischer Mykorrhiza-Pilze überleben, die die Nährstoffversorgung verbessern und damit das Wachstum der Jungbäume beschleunigen können.

Tab. 1: Anteil der gefundenen Arten in den vier untersuchten Varianten bezogen auf die Artenzahl in der ungenutzten Fläche (= 100 %). Trotz unterschiedlicher Erhebungsmethodik ist bei Fauna und Flora ein Trend von ungenutzt nach geräumt abzulesen.

in %	ungenutzte Flächen	Borkenkäferbefall	einzelstammweise genutzte	geräumte Flächen
Fauna	100	91	91	126
Flora	100	150	117	217
Pilze	100	68	161	84

Genetische Diversität

Zudem wurde am Beispiel des Schnellkäfers *Athous subfuscus* festgestellt, dass es je nach Bewirtschaftungsform zu genetischen Unterschieden innerhalb einer Art kommen kann. Im Rahmen einer jeden Nutzungsform ist somit die Entwicklung einer charakteristischen, spezifischen genetischen Diversität möglich. Die Aufrecht-



Abb. 2: Fallenset zur Erfassung der bodennahen Käferfauna (Foto: A. Gruppe)

erhaltung einer hohen genetischen Diversität innerhalb einer Art verstärkt ihre Chancen, auf Umweltänderungen, d. h. Stress, reagieren zu können. Ein breites Spektrum an genetischer Ausstattung ist als wichtige Voraussetzung einer gesicherten Fort- und Weiterentwicklung der Art zu verstehen.



Abb. 3: Schnellkäfer *Athous subfuscus* (Foto: A. Gruppe)

Folgerungen

Eine hohe Artenzahl ist nicht zwingend mit einem hohen Grad an Naturnähe gleichzusetzen. Vielfalt ist also nicht unbedingt ein Indikator für große Naturnähe. Die durchgeführte einzelstamm- bis kleingruppenweise Nutzung verändert die Artenausstattung der drei im Projektverbund Nationalpark untersuchten Organismengruppen gegenüber dem nicht beeinflussten Zustand nicht nennenswert. Dies bedeutet, dass in der Region des Bayerischen Waldes die gängige forstliche Praxis einer naturnahen einzelstammweisen Nutzung kein Widerspruch zur natürlichen Biodiversität ist – im Gegenteil!

Für die Umsetzung in der Praxis bedeutet dies: Einzelstamm- bis kleingruppenweise Nutzung schafft eine strukturelle Vielfalt in Waldbeständen, die ein Nebeneinander einer großen Zahl von Lebewesen ermöglicht. Diese Nutzungsform gewährleistet eine Vielfalt von Habitaten für Fauna und Flora. Dies ist ein Beitrag zu dem auf der Umwelt-Konferenz von Rio de Janeiro 1992 geforderten Schutz der Biodiversität, der sich hier durchaus kompatibel mit der notwendigen Waldnutzung erweist.

Neues aus dem Högwald

Femel- und Kahlhieb im Vergleich

Ökologie der Mischwaldbegründung in einem stickstoffbelasteten Fichtenbestand

*von Axel Göttlein, Manuela Baumgarten, Christian Huber, Wendelin Weis (Teil I)
Hans Papen, Klaus Butterbach-Bahl, Rainer Gasche (Teil II)**

Im Untersuchungsgebiet Bayern/Mittelschwaben finden bei der Umwandlung hiebsreifer Fichtenaltbestände in erster Linie zwei waldbauliche Verfahren Anwendung. Der Femelhieb mit Laubholzvoranbau wird in großem Umfang von der staatlichen Forstwirtschaft in Bayern durchgeführt. Kleine und mittlere Kahlschläge mit Buchen- bzw. Fichten-Pflanzung werden allgemein von bäuerlichen Waldbesitzern bevorzugt. Am langjährig beobachteten, stickstoffgesättigten Fichtenökosystem Högwald wurden gemeinsam mit der forstlichen Praxis im Februar 2000 die oben genannten Verjüngungsmaßnahmen exemplarisch durchgeführt und auf ihre ökologischen Auswirkungen hin untersucht. Dabei beeinflussen sowohl unmittelbare als auch längerfristige Effekte die komplexen biologischen Prozesse in einem Waldökosystem und wirken damit auch auf benachbarte Systeme wie Boden, Wasser und Atmosphäre (Abb. 1).

Ergebnisse

Teil I: Wasserhaushalt, Sickerwasserchemie, Bodenvegetation und Fauna

Nach Femelhieb blieben Bestands- und Bodenklima nahezu unverändert. Durch Auflichten des Altbestandes nahm die Interzeptionsverdunstung und Transpiration um ca. 15 % ab. Die Sickerung nahm entsprechend zu (Tab.1).

Nach Kahlschlag nahm die Strahlungsintensität am Boden um das zehnfache bis zwanzigfache zu. Als direkte Folge stieg die Temperatur in der organischen Auflage während der Vegetationsperiode um

Tab. 1: Charakteristische Unterschiede von Klima und Wasserhaushalt im Fichtenaltbestand, auf Femel- und Kahlfläche (Versuchsjahr 2001).

	Temperatur der org. Auflage [°C]		Niederschlag [l m ⁻² a ⁻¹]		Gesamtverdunstung [l m ⁻² a ⁻¹]	Sickerung in 1 m Tiefe [l m ⁻² a ⁻¹]
	Jahresmittel	Vegetationsperiode	Freiland	unterhalb des Altholzschirms		
Fichtenaltbestand	5,85	10,58	1170	659	875	283
Femelfläche	6,32	10,52	1170	740	723	430
Kahlfläche	8,52	14,47	1170	1170	79	1070

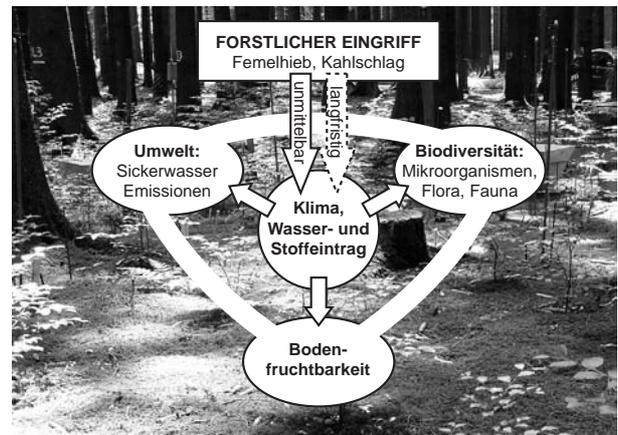


Abb. 1: Ökologische Auswirkungen forstlicher Maßnahmen (Foto: W. Weis)

ca. 4 °C an. Das Fehlen des Altholzschirms führte zu einer sehr geringen Verdunstung und damit zu einer hohen Sickerung und nahezu konstanten Bodenwassergehalten mit maximalen Saugspannungen von ca. 60 hPa.

Die erhöhten Temperaturen und die gleichmäßig hohe Durchfeuchtung des Bodens beschleunigten

* Prof. Dr. A. GÖTTLEIN, Dr. M. BAUMGARTEN, Dr. C. HUBER, Dr. W. WEIS vertreten das Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt; Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München. PD Dr. H. PAPAN, PD Dr. K. BUTTERBACH-BAHL, DR. R. GASCHKE sind am Institut für Meteorologie u. Klimaforschung - Atmosphärische Umweltforschung, Forschungszentrum Karlsruhe tätig.

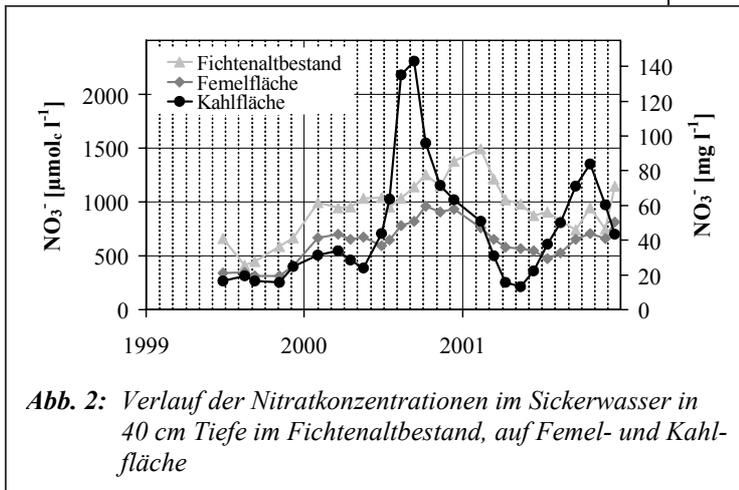
SCHWERPUNKT

Zukunftsorientierte Waldwirtschaft

die Stoffumsetzungen im Boden, wie Mineralisation, Nitrifikation und Denitrifikation (vgl. Teil II).

Bodenvegetation

Als Folge wurde in den ersten beiden Jahren nach Kahlschlag eine hohe Nitratkonzentration im Sickerwasser, besonders am Ende der Vegetationsperioden, beobachtet (Abb. 2). Die Jahresmittelkonzentrationen der Kahlfläche lagen dagegen nur wenig über den Werten von Altbestand und Femelfläche.

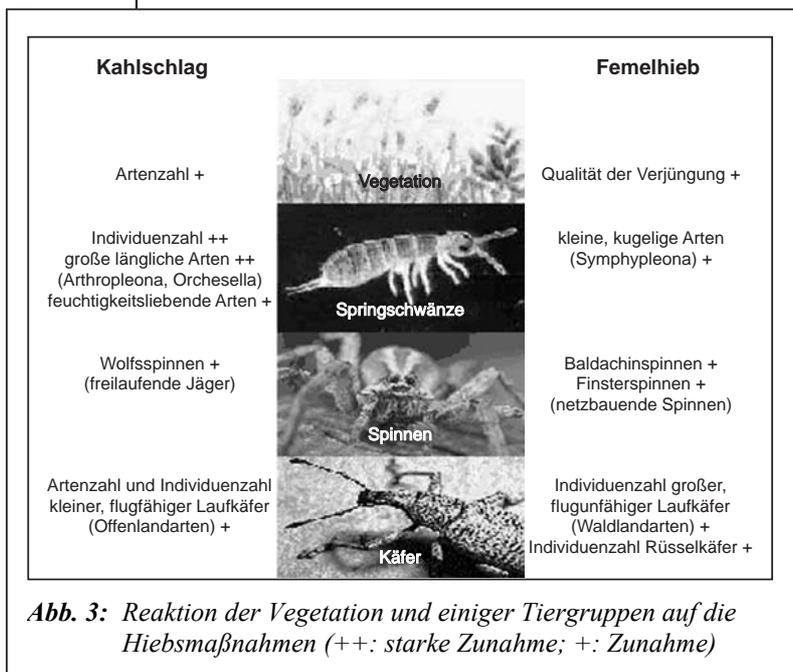


Auf Grund der hohen Sickerung kam es jedoch zu einem deutlich erhöhten Nitrataustrag nach Kahlschlag. Dieser bewirkte auch den Verlust von Nährelement-Kationen wie Kalium und Magnesium aus dem durchwurzelten Oberboden.

Die Bodenvegetation wurde durch den Femelhieb kaum beeinflusst. Auf der Kahlfläche nahm der Deckungsgrad von Moos- und Krautschicht vor allem durch das Absterben schattenliebender Arten zunächst ab. Die typische Schlagvegetation stellte sich nur sehr langsam ein und konnte so bisher auch nicht als Zwischenspeicher für Nährelemente fungieren. Vergleichsweise geringe Nährstoffverluste auf der Kahlfläche fanden sich jedoch an Stellen mit Fichtennaturverjüngung. Dabei blieb ungeklärt, ob dies in der Beschattung des Bodens und den damit niedrigeren Temperaturen in der organischen Auflage oder aber in der Nährstoffaufnahme der Verjüngung begründet ist.

Bodenfauna

Rasch auf die neuen Gegebenheiten reagierte das Artenspektrum von Bodenfauna und -flora. Arten, die schnelle Ausbreitungsmöglichkeiten besitzen, werden durch einen Kleinkahlhieb gefördert. Bei vielen untersuchten Tiergruppen sowie bei der Bodenflora wurden deutliche Dominanzverschiebungen festgestellt. So nimmt die Individuen- und Artenzahl an kleinen, flugfähigen Laufkäfern nach dem Kleinkahlschlag deutlich zu. Überraschend ist dabei, wie schnell der neue Lebensraum erobert wird. Innerhalb weniger Monate besiedelten Generalisten und Offenlandarten die Kahlflächen. Dabei konnten kleinflächig unterschiedlichste Artenzusammensetzungen durch ein Nebeneinander verschiedenster Strukturen (wassergefüllte Fahrspuren, vielgestaltige Bodenvegetation, unbewachsene Kleinstrukturen und dichte Fichtennaturverjüngung) festgestellt werden. Arten, die sehr stark an den Lebensraum Wald gebunden sind, z. B. einige große flugunfähige Laufkäfer, werden auf Kahlflächen zurückgedrängt, nicht aber auf Femelhiebflächen. In Abbildung 3 sind einige Veränderungen des Artenspektrums und der Individuenzahl nach den Hiebsmaßnahmen zusammengefasst.



Teil II: Gasaustausch und Mikrobiologie

Die Kahlschlagsmaßnahme führte zu dramatisch erhöhten Emissionen des extrem klimawirksamen Spurengases N_2O (Lachgas) aus dem Boden (Abb. 4). Diese Emissionen betragen jährlich ca. 5 kg N_2O -N je Hektar.

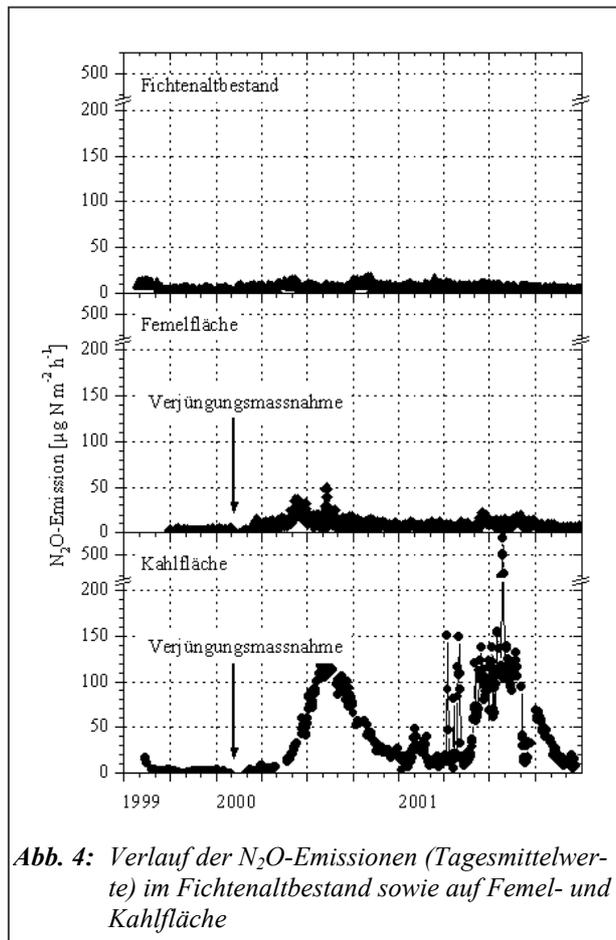


Abb. 4: Verlauf der N_2O -Emissionen (Tagesmittelwerte) im Fichtenaltbestand sowie auf Femel- und Kahlfäche

Zusätzlich war die Aufnahme des Treibhausgases CH_4 aus der Atmosphäre in den Waldboden reduziert. Diese Ergebnisse sind von hoher Bedeutung für die Anrechnung von CO_2 -Senken im Rahmen des Kyoto-Protokolls. Die N_2O -Emissionen kompensieren ca. 700 kg CO_2 -Fixierung. Eine realistische Berechnung der Senkenstärke von Wäldern muss damit neben CO_2 auch alle anderen klimawirksamen Spurengase berücksichtigen. Darüber hinaus führte die Kahlschlagsmaßnahme zu hohen Stickstoffverlusten in Form von N_2 über die mikrobielle Denitrifikation bei gleichzeitigem Anstieg der Denitrifizierer-Population.

Der Anstieg der mikrobiellen Biomasse verhindert durch Stickstoffspeicherung einen noch höheren Nitrataustrag.

Der Femelhieb führte zwar auch zu erhöhten, im Vergleich zum Kahlschlag jedoch geringeren N_2 - und N_2O -Emissionen.

Folgerungen

Die Entscheidung, die Verjüngung von Fichtenaltbeständen über Femel- oder Kahlhieb einzuleiten, unterliegt meist nicht allein ökologischen Kriterien. Betriebswirtschaftliche Gründe, Bestandesstabilität sowie Wärme- und Strahlungsansprüche der Verjüngung stehen meist im Vordergrund. Um unerwünschte Nebenwirkungen auf die Umwelt zu vermeiden, sollte Folgendes beachtet werden:

- Kahlfächen weisen zunächst hohe Nitratkonzentrationen im Sickerwasser auf. Darüber hinaus kommt es zu Verlusten von Nährstoffkationen sowie zu mehrere Jahre andauernden drastischen Emissionen des klimarelevanten Spurengases Lachgas (N_2O).
- Bodenvegetation schon im Altbestand, Naturverjüngung oder eine frühe Vorausverjüngung helfen hohe Nitratausträge im Falle zufällig entstehender Kahlfächen zu vermeiden.
- Findet eine femelartige Auflichtung verteilt über die gesamte Fläche und nicht konzentriert auf kleine „Lochhiebe“ statt, ist die Erhöhung des Nitrataustrags gering. Darüberhinaus kann erwartet werden, daß ein solches Vorgehen auch zu deutlich geringeren N_2O - und N_2 -Emissionen aus dem Boden führt.
- Die Biodiversität wird durch das Nebeneinander verschiedener Strukturen (Altbestand, Verjüngungsflächen, Windwürfe, Bestandeslöcher, Randeffekte usw.) erhöht. Für die Schonung der an den Wald angepassten Arten ist der Anteil von Kahlfächen gering zu halten und die Verjüngung über Femelhiebe zu bevorzugen. Freiflächen, wie sie nach Kahlschlag, Windwürfen etc. entstehen, können für bestimmte, manchmal auch für seltene Arten wichtige Lebensräume darstellen.

Naturschutz und Naturnutzung

Vergleichende waldökologische Forschung in Mittelschwaben

Ein Vergleich zwischen bewirtschafteten und unbewirtschafteten Wäldern

*von Ulrich Ammer, Hans Utschick, Ulrich Simon, Kerstin Engel, Martin Gossner,
Hans-Jürgen Gulder, Markus Kölbl und Rudolf Leitl**

Inwieweit kann Forstwirtschaft auf Hochleistungsstandorten im Raum Mittelschwaben naturschutzfachliche Aspekte berücksichtigen? Dazu wurden von der TU München und der LWF Naturwaldreservate und unterschiedlich bewirtschaftete Wäldern verglichen. Die faunistischen Untersuchungen umfassten neben Boden und Stammraum auch die Baumkronen. Betrachtet wurden Naturwaldreservate, Laubholzbestände, Mischbestände (70 % Fichte, 30 % Buche), Buchenwälder und Fichtenreinbestände. Eine Sonderuntersuchung wurde zur Fauna an Douglasie und Roteiche durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dargestellt.

Wuchsleistung und Vegetation

Das Einbringen von Buche mit einem Anteil über 25 % reduziert deutlich die Bestandeswuchsleistung. Auf den untersuchten Hochleistungsstandorten sollte daher aus ökonomischen Gründen die Fichte weiter die dominierende Baumart darstellen. Wegen der Bestandesstabilität und der Förderung einer walddtypischen und standortgerechten Biodiversität ist jedoch am Ziel des Aufbaus von Mischbeständen festzuhalten.

In Buchenwäldern tritt eine vergleichsweise geringe und artenarme, dafür walddtypische Bodenvegetation auf. Die höchste Artenzahl der Vegetation wurde in Fichtenreinbeständen gefunden, gefolgt von den Douglasienflächen. Dabei handelt es sich aber überwiegend um waldduntypische Störungszeiger, wie sie z. B. auch an Wegrändern vorkommen. Andererseits zeigen diese Ergebnisse auch, dass Fichtenwälder vegetationskundlich nicht grundsätzlich als artenarm eingestuft werden können, wie dies häufig dargestellt wird.

Streuzersetzung und Diversität der Fauna

Der Streuzersetzung kommt eine Schlüsselrolle im Stoffkreislauf von Waldökosystemen zu. Unter Buche und Nadelbäumen ist im Vergleich zu ande-



Abb. 1: Forschung im Kronenraum (Foto: M. Gossner)

ren Laubholzarten die Streuzersetzung gehemmt. Beim Waldumbau ist deshalb aus ökologischer Sicht darauf zu achten, dass neben Buche auch Bergahorn, Hainbuche, Esche sowie Eiche in ausreichend großen Gruppen eingebracht werden. Die Streuzersetzung bei Douglasie ist mit der Fichte vergleichbar. Einzeln beigemischte Buchen führen erst bei sehr hohen Mischungsanteilen (deutlich über 50 %) zu einer naturnäheren Zusammensetzung der Tierwelt.

* Prof. Dr. U. AMMER, Dr. U. SIMON, Dr. K. ENGEL und M. GOSSNER vertreten den Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz; Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München. H.-J. GULDER, M. KÖLBL und R. LEITL vertreten die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Artenvielfalt im Kronenraum

Zwischen Kronen- und Bodenfauna bestehen große Unterschiede, die dazu noch, wie z. B. bei Käferzönosen, in den Kronen von Laub- und Nadelwäldern verschieden ausfallen. Die Untersuchungen belegen daher die große Bedeutung der Baumkronen für die Diversität. So wurden viele bisher als selten geltende Arten relativ häufig in den Kronen gefunden. Besonders das in Eichen vorhandene Kronentotholz gilt als wichtiger Faktor für die Schaffung und Erhaltung spezifischer Artengemeinschaften in Wirtschaftswäldern.

Auch deshalb sollte Eiche verstärkt in nadelholzreichen Beständen vertreten sein. Doch auch tiefkronige Fichten und Fichten-Totholz stellen wichtige Lebensräume für Tierarten dar.

Einfluss fremdländischer Baumarten auf die Fauna

Nicht-heimische Baumarten wie Douglasie und Roteiche wurden bislang aus Naturschutzsicht häufig negativ bewertet. Dies bestätigte sich für die Roteiche, da sie im Vergleich zur heimischen Eiche weit weniger Arten beherbergt. Hingegen kann eine Beimischung der Douglasie von bis zu 10 % zumindest auf den untersuchten Hochleistungsstandorten durchaus positiv bewertet werden, weil der hohen Holzproduktion nur geringe ökologische Nachteile verglichen mit der Fichte gegenüberstehen. Allerdings ist darauf zu achten, dass diese Baumart nicht gruppenweise, sondern in Einzelmischung in Laubholz eingebracht wird. In Reinbeständen führt im Winter die Armut an Arthropoden im Kronenraum dazu, dass die Douglasie als Nah-

rungsbaum für Vögel ausfällt. Hinzu kommen die im Vergleich zur Fichte geringeren Arthropodendichten in Bodennähe und die geringere Arten- und Individuenzahl am Stamm von Douglasien.

Empfehlungen für das waldbauliche Vorgehen

Die faunistischen Befunde sprechen dafür, bei Mischbeständen mit weniger als 50 % Laubholz dieses nicht nur in Einzelmischung, sondern vor allem in Horsten von mindestens 0,3 ha Größe einzubringen. Zudem sollten auch andere Laubholzarten neben der Buche eingebracht werden. Auf diese Weise können auf diesen Teilflächen laubholztypische Verhältnisse entstehen.

Weitere Informationen können dem (vergriffenen) LWF-Bericht Nr. 33 entnommen werden, der digital unter www.lwf.bayern.de zur Verfügung steht.



*Abb. 2: Douglasienbestand
(Foto: M. Gossner)*

Den vielfältigen Reaktionen der untersuchten Organismengruppen auf forstliche Maßnahmen kann man durch eine kleinräumige Strukturierung bewirtschafteter Wälder gerecht werden, ohne dass ökonomische Aspekte zurück stehen müssen. Hierzu gehört ein Mosaik von Altersphasen, Baumarten und Strukturen wie z. B. Altholzinseln und Auflichtungen. Beim Umbau von Fichtenreinbeständen sollten größere Laubholzgruppen bzw. -horste eingebracht und neben der Buche weitere Laubbaumarten verwendet werden. Für ungestörte dynamische Prozesse haben Naturwaldreservate in diesem vernetzten Konzept eine wichtige Funktion.

Optimierung biochemisch-genetischer Methoden

Herkunftssicherung von forstlichem Vermehrungsgut

Ein Beitrag zur Sicherung der Waldbewirtschaftung

von **Monika Konnert***

Die Herkunft bzw. das Erbgut von Forstpflanzen ist ein wichtiger Faktor für die ökologische Stabilität und den ökonomischen Erfolg künftiger Waldbestände. Daher gilt es sicherzustellen, dass bei Kunstpflanzung nur Forstpflanzen mit geeigneter Herkunft ausgebracht werden. Die gesetzlichen Vorschriften, die die Herkunftssicherheit gewährleisten sollen (FoVG), können in der Praxis bislang nur mit unverhältnismäßig hohem Kontrollaufwand wirksam und lückenlos überwacht werden. Über die Analyse der Erbanlagen aber kann die Identität des Vermehrungsgutes von der Ernte des Saatgutes bis zur Pflanze beim Endabnehmer durch einen genetischen Vergleich überprüft werden. Das Projekt hat die Grundlagen für ein Verfahren geschaffen, das einen solchen Vergleich und damit den Identitätsnachweis nach genau festgelegten Regeln möglich macht.

Ergebnisse

An verschiedenen Stellen des Produktionsprozesses von forstlichem Vermehrungsgut, z. B. bei der Ernte, nach der Aufbereitung des Saatgutes etc., werden Stichproben aus Saat- und Pflanzgutpartien gezogen und langfristig eingelagert. Diese „Referenz- oder Vergleichsproben“ werden bei einer späteren Identitätsprüfung zum Vergleich der genetischen Strukturen herangezogen. Die Rücklage von Referenzproben ist notwendig, weil sich bei der Fortpflanzung über Samen (sog. generative

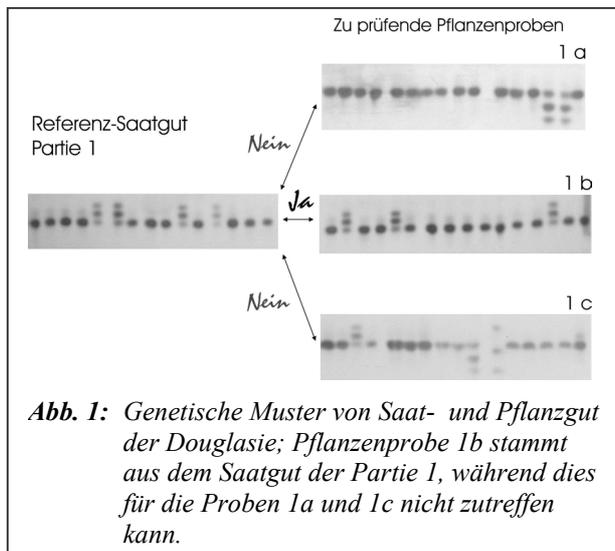


Abb. 2: Analyse von Saat- und Pflanzgut im biochemisch-genetischen Labor (Foto: ASP Teisendorf)

Vermehrung) die Erbanlagen jedes Mal neu ordnen. Deshalb ist die Samenpopulation eines Bestandes nicht jedes Jahr gleich und kann sich auch von der des Erntebestandes stark unterscheiden. Wichtig ist, dass die Referenzproben für die Gesamtpartie repräsentativ sind. Das heißt, sie dürfen sich in ihrer genetischen Zusammensetzung von der Gesamtpartie nicht signifikant unterscheiden. Beim genetischen Vergleich wird zur Zeit die Isoenzymanalyse als Untersuchungsmethode eingesetzt. Eine Ausdehnung auf molekulargenetische Methoden ist für die Zukunft geplant. Für viele Baumarten, die dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG, ehemals FSaatG) unterliegen, wurden standardisierte Me-

* Dr. MONIKA KONNERT ist Mitarbeiterin am Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht.

SCHWERPUNKT

Zukunftsorientierte Waldwirtschaft



Abb. 3: Dr. M. Konnert vom Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf, erläutert den Forstministern Bayerns und Baden-Württembergs die Ergebnisse genetischer Vergleichsuntersuchungen von Saat- und Pflanzproben. (Foto: ASP Teisendorf)

thoden sowohl zur Ziehung repräsentativer Stichproben als auch zu deren biochemisch-genetischen Analyse erarbeitet. Diese wurden in Verfahrensregeln und Handbüchern zur Analyse festgeschrieben.

Dies bedeutet, dass in Zukunft von den Baumschulen Forstpflanzen mit überprüfbarer Herkunft angeboten werden können – soweit diese Baumschulen das entwickelte Verfahren anwenden, d. h. die notwendigen Referenzproben ziehen und das

Vorgehen lückenlos in der dafür konzipierten Internet-Datenbank dokumentieren.

Die Bayerische Staatsforstverwaltung und die Landesforstverwaltung Baden-Württemberg werden in Zukunft vorrangig Saat- und Pflanzgut mit überprüfbarer Herkunft bei den Pflanzungen einsetzen. Ebenfalls sehr interessiert äußerte sich der Bayerische Waldbesitzerverband. Es werden zur Zeit auch Überlegungen angestellt, die gewonnenen Erkenntnisse auch in die Kriterien zur Vergabe des Pan-Europäischen Forstzertifikats (PEFC) zu integrieren.

Verwertbarkeit der Projektergebnisse

Als Abnehmer der Forschungsergebnisse profitieren:

- Alle Waldbesitzer, denn sie können durch die Verwendung von geeignetem Vermehrungsgut stabile und gesunde Bestände begründen und so spätere ökonomische Gefährdungen minimieren;
- die Forstbaumschulen, da die Qualitätssicherung helfen wird, ihren Absatz zu sichern;
- die Wissenschaft, weil die erarbeitete Analysemethodik die Basis für genetische Untersuchungen an Waldbäumen auch in anderen Projektbereichen darstellt.

Letztendlich sind die Projektergebnisse ein wichtiger Beitrag zur Sicherung des genetischen Potenzials unserer Waldbaumpopulationen.

„Das neue Verfahren zur Herkunftssicherung wurde im Februar 2002 durch die Gründung des Zertifizierungsrings für überprüfbare forstliche Herkunft („ZüF“) Süddeutschland erstmals in die Praxis umgesetzt. Den Verfahrensregeln dieses Vereins, dem sowohl Pflanzenproduzenten als auch Abnehmer angehören, liegen die aus den Arbeiten des Projektes gewonnenen Erkenntnisse zugrunde. Inzwischen werden in Süddeutschland bei den meisten Ernten von forstlichem Saatgut Referenzproben zurückgelegt, die nach den im Projekt ausgearbeiteten Handlungsanweisungen sichergestellt wurden. Auf dem Pflanzenmarkt werden auch schon die ersten Forstpflanzen angeboten, deren Identität überprüft werden kann. Sie tragen das Zertifikat „überprüfbare Herkunft“, das von einem unabhängigen Zertifizierer ausgestellt wird, wenn die Produzenten nachweisen, dass sie nach den festgeschriebenen Regeln produzieren und entsprechende Referenzproben zurückgelegt haben. Auch im europäischen Ausland hat das Verfahren inzwischen großes Interesse geweckt.

Hinweis: Im Jahr 2004 wird in enger Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) ein LWFaktuell mit dem Schwerpunkt „Genetik und forstliches Vermehrungsgut“ erscheinen.

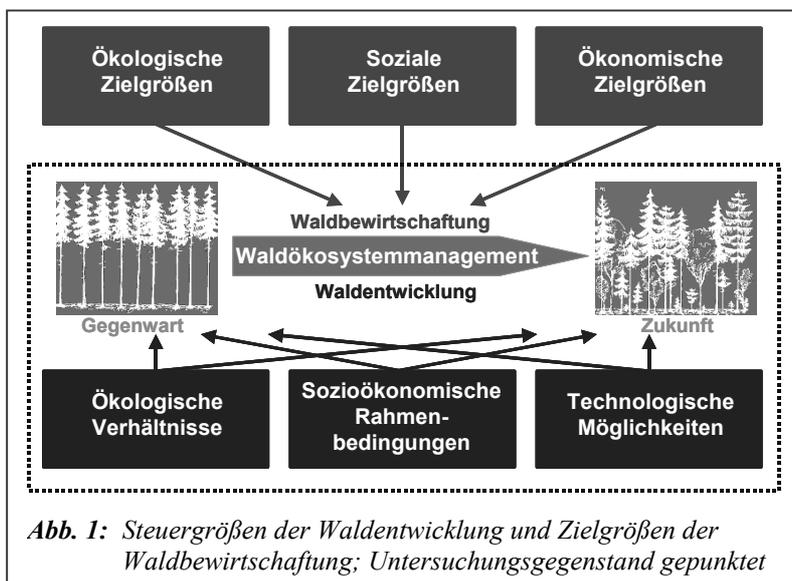
Griechischer Göttervater als Pate

Ein Zukunftsorientiertes forstliches Entscheidungsunterstützungssystem (ZEUS)

Entwickelt aus Untersuchungen verschiedener Waldbehandlungsoptionen in Forstbetrieben Mittelschwabens

*von Reinhard Mosandl und Bernd Felbermeier**

Die Entwicklung unserer Wälder orientiert sich an drei Steuergrößen, die sowohl den gegenwärtigen Waldzustand bestimmt haben als auch den zukünftigen Waldzustand bestimmen werden: die gesellschaftlichen bzw. privaten (sozioökonomischen) Ansprüche an den Wald, die ökologischen Gegebenheiten und die technologischen Möglichkeiten (Abb. 1). Daraus ergibt sich ein relativ breiter Handlungsspielraum für die Waldbewirtschaftung. Sowohl Gesellschaft als auch Waldbesitzer können dabei ganz unterschiedliche Ziele verfolgen. Sie haben also verschiedene Optionen, die unterschiedliche Waldbehandlungen erforderlich machen. Im Projektverbund ZEUS geht es darum, durch die Erforschung der Steuergrößen die Möglichkeiten der Waldentwicklung aufzuzeigen. Es sollen Wege aufgezeigt werden, wie durch das Waldökosystemmanagement die Waldbewirtschaftung entsprechend den ökologischen, sozialen und ökonomischen Zielgrößen gesteuert werden kann.



Kernstück bildet hierbei die Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems, das Waldbesitzern und Gesellschaft helfen soll, entsprechend ihren individuellen Zielen eine Strategie für eine zukunftsorientierte Waldbewirtschaftung zu ent-

wickeln. Die Nutzer des Systems können hierbei auf eine Vielzahl wissenschaftlich gesicherter Ergebnisse zurückgreifen. Die Begleitung des Projekts durch ein Gremium, bestehend aus Vertretern potenzieller Nutzergruppen, garantiert die zukünftige Einsatzfähigkeit des Systems.

Forschungsstrategie

Die Umsetzung dieser Forschungsstrategie erfolgt in drei Schritten:

1. In Mittelschwaben wurde ein 60 ha umfassendes interdisziplinäres Versuchsfächennetz aufgebaut, das die Optionen der Waldbewirtschaftung abbildet. Auf diesen Beobachtungsflächen werden die Wirkungen der drei Steuergrößen in Rein- und Mischbeständen, in unterschiedlichen Altersstufen und verschiedenen Stadien der Waldverjüngung langfristig untersucht.

* Prof. Dr. R. MOSANDL und Dr. B. FELBERMEIER, Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung, unter Beteiligung der Lehrstühle für Waldwachstumskunde, Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik, Forstliche Wirtschaftslehre, Fachbereich Forstinventur und Forstbetriebsplanung, alle Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München sowie Institut für Forstbotanik und Forstzoologie, TU Dresden.

SCHWERPUNKT

Zukunftsorientierte Waldwirtschaft

2. Diese Forschungsergebnisse und andere Informationsquellen fließen dann in eine Fachdatenbank ein. Die unterschiedlichen Optionen der Waldbewirtschaftung und ihre Konsequenzen für die Zielgrößen können so von Bestandes- bis auf Betriebsebene dargestellt werden (Abb. 2).

3. Das Entscheidungsunterstützungssystem baut auf diesen Informationen auf und ermöglicht es dem Nutzer, die Vielzahl an Informationen entsprechend seinen Zielen zu filtern und durch verschiedene entscheidungsunterstützende Verfahren zu bewerten (vgl. Anwendungshinweise in Abb. 3).

Mit ZEUS können forstliche Entscheidungsträger in ihrer Strategieplanung unterstützt werden. Das fertige System wird wichtige Impulse für forstliche Grundsatzentscheidungen in der Praxis liefern und in die Beratung des Privat- und Körperschaftswaldes Eingang finden. Der Einsatz eines Prototyps wird Ende 2003 stattfinden.

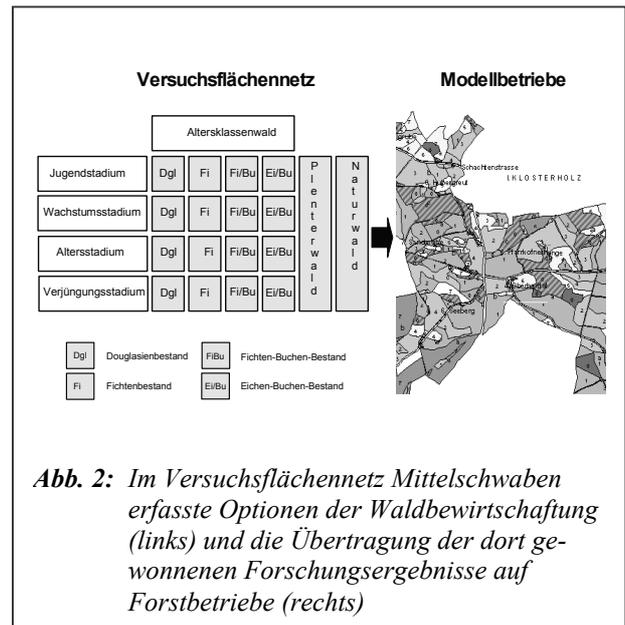
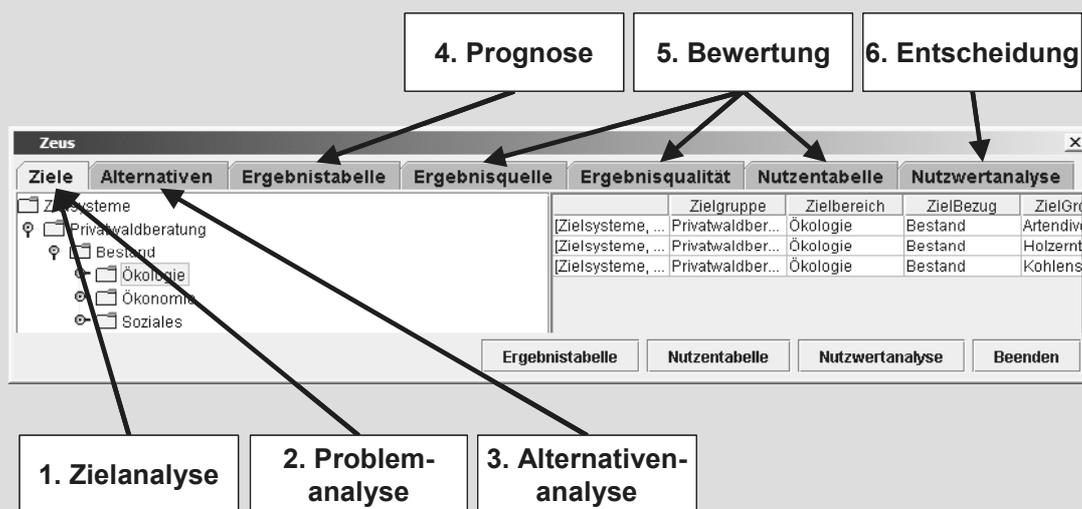


Abb. 2: Im Versuchsflächennetz Mittelschwaben erfasste Optionen der Waldbewirtschaftung (links) und die Übertragung der dort gewonnenen Forschungsergebnisse auf Forstbetriebe (rechts)

Abb. 3: Beispiel für einen Auswertungsdialog des Entscheidungsunterstützungssystems ZEUS

Der Nutzer legt zuerst konkrete Zielkriterien fest (1), deckt mögliche Zielkonflikte auf (2) und wählt die zur Erreichung seiner Ziele relevanten Bewirtschaftungsalternativen aus (3). Das Entscheidungsunterstützungssystem prognostiziert dann für jede Alternative die ausgewählten Zielkriterien (4) und ermöglicht es dem Nutzer, diese Prognosen mit verschiedenen Techniken zu bewerten (5). Daraus kann der Nutzer bereits erkennen, welche Alternative für seine Zielsetzung die günstigste ist. Zur Lösung komplexer Fragestellungen bietet das System eine dialoggestützte Nutzwertanalyse an (6).



Ganzheitliche Strategien

Umsetzung der Forschungsergebnisse und zukünftige Forschungsaktivitäten – ein Ausblick

*von Ullrich Klins**

Nach dem Abschluss der Projekte und der Bewertung der Ergebnisse wird die Bayerische Staatsforstverwaltung die Umsetzung im Staatswald und über die Beratung im Privat- und Körperschaftswald vorantreiben. Dazu fließen die Ergebnisse in Form von Verwaltungsvorschriften, Schulungen und Veröffentlichungen sowie anhand der forstpolitischen Argumentation in die forstliche Praxis ein. Die zahlreichen Daten und vorhandenen Beobachtungsflächen stellen zudem eine wichtige Basis für weitere Forschungsprojekte und wissenschaftlichen Austausch im Rahmen von internationalen Projekten dar, insbesondere bei einer gemeinsamen Forschungsausrichtung innerhalb der EU-Rahmenprogramme.

Bei zukünftigen Forschungsansätzen können die Ergebnisse aus den untersuchten Waldbeständen auf die regionale Ebene bezogen werden. Diese sind auch ein wichtiges Fundament für weiterführende, umfassende überregionale Untersuchungen.

In vielen Forschungsbereichen lassen sich zum Beispiel ökonomische Aspekte weiter vertiefen. Das Thema Holz – auch als Senke für Kohlendioxid – Logistik der Holzernette und vor allem die Bereiche Bewertung und Optimierung werden deshalb künftig einbezogen. Auch der schonende Maschineneinsatz stellt ein wichtiges Forschungsthema dar.

Bislang wurde die Biodiversität als Indikator für naturnahe Waldbewirtschaftung in Deutschland betrachtet – oft zu unrecht, wie die Ergebnisse zeigen. Die Entwicklung tragfähiger Kriterien für Naturnähe wird nicht nur mit Blick auf die Waldbewirtschaftung und den Waldumbau immer dring-

licher, sondern auch wegen der Diskussion um die Biodiversitätskonvention (Wald als Lebensraum) und die Ausweisung von FFH-Gebieten. Dazu scheinen über alle Regionen hinweg abgestimmte, zusätzliche Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Waldstruktur, Fauna, Flora, Pilze, Genetik, Böden und Naturnähe erforderlich. Es wurde deutlich, dass der Einfluss der Bestandesstruktur auf die Artenzahlen von Flora und Fauna möglicherweise größer ist als der Einfluss der Baumarten. Wir wollen deshalb wissen, ob durch eine stärkere Strukturierung von Waldbeständen zusätzliche Alternativen zur vermehrten Einbringung von Laubwald bei gleichzeitiger Erhöhung der Diversität geschaffen werden können und welche Kriterien für die Strukturierung maßgeblich sind.

Der Dreiklang „Wald, Wasser, Atmosphäre“ hat vor dem Hintergrund der Hochwasserkatastrophen in den letzten Jahren besonders an Bedeutung gewonnen. Wir brauchen eine regionen- und ressortübergreifende Zusammenarbeit bei der Suche nach Möglichkeiten, wie der Wald und seine naturnahe Bewirtschaftung künftig zur Vermeidung oder Milderung derartiger Ereignisse beitragen können. Das Wissen zu Wald, Wasser und Atmosphäre sollte in breiter, interdisziplinärer Zusammenarbeit gebündelt und zu ganzheitlichen Strategien weiterentwickelt werden.

Alle genannten Aspekte können als wichtige Ergänzungen in das entwickelte Entscheidungunterstützungssystem ZEUS einfließen, um bei komplexen Entscheidungen für Waldbesitzer aller Art eine noch ausgeprägtere Hilfestellung zu leisten.

* Dr. ULLRICH KLINS ist wissenschaftlicher Koordinator für forstliche Projekte in Bayern im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“.

Borkenkäfer – aktuelle Befallssituation

Zeit nutzen zur Borkenkäferbekämpfung

von Gabriele Lobinger*

Befallssituation 2003

In diesem Jahr kam es bayernweit zu starkem Borkenkäferbefall, ausgelöst vorwiegend vom **Kupferstecher**. Dieser befällt normalerweise Jungfichten bzw. schwächere Resthölzer wie Gipfelstücke und Äste. Er kann sich in Brutmaterial ab 3 cm Durchmesser erfolgreich vermehren. Bei ausreichendem Brutraumangebot baut er hohe Dichten auf und ist dann zum Befall stehender Altbäume fähig. Angriffspunkt ist dabei der Kronenraum. Die vielerorts auffällig hohen Kupferstecherfänge in Lockstoff-Fallen im Frühjahr 2003 (gegenüber 2002 bis zu zehnfach erhöhte Anflugzahlen) weisen bereits auf eine enorme Dichteerhöhung dieses Borkenkäfers hin.



Abb. 1: Vom Käfer befallene Fichten

Das typische Befallsbild im Jahr 2003 zeigt sich unter der Rinde. Erstbefall auch im Stammbereich erfolgte meist durch Kupferstecher. Erst später kam der Buchdrucker hinzu (Abb. 2). Zu erkennen ist die oft starke Einschränkung des Buchdruckers auf Grund der Konkurrenz des Kupferstechers (kurze Muttergänge und Larvenfraßgänge).

Erhöhte Aufmerksamkeit ist nun geboten

Der **Buchdruckerflug** wies in der ersten Schwärmwelle 2003 nur Latenzniveau auf. Der Buchdrucker konnte sich aber in dem vom Kupferstecher erschlossenen zusätzlichen Brutraum aufbauen. Häufig weiteten sich die Befallsherde von den Kupferstecher„nestern“ wegen des Buchdruckerbefalls weiter aus.

Käferentwicklung

Die heiße und trockene Witterung bot beiden Borkenkäferarten ideale Voraussetzungen:

- günstige Schwärm- und Befallsbedingungen im Frühjahr (Ende April/Anfang Mai);
- rasche und effektive Vermehrung; die Brut entwickelte sich sehr schnell (maximal sechs Wochen für eine Generation);
- Neubefall (Stehendbefall) wurde erleichtert durch trockenheitsgeschwächte Fichten.

Zwei Jungkäfergenerationen konnten sich entwickeln und ausfliegen, eine dritte Generation wurde angelegt. Diese überwintert in den Brutstämmen und stellt das Angriffspotenzial für 2004 dar. Daneben wurden mindestens zwei Geschwistergenerationen produziert.

Handlungsempfehlungen

Die Befallsaktivität von Buchdrucker und Kupferstecher ist für dieses Jahr abgeschlossen. Altkäfer des Kupferstechers ziehen sich zur Überwinterung vorwiegend in die Bodenstreu zurück. Buchdrucker überwintern als Käfer im Brutholz bzw. im Boden.

Die Bekämpfung konzentriert sich auf Brutstadien und nicht fertig entwickelte Jungkäfer beider Arten. Mit einem Absterben der Larvenstadien und Käferpuppen ist entgegen der in älteren Veröffentlichungen und Lehrbüchern geäußerten Ansicht

* PD Dr. GABRIELE LOBINGER ist Mitarbeiterin im Sachgebiet V Waldökologie und Waldschutz der LWF.

auch bei tiefen Wintertemperaturen nicht zu rechnen.

Bekämpfungsaktivitäten Herbst/Winter

- Käferbäume aufspüren und markieren;
- Einschlag
 - ▶ Entfernung des unentrindeten Holzes aus dem Wald (500 m) oder
 - ▶ Entrindung,
 - ▶ Insektizideinsatz mit für Borkenkäferbekämpfung zugelassenen Präparaten (Polterspritzung) **nur, wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft sind - nicht vor Frühjahr 2004**, eine flächige Insektizid- ausbringung ist verboten.

Wichtig ist, Äste und Gipfelstücke (Mulchen, Häckseln, Verbrennen) zu vernichten, weil sie die Vermehrung des Kupferstechers weiter fördern. Er kann das Material aus Herbsteneinschlag auch noch im Frühjahr als Brutraum nutzen.

In Bayern existieren zur Zeit 114 geförderte Holzheiz(kraft)werke, die Waldhackschnitzel als Brennstoff einsetzen. Für Waldbesitzer besteht daher die Möglichkeit, die im Rahmen der Borkenkäferbekämpfung erzeugten Hackschnitzel an die Heizwerke zu verkaufen. Auf diese Weise können die Waldbesitzer die bei der Borkenkäferbekämpfung anfallenden Kosten minimieren. Verschiedene Aufarbeitungsverfahren für Kronenmaterial, Leistungen und Kosten sind in LWFaktuell Nr. 39 dargestellt.

Maßnahmen im Frühjahr 2004

Befallsherde möglichst früh erkennen

Beim *Buchdrucker* erfolgt dies am zuverlässigsten anhand der Bohrmehlsuche. Diese muss bei trockener Witterung und im Frühjahr möglichst zeitnah am Schwärmgeschehen erfolgen. Hilfreich ist dabei der Einsatz von Pheromonfallen, um die Käferaktivität zu beobachten. Sie liefern Informationen über Schwärmbeginn, Ausgangsdichte und Erfolg der Bekämpfungsmaßnahmen im Herbst/Winter.

Regelmäßige Befallskontrolle ist besonders wichtig in Bereichen vorjähriger Befallsorte, an Windwurfnestern und an süd-/südwestexponierten Rändern.

Andere Symptome wie Harzfluss am Kronenan-satz können auf Käferbefall hindeuten, sind aber nicht zuverlässig.

Eine Früherkennung von *Kupferstecherbefall* ist kaum möglich. Bohrmehlsuche ist hier nicht erfolgreich. Eine rotgefärbte Krone oder abfallende grüne Nadeln zeigen sich meist erst, wenn das Befallsgeschehen abgeschlossen und die Jungkäfer bereits ausgeflogen sind.



Abb. 2: Typisches Befallsbild 2003: Erstbefall durch Kupferstecher, sekundär Buchdruckerbefall

Rasche Aufarbeitung

Die Aufarbeitung befallener Bäume muss möglichst schnell (vor Ausflug der Elternkäfer zur Anlage einer Geschwisterbrut) bzw. spätestens vier Wochen nach Befall, also vor Ausschwärmen der Jungkäfer, erfolgen. Bei Entrindung während der Vegetationsperiode empfiehlt es sich, die Rinde zu Haufen aufzuwerfen. Im Inneren dieser Aufhäufungen entstehen in kurzer Zeit Temperaturen bis 65°C, die die noch lebenden, flugbereiten Käfer abtöten.

Ausblick 2004

Erfahrungsgemäß dauern Kupferstecher-Massenvermehrungen nur ein bis maximal zwei Jahre an. Allerdings ist wegen der durch die Trockenheit geschwächten Fichte auch im kommenden Jahr noch erhöhte Sorgfalt angebracht. Kupferstechertaugliches bzw. -befallenes Material muss bis zum Frühjahr entfernt bzw. vernichtet werden.

Hinzu kommt, dass der vom Kupferstecher erschlossene Brutraum als Starthilfe für eine verstärkte Buchdruckervermehrung diene.

Ein Aufbau der Buchdruckerpopulation deutet sich bereits in Form seiner vermehrten Beteiligung am Stehendbefall der zweiten Schwärmwelle 2003 an.

Es besteht kein Anlass zur Panik, jedoch sind erhöhte Aufmerksamkeit und vermehrter Kontrollaufwand angezeigt.



Der Große Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*)

Bayernweit wird vermehrt Borkenkäferbefall an Lärche beobachtet. Es handelt sich dabei in den meisten Fällen um den Großen Lärchenborkenkäfer, *Ips cembrae*. Buchdruckerbefall kommt nur gelegentlich und in geringem Ausmaß an Lärche vor.

Ips cembrae befällt normalerweise nur geschwächte oder frisch abgestorbene Lärchen aller Altersklassen. Die Witterung in der Vegetationsperiode 2003 rief bei der Lärche Trockenschäden und Abwehrschwäche hervor, die auch diese Borkenkäferart stark begünstigten. Stellenweise trat erheblicher Stehendbefall auf.

Der Lärchenborkenkäfer ähnelt in Größe und Habitus sehr dem Buchdrucker. Er gehört ebenfalls zu den Spätschwärmern (Mai) und befällt bevorzugt Lärchen, nur selten geschwächte Fichten, Kiefern oder Douglasien.

Ips cembrae ist ein polygamer Rindenbrüter. Aus der Rammelkammer führen meist drei (manchmal mehr) Muttergänge von bis zu 20 cm Länge zunächst sternförmig in verschiedene Richtungen und biegen dann in Faserrichtung ab. Die Larvengänge verlaufen vorwiegend quer zur Faserrichtung. Die Brutbilder können denen des Buchdruckers sehr ähneln (siehe Abbildung).

Die Jungkäfer haben ihre Entwicklung in der Regel bis Juli abgeschlossen, der Reifefraß findet am Brutort oder an Ästen und jungen Trieben der Lärche statt. Unter günstigen Bedingungen entwickelt sich eine zweite Jungkäfergeneration sowie Geschwisterbruten. Alle Entwicklungsstadien überwintern im Brutbild, flugbereite Käfer teilweise auch in der Bodenstreu.

Der Große Lärchenborkenkäfer wird wie der Buchdrucker durch Entnahme befallener Stämme und Entrindung bzw. Entfernung des Materials aus dem Bestand bekämpft.

Abbildung: aus NOVÁK, HROZINKA, STARY (1986): Atlas schädlicher Forstinsekten

Weitere Literaturinformationen bei der Autorin.

Gabriele Lobinger, SG V, LWF

Borkenkäfervortrag

Aufgrund der großen Nachfrage der Waldbesitzer nach Information und Vorträgen zum Borkenkäfer stellen wir den Foliensatz zum Borkenkäfervortrag von Frau Dr. Lobinger den Forstwirtschaftlichen Vereinigungen zur Verfügung. Rückfragen bitte an den Öffentlichkeitsbeauftragten der LWF:

Georg Deffner, def@lwf.uni-muenchen.de, Telefon: 08161/71-4929

Flusslandschaft des Jahres 2002/2003

Die Ilz – schwarze Perle aus dem Bayerischen Wald

Wie das Flusssystem einst zur Holzbringung verwendet wurde

von Joachim Hamberger*

Die bei Passau in die Donau mündende Ilz wird wegen ihrer schwärzlichen Farbe auch als die „schwarze Perle des Bayerischen Waldes“ bezeichnet. Die Naturfreunde Deutschlands und der Deutsche Anglerverband ernannten sie zur Flusslandschaft des Jahres 2002/2003. Mit diesem Titel soll die landschaftliche Schönheit des Ilztales herausgestellt und die Leistungen der Bevölkerung gewürdigt werden, die bislang zum Schutz der Ilz ergriffen wurden. Die Auszeichnung enthält aber auch die Verpflichtung, Gewässerqualität und Ökosystem weiter zu verbessern. Der Titel wird auf zwei Jahre vergeben, um eine optimale Umsetzung geplanter Vorhaben zu ermöglichen. Die Ilz ist jedoch nicht nur wasserwirtschaftlich und ökologisch interessant. Vor allem im 18. und 19. Jahrhundert wurde auf der Ilz Holz getriftet und in die großen Städte an der Donau verbracht.

Ökologische Bedeutung der Ilz

Das Einzugsgebiet der Ilz erstreckt sich von der Mündung bei Passau bis zu den Höhen des Nationalparks Bayerischer Wald. Es weist einen Höhenunterschied von über 1.000 Metern auf. Die Quellflüsse Kleine und Große Ohe sowie die Mitternacher Ohe entwässern den Nationalpark und fließen südlich von Grafenau zur eigentlichen Ilz zusammen. Weil die Ilz Hochmoore und Fichtenwälder durchfließt, ist ihr Wasser bräunlich bis schwärzlich gefärbt. Es ist weich, da es kristalline Gneise und Granite durchsickert.

Der Gesteinswechsel zwischen Granit und Gneis ist auch die Ursache für das Entstehen eindrucksvoller Schluchten. Der Pfahl, eine geologische Störung, der das Einzugsgebiet von Südost nach Nordwest durchzieht, führt zu markanten Flussablenkungen. Der kleinere Aicha-Halser Nebenpfahl bei Passau ist verantwortlich für die berühmten Halser Ilzschleifen sowie für den Verlauf der Donau bis weit nach Österreich hinein.

Die besondere ökologische Bedeutung des Ilztales liegt in seiner Funktion als Verbindungsachse zwischen den Lebensräumen im Inneren Bayerischen Wald und dem Donautal. In der Ilz und ihren Quellflüssen halten sich mindestens 32 Fischarten auf. Die Artenzahl nimmt naturgemäß von den

Quellen zum Unterlauf zu. Nasen, Barben, Neunaugen und andere Fischarten leben dauernd in der Ilz. Zander, Äsche und Flussbarsch sind Donau-

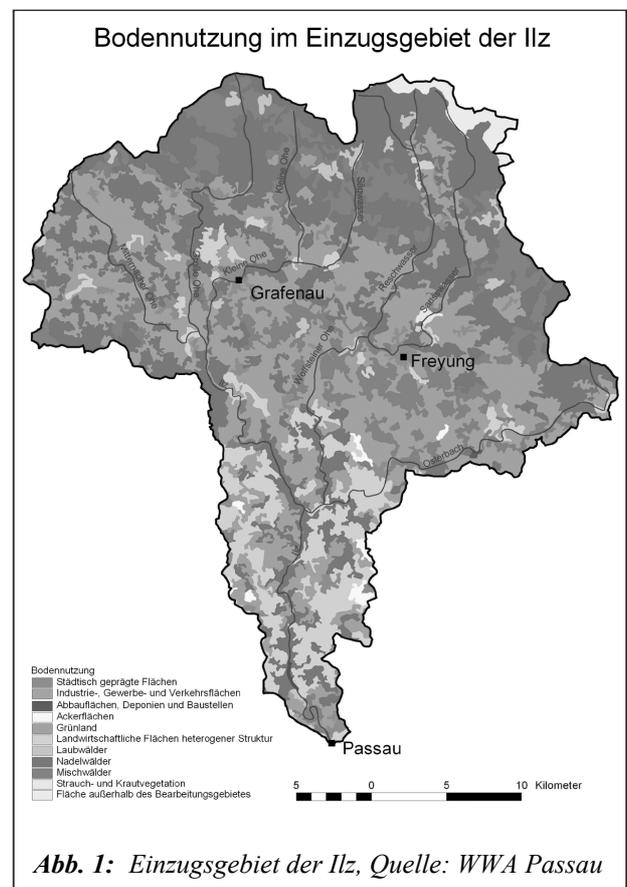


Abb. 1: Einzugsgebiet der Ilz, Quelle: WWA Passau

* Dr. JOACHIM HAMBERGER ist Redakteur von LWFaktuell.

fische, die die Ilz als Laichgewässer nutzen. In der Ilz findet sich auch heute noch die Flussperlmuschel. Allerdings ist ihr Bestand trotz zahlreicher Artenhilfsmaßnahmen rückläufig.

Transportwesen in früherer Zeit

Weil Holz ein sperriges Transportgut ist, war in der vormotorisierten Zeit der Wasserweg die einzige Möglichkeit, Brenn- und Bauholz über große Distanzen zu transportieren. Wird das Holz ungebündelt auf dem Wasserweg verfrachtet, spricht man von Trift, werden Stämme zusammengebunden, spricht man von Flößerei. Geflößt wurde aber nur auf den größeren Flüssen wie Main, Isar oder Donau.

Den im 18. Jahrhundert noch unbesiedelten und holzreichen Höhenzügen des Bayerischen Waldes lagen die bevölkerungsreichen Städte auf den fruchtbaren, aber waldarmen Gäuböden des Donautales zu Füßen. Was lag also näher als einen Ausgleich zwischen Überschussgebiet und Mangelregion zu schaffen? Weil mit einer solchen Ressourcenverschiebung ein Geschäft zu machen ist, begannen ab 1729 die Passauer Fürstbischöfe an der oberen Ilz die Gewässer triftmäßig auszubauen.

Ausbau der Ilz

Das Wasser der Bäche und Flüsse wurde gefasst, der Ausbau immer mehr in den Bayerischen Wald hineingetrieben. Bäche wurden bis zu den Einschlagsorten ausgebaut und dazwischen Querkanaäle errichtet, um möglichst viel Wasser zu fassen. Das Holz wurde im Sommer geschlagen und während der Schneeschmelze über die dann wasserreichen Flüsse als Blochholz oder Scheitholz zu Tal befördert. Für die Trift vom Inneren Bayerischen Wald bis nach Passau war mit etwa sechs Wochen zu rechnen.

Immer Ärger mit Bayern

Weil die fürstbischöflich-passauische Trift auch Flussabschnitte passierte, die zu Kurbayern gehörten, kam es immer wieder zu Reibereien zwischen Fürstbistum und Kurfürstentum. Als Ausgleich hatten die Passauer jährlich 1.600 Klafter Brennholz (1 Klafter = 3,1 Raummeter) zu einem Vorzugspreis an das Brauhaus im bayerischen Hals zu liefern. Dennoch gingen die Streitereien weiter bis zur Auflösung des Fürstbistums.

Um 1750 waren alle Bäche im Einzugsbereich der Ilz erschlossen. Die damals noch vorhandenen Urwälder wurden zunächst von den Einhängen der Bäche her in Form von Kulissenhieben genutzt.

An der Ilzmündung bei Passau wurde das Holz mit einem quer zum Fluss schwimmenden Rechen aufgefangen. Während der Triftsaison zogen bis zu 500 Arbeiter die Scheite aus dem Wasser und luden es auf Lastkähne, sogenannte Kelheimer, die das nasse Holz zum Trocken zu Holzhöfen brachten. Das trockene Holz wurde dann erneut auf Schiffe verladen und donauabwärts in die großen Städte Österreichs transportiert.

Um 1775 wurden so jährlich an die 20.000 Klafter Brennholz von Passau nach Wien verschifft.



230 km ausgebaute Triftwege

Während der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert kam die Trift wegen der großen politischen Umwälzungen und der vielen Kriege fast zum Erliegen. In königlich bayerischer Zeit wurde sie wieder aufgenommen und gelangte zu nie vorher da gewesenen Ausmaßen. Die bayerische Forstverwaltung, der die Passauer Triftanlagen übertragen wurden, baute das Triftsystem auf 230 km Länge aus. Jährlich wurden bis zu 100.000 fm verfrachtet.

Im 19. Jahrhundert wurden im ganzen Bayerischen Wald Klausen gebaut, in denen das Wasser

gestaut wurde, um das Holz mit einem Schwall in die größeren Vorfluter Ilz und Regen zu schwemmen. Das machte die Trift unabhängiger von der Schneeschmelze. Zwischen Lusen und Rachel ist z. B. noch die Martinsklause erhalten.

Unter Ludwig I. wurde bei Hals (heute Stadtteil von Passau) ein Trifttunnel gebaut, der die Ilzschleife bei Hals abkürzt und die Triftzeit um eine $\frac{3}{4}$ Stunde verringerte (Abb. 2). Außerdem konnten so Triftschäden an Mühlen und sonstigen Wasserbaueinrichtungen in Hals vermieden werden. Dort verkeilte sich das Holz wegen der engen Schleife besonders gern. Das Holz wurde an einer Sperre vor dem Tunnel gestaut und in Teilmengen Richtung Passau abgelassen, wo es herausgefischt wurde. Der heute noch begehbbare Tunnel ist 115 m lang.

Ende der Trift

Die Triftmengen gingen gegen Ende des 19. Jahrhunderts zurück, weil immer mehr Holz mit der Eisenbahn aus dem Wald gebracht wurde (die Eisenbahnlinien Freyung-Passau und Deggendorf-Zwiesel wurden 1890 errichtet). In die Städte wurde weniger Brennholz geliefert, weil man dort inzwischen Steinkohle verheizte. 1877 wurde das letzte Passauer Brennholz nach Wien auf der Donau transportiert.

Mehr als ein Jahrhundert waren Trift und Holztransport auf den Flüssen entscheidend für die Energieversorgung der wachsenden Städte.

Heute wird die Trift nur noch bei historischen Vorführungen ausgeübt. So zeigte das Forstamt Kötzing im August 2003 vor großem Publikum eindrucksvoll, wie auf dem Regen einst getriftet wurde (siehe Kasten unten).

Literatur

BUTZ, L.; EDEN, D.; FEUCHTGRUBER, J. (2002): Die Ilz - Flußlandschaft des Jahres 2002/2003. Der Bayerische Wald, Zeitschrift für naturwissenschaftliche Bildung und Forschung im Bayerischen Wald., Jg. 16, Nr. 1+2, Passau, S. 4-7

DEICHNER, O., SCHMIDT, H., FOCKLER, F., HERRMANN, TH. (2002): Die Ilz - Zustand und Entwicklungsmöglichkeiten des Flussmündungsabschnitts in Passau. Der Bayerische Wald, Zeitschrift für naturwissenschaftliche Bildung und Forschung im Bayerischen Wald., Jg. 16, Nr. 1+2, Passau, S. 8-21

GLEIBNER, R. (1983): Die Entwicklung von Holznutzung und Holztransport im Ilzgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Forstwirtschaftspolitik im 19. und 20. Jahrhundert. Typoskript, Holzknemtmuseum Ruhpolding, 188 S.



Flößerei in Kötzing

Das Forstamt Kötzing veranstaltete im August 2003 einen Floßtag. Anlaß war das 50-jährige Jubiläum der Stadterhebung Kötztings. Auf dem Regen wurde gezeigt, wie anno dazumal sperrige Baumstämme transportiert wurden. Dazu organisierte sich das Forstamt Hilfe aus dem fränkischen Unterrodach (Landkreis Kronach), wo es nicht nur ein Flößermuseum, sondern auch einen aktiven Flößerverein gibt, der altes Handwerk und Brauchtum am Leben erhält. Die Beziehungen zwischen den beiden Regionen sind aber schon viel älter, wanderten doch früher etliche Familien aus dem Frankenwald in den Bayerischen Wald aus, um sich dort eine

Existenz in der Holzvermarktung aufzubauen.

Bis zur Einstellung der Trift auf dem Regen in den 1960er Jahren war das Forstamt Kötzing auch Triftbehörde und hatte die Einhaltung der „Triftordnung für Regen und Ilz“ aus dem Jahr 1912 zu überwachen.

Abbildung: Unterrodacher Flößer aus dem Frankenwald zeigen auf dem Regen, wie früher Holz transportiert wurde.

jhh

Der Standort spielt eine wichtige Rolle

Düngemaßnahmen in der Schutzwaldsanierung

von Roland Baier*

In den Bayerischen Kalkalpen zeigen junge Fichten auf flachgründigen Standorten häufig Wuchsstockungen und mangelhafte Ernährung. Die Gründe sind bis heute nicht ausreichend geklärt – das deutlich einseitige Überangebot an Calcium und Magnesium als Ursache hierfür scheint aber wahrscheinlich. Düngeversuche zur Verbesserung der Ernährungssituation erbrachten bisher keine eindeutigen Ergebnisse.

An zwei einzelbaum-gedüngten Hochlagenstandorten (Rottauer Alm, Forstamt Marquartstein und Fischbachkopf, Forstamt Mittenwald) untersuchten wir daher

- die Biomasseentwicklung und Mykorrhizierung im Hinblick auf den verwendeten Dünger (NPK oder Biosol);
- die Wurzelentwicklung der Pflanzen;
- Anpassungsmechanismen der Fichte an schwierige Standortverhältnisse.

Beide Sanierungsflächen sind flachgründig, südexponiert und mit 17-jährigen Fichten aus Container-Anzucht bestockt. Sie unterscheiden sich jedoch in den in Tabelle 1 wiedergegeben Punkten.

Tab. 1: Kurzcharakteristik der Untersuchungsflächen

	Rottauer Alm	Fischbachkopf
Höhenlage [m ü. NN]	1050	1550
Jahresniederschläge [mm]	1900	2150
Jahresdurchschnittstemperatur [°C]	4,8	2,5
Vegetation	mäßig trockener montaner Bergmischwald	mäßig frischer hochmontaner Bergmischwald
Nutzungsgeschichte	nicht beweidet	beweidet

Am Einzelbaum wurden Biomassekennwerte, Bodendaten und Ernährungskennwerte erhoben. Auf der Fläche Rottauer Alm bestimmten wir zusätzlich den Mykorrhizabesatz. Um ein möglichst breites Spektrum an Pflanzenzuständen abzudecken, beprobten wir wüchsige und mattwüchsige Bäume. Als Vergleichswert für die Ernährungsbeurteilung wurden Naturverjüngungsfichten herangezogen.

Düngereaktion der Jungfichten

Fünf Vegetationsperioden nach der Düngemaßnahme waren die Nährelementgehalte von Stickstoff und Phosphor in den Nadeln wieder im Mangelbereich. Die gedüngten Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium waren auch im Boden nur noch schwer nachzuweisen. Vermutlich wurden diese bei den hohen Niederschlägen zu einem Großteil aus dem Boden aus- und oberflächlich abgewaschen. Die NPK-Düngung führte zur größten Wachstumssteigerung. Mit 120 g pro Pflanze war dieser Dünger jedoch über das pflanzenverwertbare Maß dosiert. Im Vergleich zu den

am besten wachsenden, ungedüngten Bäumen erbrachte die Düngung einen durchschnittlichen Mehrzuwachs der Triebblängen von 3 cm/Jahr.

Biosol zeigte ebenfalls positive Wirkung auf das Wachstum der Triebblängen; in diesem Dünger war aber vermutlich der Phosphoranteil zu niedrig. Die Triebblängensteigerung wirkte insgesamt nur kurz und klang bereits nach vier Jahren wieder ab.

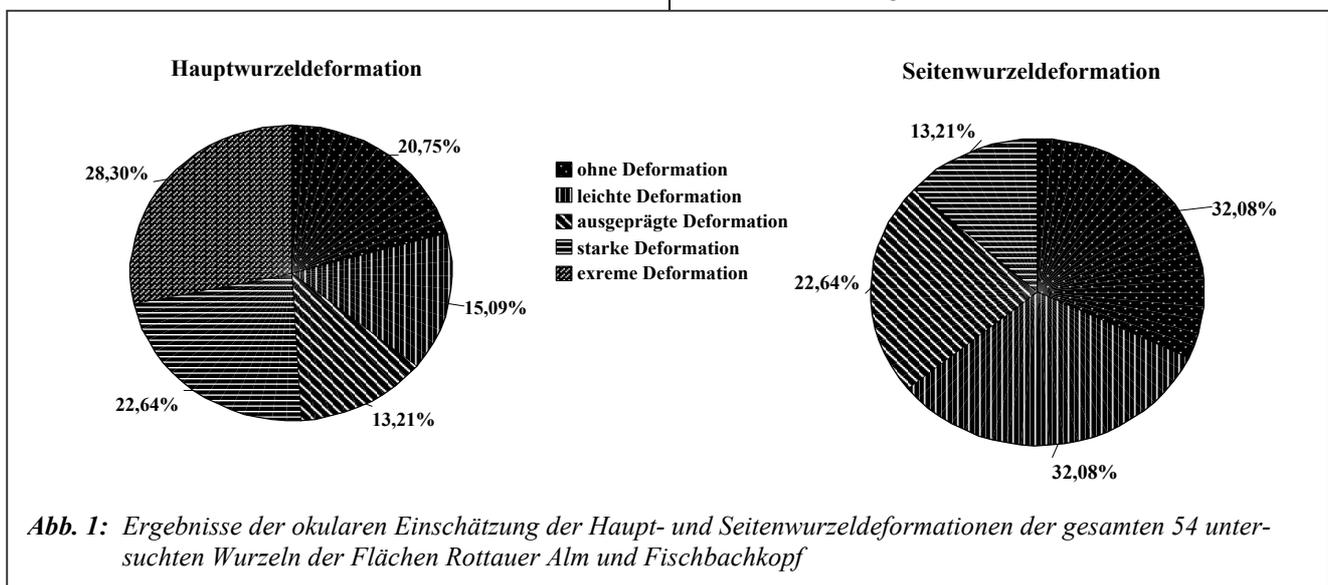
Als besorgniserregend zeigte sich die Wurzelentwicklung der Container-Pflanzen der „ersten Generation“. Neben dem bereits vermuteten hohen Deformationsgrad (Abb. 1) war die Verteilung der

* ROLAND BAIER ist Mitarbeiter am Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt der TU München.

Horizontalwurzeln am Hang unbefriedigend. Bisherige Untersuchungen aus der Schweiz belegen, dass junge Fichten aus Naturverjüngung im Gebirge den Schwerpunkt ihrer Wurzeln oberhalb des Baumes ausbilden. In unserer Studie war die Verteilung Berg/Tal - Grobwurzeln entweder gleich (Rottauer Alm) oder es waren sogar mehr Wurzeln Richtung Tal (Fischbachkopf) ausgerichtet (Abb. 2). Da sich bereits deformierte Wurzeln kaum erholen, ist vergleichbar einem „Weinglas am Hang“, die spätere Stabilität der Bäume gegen Schneebewegungen beeinträchtigt (vgl. Kasten S. 25).

Mykorrhiza-WWW

Die Mykorrhizabiozönose an den Jungfichten der Fläche Rottauer Alm ist sehr vielfältig. Dies ist auf den noch weitgehend vorhandenen Altbestand zurückzuführen, da die Fichten nach dem Verpflanzen nahtlos in das bestehende Ekto-Mykorrhiza-Netzwerk (dem „WWW“ - Woodwide-web) integriert wurden. Insgesamt hatte die Düngung das Gattungsspektrum der Mykorrhizen verschoben, aber es gingen keine Gattungen verloren. Direkte Aussagen über Folgen für die Baumernährung sind daher bei heutigem Wissensstand noch nicht möglich.



Je größer die Wurzel ausdehnung, um so stärker war die Reaktion auf die Düngung. Für die Regeneration des Wurzelsystems nach dem Verpflanzen waren vermutlich mehrere Faktoren wie Container-typ und Pflanzverfahren (teilweise Locheisenpflanzung) bedeutend. Außerdem bildeten sich in den mächtigen Humusaufgaben (vor allem im nicht beweideten Bergmischwald) meist neue, sproßbürtige Wurzeln am Stammfuß. Diese verbessern die Nährelementaufnahme, nicht jedoch die Stabilität. Da das Wurzelwachstum stark temperaturabhängig ist, war die Anpassung des Wurzelsystems an eine neue Umwelt auch mit zunehmender Höhenlage (Sanierungsfläche Fischbachkopf) beeinträchtigt.

Anpassungsmechanismen der Fichte auf südexponierten Karbonatstandorten

Unsere Untersuchung erlaubt auch Rückschlüsse auf mögliche Anpassungsmechanismen der Fichte an schwierige Standortverhältnisse. Die Fichte ist unter Gebirgsbedingungen durch langsames Wachstum an ein niedriges Nährstoffpotenzial (in unserem Fall vor allem Stickstoff und Phosphor, verstärkt durch Trockenphasen) angepasst. Damit verfolgt sie klar das Ziel einer Klimaxbaumart: Langsames Wachstum in der Jugend – dafür hohes maximal erreichbares Endalter. Diese Anpassung bestätigten in unserer Studie langsam wachsende Bäume auf ungedüngten Standorten. Diese erreichten durch kleinere Nadeln sowie eine größere Wurzel- und Mykorrhizadichte (damit bessere Ressourcenerschließung) die gleichen Nährelementkonzentrationen wie gedüngte, wüchsige Fichten

(Abb. 3). Die an eher saure Verhältnisse angepasste Fichte zeigte die höchste Feinwurzel-dichte in der Humusauf-lage. Hier kommen auch verstärkt säure-liebende Mykorrhizen (z. B. *Cenococcum geophi-lum*) vor, welche die Feinwurzeln vor Trocken-schäden schützen. Unter den beschriebenen Ver-hältnissen konzentriert die Fichte, ähnlich Bäu-men in tropischen Regenwäldern, ihre Nährelement-aufnahme bevorzugt auf die Humusauf-lage.

erreicht wird, nach der das Trieb-längenwachstum nicht mehr in dem bekannten Maß gesteigert wer-den kann. Andererseits könnte der Baum mit zu-nehmender Größe auch in zügiges Höhenwachstum übergehen, da er dann genügende Speichergewe-be als Zwischendepot zur Verfügung hat und zusätz-lich neue Nährstoffressourcen mit dem ausgedeh-nerten Wurzelsystem erschließen kann. Insgesamt ist es daher schwierig, bei Düngemaßnahmen vom

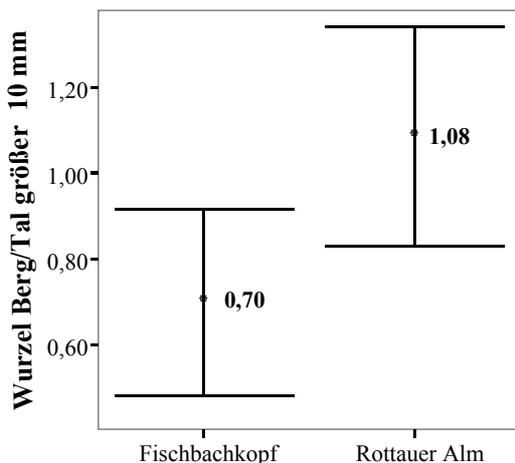


Abb. 2: Quotient aus berg- und talseits verlaufenden Wurzeln der untersuchten Fichten, getrennt nach Flächen

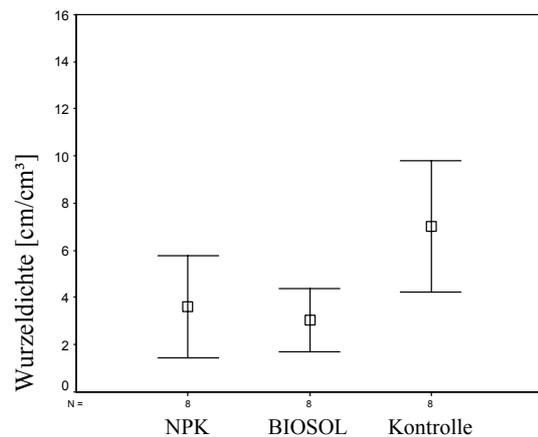


Abb. 3: Feinstwurzel-dichte der Probebäume auf der Rottauer Alm in Abhängigkeit von der Düngemaßnahme

Die Naturverjüngung wuchs auf mächtigen Skelett-Humus-Böden („Tangelrendzinen“), hatte herausragende Ernährungskennwerte und war mit einer hohen Benadelungsdichte in ihrer Gesamterscheinung als sehr vital zu beurteilen. Sie ist besonders gut angepasst und unterscheidet sich dadurch deutlich von den gepflanzten Fichten. Entscheidend scheint hierbei die Faktorenkombination ungestörte Wurzelentwicklung, vitale Mykorrhizierung und organische Auflage zu sein.

Die Fichte kann demnach das Überangebot an Nährstoffen aus der Düngung nicht ausschöpfen. Ihre langfristige Überlebensstrategie ist es, zusätzliche Nährstoffe in das interne Nährelementdepot der Gesamtnadelmasse zu investieren und nicht in übermäßiges Wachstum oder eine Steigerung von Nadelspiegelwerten. Düngemaßnahmen führen daher nur zu einem vorübergehenden Mehrzuwachs. Sie wirken insgesamt aber vitalisierend auf den Baum. Es könnte jedoch sein, dass bei wiederholter Düngung eine Art „Sättigung“ der Pflanze

heutigen Zeitpunkt auf die Standzeit von Verbauungen (z. B. 30 Jahre) hochzurechnen und wie z. B. in unserem Fall einen Mehrzuwachs von 90 cm (bei 3 cm Mehrzuwachs / Jahr) zu prognostizieren.

Folgerungen für die Schutzwald-sanierungspraxis

- Die bisher empfohlene Aufwandsmenge von 100 g NPK/Pflanze ist zu hoch. In Anbetracht der hohen Nährelementgehalte im Dünger dürften je nach Baumgröße 30 - 45 g NPK ausreichen. Anstelle von granuliertem Dünger sind vorzugsweise langsam lösliche Düngetabletten (keine Aufnahme durch Raufußhühner und längerer Verbleib im System) auszubringen und dabei verteilt oberhalb des Baumes leicht in die Humusauf-lage einzuarbeiten. Da der Schwerpunkt der Feinwurzeln in der organischen Auflage liegt, darf der Dünger jedoch auch nicht zu tief eingebracht werden.

- Da auch vergleichsweise kleine Pflanzen gut auf die Düngung ansprechen, sollten nicht nur die kräftigsten Pflanzen gedüngt werden.
- Düngung zur Triebblängensteigerung ist mehrmals zu wiederholen (i. d. R. nach fünf Jahren). Durch die Düngung werden die Pflanzen vitalisiert (Steigerung des internen Nährstoffdepots). Ab vier bis fünf sattgrünen Nadeljahrgängen ist eine Fichte aber als ausreichend vital zu beurteilen. Ist Wachstumssteigerung nicht das Ziel, kann in diesem Fall auf Düngung verzichtet werden.
- Eine wiederholte Düngung von Pflanzen, die nicht auf eine Erstdüngung reagierten, ist nicht sinnvoll. Hier ist vermutlich das Wurzelsystem zu wenig entwickelt und irreversibel geschädigt.

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob eine Düngung notwendig ist und langfristig zum Ziel führt. Mögliche Entscheidungsgrundlagen für Düngungsmaßnahmen auf einer Fläche können ein bestimmtes Schutzgut (Objektschutz), zumeist verbunden mit hohen Investitionen (Verbauungen) und/oder hoher Verbissdruck sein. Orientiert am Einzelbaum, sollten Pflanzen von der Düngung ausgeschlossen

werden bei Gefahr von Schneeschimmelbefall, Schneegleiten und allgemein geringer Vitalität.

Die Vitalität der zu düngenden Bäume und damit der Erfolg einer Düngemaßnahme scheint um so günstiger, je mehr der ursprüngliche Waldbodencharakter, insbesondere Humusvorrat und Humusform, erhalten sind.

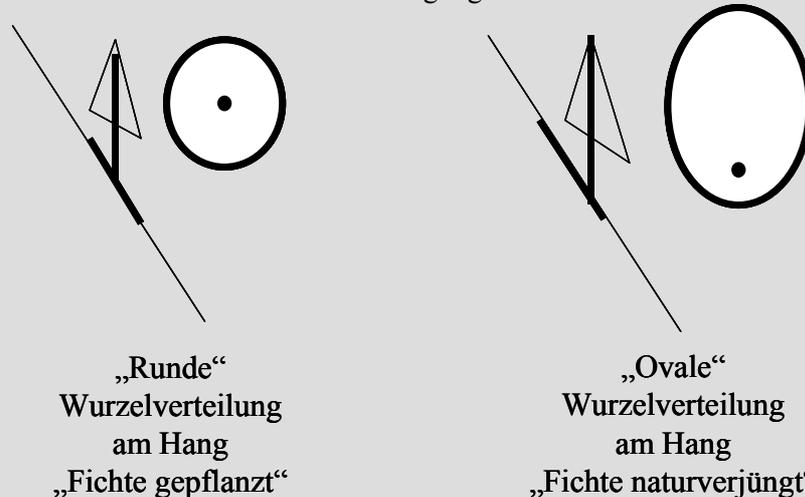
Ausblick

In unserer Studie bestätigte sich die Überlegenheit der Naturverjüngung in Ernährung und Vitalität. Die Gründe hierfür, insbesondere der Einfluss verschiedener Auflagehumusformen und Bodentypen auf Dolomit, sind bis heute zu wenig geklärt. In einem nächsten Schritt wollen wir daher die wichtigsten Einflussfaktoren auf Ernährung und Wachstum der Fichte auf schwierigen Gebirgsstandorten ermitteln.

Literatur

BAIER, R (2003): Auswirkungen von Düngemaßnahmen auf Ernährung, Biomasse-Entwicklung und Mykorrhizierung junger, gepflanzter Fichten auf Schutzwaldsaniierungsflächen. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt ST 121; TU München, Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt; unveröffentlicht

Weinglas am Hang bedeutet: Ungünstige Wurzelverteilung der Fichte und nur eng umgrenzter runder Wurzelbereich (entspricht gleiche Wurzelverteilung am Hang = Verhältnis 1,0 in Abb. 2). Normal müssten an Jungbäumen mehr Wurzeln hangaufwärts orientiert sein (also eher oval). Diese dienen einerseits als Zugwurzeln gegen mechanische Schäden (Schneegleiten), sind jedoch auch Ernährungsphysiologisch wichtig: Die Wurzeln folgen chemotaktisch dem erhöhten Nährstoffangebot aus dem von oben kommenden Hangzugwasser und verbessern so die Nährstoffversorgung des Baumes.



Mykorrhiza im Waldbau

Das unterirdische Geheimnis von Steinpilz und Trüffel

von Robert Nörr, Ingrid Kottke und Markus Blaschke*

Innigster Wunsch vieler Pilzforscher und Gourmets ist es seit Jahrzehnten, Steinpilz, Pfifferling und Trüffel zu kultivieren. Doch die bisherigen Erfolge sind bescheiden. Grund dafür ist die Abhängigkeit der Gaumenfreuden von bestimmten Baumarten. Im Labor ließ sich bislang diese Verbindung, die Pilzforscher als „Pilzwurzel“ oder „Mykorrhiza“ bezeichnen, kaum verwirklichen.

Was ist Mykorrhiza?

Mykorrhiza bezeichnet ein sehr enges Zusammenleben von Pilzen mit den Wurzeln höherer Pflanzen, von dem beide Seiten durch gegenseitigen Stoffaustausch profitieren. Man unterscheidet zwei Formen:

- Ektomykorrhiza

Die Ektomykorrhiza kommt an den meisten unserer Baumarten wie Buche, Eiche, Birke, Fichte, Lärche, Tanne, Kiefer und Douglasie vor. Die Hyphen der Pilze umspinnen die Wurzelspitzen und dringen netzartig in das Wurzelinnere ein, jedoch nicht in die Wurzelzellen der Bäume selbst. Die vom Pilz umspinnenen und verdickten Wurzelspitzen sind häufig mit bloßem Auge gut zu erkennen. Unter anderem so begehrte Speisepilze wie Steinpilz, Pfifferling und Maronenröhrling bilden diese Ektomykorrhizen aus.

- Endomykorrhiza

Die Endomykorrhiza findet sich vor allem bei krautigen Pflanzen, aber auch an Esche, Ahorn, Kirsche und Rosskastanie. Die Hyphen dringen dabei in die Wurzelzellen, aber nicht in das Leitgewebe ein. Bei diesen Pilzen handelt es sich um sehr ursprüngliche Arten, die keine Fruchtkörper bilden, wie wir sie von den Großpilzen her kennen, sondern sich mit unterirdisch gebildeten Sporen vermehren.

Welche Bedeutung hat Mykorrhiza?

Die Mehrzahl unserer Waldbäume ist auf Mykorrhizapilze angewiesen. So können u.a. Buche und Eiche ohne diese nicht überleben, da die Pilze für eine verbesserte Wasser- und Nährstoffaufnahme sorgen. Die zahllosen Hyphen der Pilze vergrößern die Oberfläche der Wurzeln enorm. Sie dringen bis in die Mikroporen der Böden ein. Gerade auf Extremstandorten wird damit das Überleben der Bäume gesichert. Im Gegenzug erhalten die Pilze von den Pflanzen Zucker (Glucose), die sie im Gegensatz zu Pflanzen nicht auf dem Wege der Photosynthese selbst herstellen können.

Wie viele Mykorrhizapilze existieren überhaupt?

Die Zahl der Pilzarten, die unsere Waldbäume mykorrhizieren können, wird auf 2.000 bis 5.000 geschätzt. Eine solche Vielfalt ist für die Bäume auch notwendig, um auf sich ändernde Bodenbedingungen reagieren zu können. So veränderte sich bei einem Versuch im Höglwald die Artenzusammensetzung der Pilze sowohl nach einer

Überlebensrate bei Buche nach Mykorrhizierung

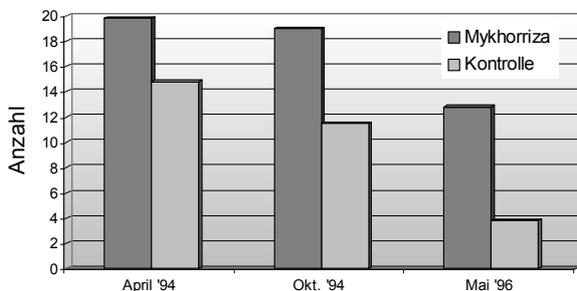


Abb. 1: Überlebensrate bei Buche nach künstlicher Mykorrhizierung im Vergleich zur Kontrollfläche (KOTTKE 1999)

* ROBERT NÖRR ist Mitarbeiter im Sachgebiet III (Waldbau und Forstplanung), MARKUS BLASCHKE im Sachgebiet V (Waldökologie und Waldschutz) der LWF. Apl. Prof. Dr. INGRID KOTTKE arbeitet am Lehrstuhl Spezielle Botanik und Mykologie der Universität Tübingen.

Beregnung mit schwefelsaurem Wasser (pH 2,8) als auch nach einer Kalkung sehr stark: Diese Veränderungen scheinen irreversibel zu sein, da auch eine Kompensationskalkung bei gleichzeitiger Beregnung zu einer Änderung des Artenspektrums führte. Die Vielzahl der Mykorrhizaarten stellt eine ausreichende Mykorrhizierung aber auch bei veränderten Standortverhältnissen weiterhin sicher.

Ist dies auch auf Sturmwurfflächen der Fall?

Auf Sturmwurfflächen kann sich die Vielfalt der Pilzarten unter anderem über die verbleibende Naturverjüngung erhalten, auch wenn sich die Schwerpunkte innerhalb der einzelnen Arten verschieben. Auf Kahlfeldern ohne Vorausverjüngung oder Bestandsresten kann sich das Artenspektrum deutlich reduzieren, wodurch sich die Anwachsbedingungen weiter verschlechtern. So fiel in einem Versuch mit Fichte, die in der Nähe von Stöcken gesät wurde, ein Großteil der Sämlinge aus. Sie waren überwiegend mit nur einem einzigen Pilz mykorrhiziert.

Eine Mykorrhiza für alle (Baumarten)?

Unter den Mykorrhizapilzen gibt es Generalisten, die mit mehreren Baumarten vergesellschaftet sind wie z. B. der nur als Mykorrhizamyzel bekannte Schlauchpilz *Cenococcum geophilum* (kein deutscher Name). An Fichte als auch an Buche kommen Maronenröhrling oder Rötlicher Lacktrichterling vor. Die bei Buche dominant auftretenden Pilze wie Rotfußröhrling, Scharfer Milchling und Rotgürtelter Milchling sind buchenspezifische Arten.

Wie reagieren nun die Pflanzen auf ein Fehlen spezifischer Mykorrhiza?

Unter Versuchsbedingungen zeigten nicht-mykorrhizierte Pflanzen eine deutlich geringere Überlebensrate und Stressresistenz auf als mykorrhizierte Pflanzen. Sie trockneten häufiger zurück, wiesen mehr Sprossschäden auf und blieben auch im Wachstum zurück.

Eine Übertragung dieser Versuchsergebnisse sowie ein großflächiger Einsatz bei der Bestandsbegründung scheiterte aber bisher an einer kostengünstigen und universell einsetzbaren Methode, die Pflanzen zu mykorrhizieren. Obwohl somit nur wenig gesicherte Erkenntnisse unter Praxisbedingungen vorliegen, lässt sich auf Grund der Versuchsergebnisse vermuten, dass Ausfälle von Kulturen unter anderem auch auf eine fehlende Mykorrhizierung zurückzuführen sind.

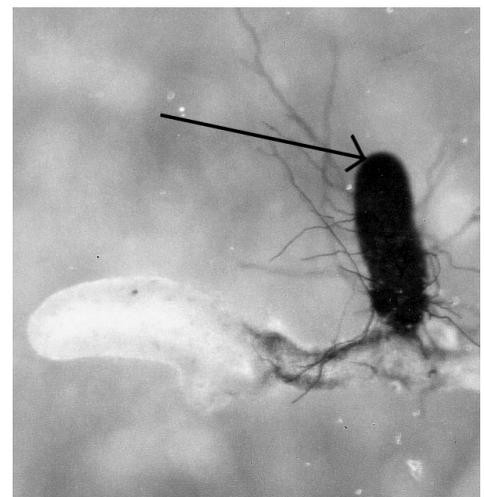
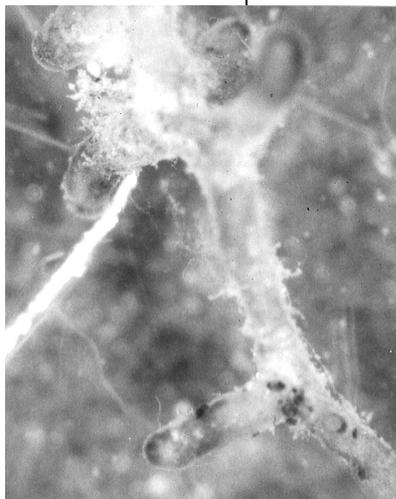


Abb. 2 und 3: Die dominanten Mykorrhizen der Buchensämlinge: Rotfußröhrling und *Cenococcum geophilum* (Pfeil)

Können Saaten durch fehlende Mykorrhiza beeinträchtigt werden?

Gerade die sehr unterschiedlichen Erfahrungen mit Laubholzsämlingen in großflächigen Nadelholzreinbeständen sind vielleicht mit unzureichender laubholzspezifischer Mykorrhizierung zu erklären. Der Buchensaatversuch der LWF im Forstamt Weissenhorn (ehemals Illertissen) wurde deshalb um eine vom Botanischen Institut der Universität Tübingen durchgeführte mykologische Untersuchung erweitert. Diese ergab, dass bereits wenige Wochen nach der Aussaat an den Sämlingen zahlreiche buchenspezifische Mykorrhizapilze vorhanden waren. Es dominierte der Rotfußröhrling, der nah verwandte Maronenröhrling sowie der Schlauchpilz *Cenococcum geophilum* (Abb. 1 und 2).

Von besonderem Interesse ist, dass eine buchenspezifische Mykorrhiza im Fichtenreinbestand noch 300 Meter entfernt von Altbuchen nachzuweisen war. Auch wenn diese Ergebnisse noch mit Folge-

studien abgesichert werden müssen, zeigen sie die Bedeutung einzelner Altbuchen in Nadelholzreinbeständen. Diese Bäume sollten daher nicht nur wegen ihrer Funktionen als Samenbaum, Erhöhung der Diversität etc. gefördert werden, sondern auch bewußt als Reservoir baumartenspezifischer Mykorrhizen für eine weitere Verbreitung.

Lässt sich durch künstliche Mykorrhizierung der Saaterfolg verbessern?

Im Rahmen des Buchensaatversuches wurden zwei für Buchen geeignete Mykorrhizapilze - Kahler Krempling und Violetter Lacktrichterling - über mehrere Monate in Kulturen angezogen und anschließend in die Saatrillen eingebracht. Sie konnten sich aber nicht gegen die bereits vor Ort etablierten Mykorrhizen durchsetzen. Es muss deshalb noch weiter geforscht werden, ob die Ausbrin-

gungsmethode modifiziert werden kann oder ob vorhandene Mykorrhizen generell eine künstliche Mykorrhizierung verhindern.

Literatur

- KOTTKE, I. (1999): Das Einmaleins des Miteinander, Pilz-Wurzel-Symbiosen. In: GAMER-WALLERT, I.; SÖHNKE, L. (Hrsg.): Der Schönbuch: Mensch und Wald in Geschichte und Gegenwart, Tübingen, S. 142 - 151
- QIAN X-M., KOTTKE, I., OBERWINKLER, F. (1998): Influence of liming and acidification on the activity of the mycorrhizal communities in a *Picea abies* (L.) Karst Stand. Plant and Soil 199, S. 99 - 109
- MICHAEL, E.; HENNIG, B. (1960): Handbuch für Pilzfreunde, Zweiter Band Nichtblätterpilze. Gustav Fischer Verlag, Jena
- SCHMID, H.; HELFER, W. (1995): Pilze - Wissenswertes aus Ökologie, Geschichte und Mythos. IHW-Verlag, Eching

Mykorrhiza im Waldbau

Vorteile und Auftreten der Mykorrhiza:

- Mykorrhizapilze verbessern die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Baumwurzeln um ein Vielfaches.
- Im Wald existiert eine Vielzahl von ökologisch angepassten und spezialisierten Mykorrhizen. Laubholzsämlinge benötigen andere Mykorrhizapilzarten als Nadelholzsämlinge.
- Buchenspezifische Mykorrhizen lassen sich selbst noch 300 Meter von Altbuchen entfernt nachweisen. Wind und andere Vektoren wie Tiere (Wildschweine, Rehe, Bodentiere) verbreiten die Sporen.

Maßnahmen zur Förderung der Mykorrhiza:

- Mischbaumarten (wie hier die Buche) sind konsequent zu fördern; nicht nur als Samenbäume, sondern auch als Quelle baumartenspezifischer Mykorrhizapilze.
- Wildlinge oder Pflanzen aus „fliegenden Saatbeeten“ sind bereits „natürlich“ vormykorrhiziert.
- Künstlich eingebrachte Buchen-Mykorrhizapilze konnten sich auf den Buchensaatversuchsflächen nicht gegenüber der etablierten Mykorrhiza durchsetzen.

Buchbesprechung: „Der Schutz der heimischen sozialen Faltenwespen und verwandter Arten“ von Johannes Minolts, Würzburg, Eigenverlag

Das Buch „Der Schutz der heimischen sozialen Faltenwespen und verwandter Arten“ liefert in sehr ausführlicher Weise viele Informationen über Biologie und Schutz heimischer sozialer Faltenwespen. Im ersten Teil seines Kompendiums informiert Minolts in verständlicher Sprache über Systematik, Zoologie, Geschichte, allgemeine und spezielle Biologie dieser Insekten. Hierbei werden sowohl grundlegende Begriffe als auch Verhaltensweisen erläutert. Ein kurzer Abriss über die einzelnen Spezies in Verbindung mit Skizzen zu art-typischen Merkmalen ermöglichen dem Leser die sichere Artbestimmung. Im zweiten Teil widmet sich Minolts der Umsiedlung der vorgestellten Insekten. Dabei liefert er sowohl Informationen zu den rechtlichen Grundlagen als auch eine Übersicht über die Gifte sowie die menschliche Reaktion auf dieselben nach einem Stich. Zahlreiche Erfahrungen Minolts aus der eigenen Arbeit mit den sozialen Faltenwespen sowie mit kritischen Menschen runden die äußerst ausführliche Abhandlung ab. Das im Selbstverlag erschienene Buch „Der Schutz der heimischen sozialen Faltenwespen und verwandter Arten“ stellt in der Tat ein Kompendium zum Thema dar und lässt keine Fragen unbeantwortet, will man sich dem Schutz dieser Insektengruppe widmen.

R. Günter, Forstdienststelle Seßlach

Dendrochronologie und Pollenanalyse helfen, Geheimnisse zu entschlüsseln

Ötzi: Der Mann aus dem Eis

von **Gerhard Huber***

Noch immer rätselt man, warum „Ötzi“ zu Tode kam. Neueste Genanalysen (August 2003) belegen nun, dass Kleidung und Waffen menschliche Blutspuren tragen, die eindeutig von Zeitgenossen des Gletschermannes stammen. Nachdem erst 2001 eine Pfeilspitze in der linken Schulter der Mumie entdeckt wurde und Schnittwunden an den Händen auf einen Kampf hindeuten, gehen die Forscher heute von einem gewaltsamen Tod aus. Als man „Ötzi“ 1991 gut konserviert im Eis auf dem Tisenjoch (Similaun-Gletscher) in den Öztaler Alpen fand, war das ein Glücksfall für die Urgeschichtsforschung. Heute ist die Mumie in einer Kühlkammer im Südtiroler Archäologiemuseum (Bozen) für jedermann zu besichtigen.

Einmalig ist der Fund, weil die gut erhaltene Ausrüstung und die organischen Gegenstände, die der vor ca. 5.300 Jahren (3.300 v. Chr.) lebende Mann bei sich trug, bisher in dieser Vollständigkeit unbekannt waren. Für die Aufklärung trugen vor allem die pollenanalytischen und dendrochronologischen Untersuchungen bei, die im Vergleich mit der jetzigen Waldvegetation Rückschlüsse auf die wahrscheinliche Siedlungsgegend ermöglichten. Die Annahme, er sei wahrscheinlich von rivalisierenden Jägern umgebracht worden, kann als realistisch gelten.



„Ötzi“ war Mitte 40 (46?), recht alt für einen Menschen in dieser Zeit, ca. 159 cm groß, 50 kg schwer und trug braun-schwarz gewellte Haare. Seine Zähne sind stark abgenutzt. Damals wurde Getreide mit Steinmühlen gemahlen und das im Brot enthaltene Steinmehl führte zu einem stärkeren Abrieb. Er litt zudem an Durchfall und Arthritis, seine Adern waren verkalkt.

Die Konservierung der Leiche im Eis des Similaun-Gletschers scheint aber auch den Klimaforschern recht zugeben, die auf Grund früherer pollenanalytischer Befunde eine sprunghafte Abkühlung vor 5.300 Jahren und damit das schlagartige

Ende des postglazialen (nacheiszeitlichen) Wärmemaximums annehmen. Ohne schützende Schnee- und Firndecke und ohne zwischenzeitlich wieder aufgedeckt zu werden, hätte „Ötzi“ die mehr als fünf Jahrtausende bis zur aktuellen klimatischen Erwärmung niemals überdauern können.

Wie und wo lebte der Jäger?

Pollenbestimmungen an der Fellbekleidung deuten einerseits darauf hin, dass „Ötzi“ nördlich des Fundplatzes im Öztal oder Inntal gelebt haben könnte, denn das dort gefundene Pollenspektrum ent-

spricht der momentanen Vegetation des nördlichen Alpenhauptkamms. Die gefundenen Artefakte lassen allerdings den Schluss zu, dass er einer südalpinen Kulturgruppe angehörte und vielleicht aus dem Bereich des unteren Vinschgaus oder unteren Schnalstals stammte. Dafür sprechen auch die Chromosomenuntersuchungen, die seine Herkunft dem heutigen Südtirol zuordnen lässt. Die Gene stimmen im Wesentlichen mit denen der heutigen einheimischen Bevölkerung überein. Auch eine Isotopenanalyse belegt, Ötzi verbrachte seine Jugend in der Gegend von Bozen.

Auch der im Darm gefundene Pollen der Hopfenbuche (*Ostrya carpinifolia*) kann nur aus wär-

* GERHARD HUBER ist Mitarbeiter im Sachgebiet I (Zentrale Dienste und EDV) der LWF.

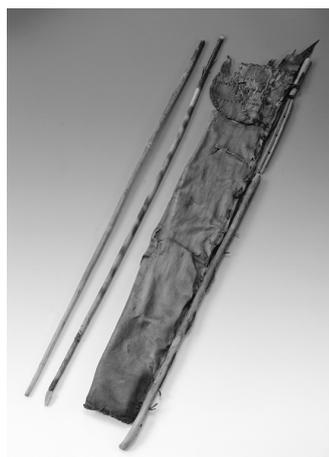
meren Regionen des südlichen Alpenhauptkamms stammen. Die Forscher vermuten, dass der Pollen über das Trinkwasser aufgenommen wurde. In Europa war die Verwendung von Blütenstaub zu Nahrungs- oder Heilzwecken (im Gegensatz zu Amerika) nicht bekannt. Die erhaltenen Mikrogametophyten des Hopfenbuchenpollens sind ein sicherer Beweis dafür, dass der gefundene Pollen zur Zeit der Blüte (März bis Juni) in den Körper gelangte. Der Todeszeitpunkt lässt sich somit auf das Frühjahr oder den Frühsommer datieren.

Die Auswertung der bei „Ötzi“ gefundenen Moose zeigt ebenfalls eine deutliche Präferenz der im Süden verbreiteten Moosarten.

Die Ausrüstung

Im Neolithikum war Holz der wichtigste Rohstoff und diente zur Herstellung von Geräten des täglichen Lebens. Das gefundene Artenspektrum umfasst 13 Holzarten, davon wurden neun zur Herstellung von Waffen und Geräten verwendet. Weitere Holzarten fanden sich in Holzkohlepartikeln. Alle identifizierten 17 Holzarten sind circumpolar verbreitet.

Seine Ausrüstung war einfach, aber sehr funktionell. Rucksack, Gürteltasche, Köcher mit Pfeilen und ein Topf aus Birkenrinde beinhalteten alle Habseligkeiten. Dies waren Waffen, Werkzeuge, etwas Glut vom letzten Lagerfeuer sowie ein Schlagfeuerzeug aus Feuerstein und Zunderschwamm. Der 1,70-



180 m lange Bogen war aus Eibenholz hergestellt, aber noch nicht gebrauchsfertig. Mit solchen Bögen konnte man auf 50 m tödliche Schüsse abgeben und erreichte eine maximale Schussweite von 200 m. Der mit einem Haselnußstock ver-

steifte, verschließbare Fellköcher enthielt 14 Pfeile, davon 12 unfertige. Die Pfeile (85 cm lang) wurden aus den Ruten des Wolligen Schneeballs und des Hartriegels gefertigt und waren mit steinernen Pfeilspitzen versehen. Genaue Studien beweisen, dass ein Linkshänder die Pfeile geschnitzt hatte.

„Ötzi“ war jedoch Rechtshänder. Er hatte seine Pfeile also nicht selbst hergestellt.

Sein Mantel war aus Ziegenfell mit auffälligen Längsstreifen (Patchworktechnik). Zudem trug er eine 25 cm hohe Gamsfell-Mütze mit Kinnriemen



„Ötzis“ stark abgenutzte Fußbekleidung bestand aus Bärenledersohlen, die Fersen waren mit Lindenfasern umhüllt. Ausgepolstert war der Schuh mit Heu, das alle paar Tage erneuert werden musste. Sie eigneten sich, so die Fachleute, sehr gut für die alpine Umwelt - „besser als Goretex“.

Zudem befand sich unter den Ausrüstungsgegenständen ein Beil mit gegossener Kupferklinge.



Die 9 cm lange, 200g schwere Klinge steckte in der gegabelten Schäftung und war mit Lederriemen sowie Birkenrindenteer befestigt. Kupfer verbreitete sich als erstes Metall unter den Völkern in der ausgehenden Steinzeit (Kupferzeit). Dennoch wurden die meisten Klingen und Pfeilspitzen damals immer noch aus Stein hergestellt.

Unter den Gegenständen befand sich auch ein mit einem Gürtel befestigter Lederriemen mit zwei walnussgroßen Klumpen des Birkenporlings (*Piptoporus betulinus*), die vermutlich zu medizinischen Zwecken benutzt wurden. Ötzi litt an Peitschenwürmern (*Trichuris trichiura*). Das „Gift“ des Pilzes diente wohl als Mittel gegen diesen Darmparasiten. Außerdem fand man Menschenflöhe, in seiner Kleidung auch Tannenborkenkäfer und Hirschausfliegen.

Im Zuge weiterer Nachforschungen wurden an der Fundstelle der Gletscherleiche drei größere Reste von Grasflechten geborgen. Sie wurden zunächst als Reste einer Matte gedeutet. Schließlich

zeigte sich jedoch, dass sie Teile eines freien, ärmellosen Umhanges bildeten. Zur Herstellung des Mantels dienten lange Halme eines alpinen Süßgrases.

Nach den vorliegenden Befunden nahm der Mann bei seinem letzten Aufstieg auf das Hauslabjoch Weizenkleie, Einkorn (eine ursprünglichen Weizenart), Steinbock- und Rotwildfleisch sowie Waldbeeren zu sich.

Ob er Hirte, Durchreisender, Erzprospektor (Erzsucher), Schamane oder Jäger war, lässt sich noch nicht eindeutig klären. Charakteristische Gegenstände eines Erzprospektors bzw. eines Schamanen wurden bisher nicht gefunden. Mit der ausgehenden Steinzeit begann der Mensch, einfache Landwirtschaft und Viehzucht zu betreiben. In den Alpen weisen Opferfunde darauf hin, dass die Bewohner schon damals Hochalmen für den Weidebetrieb genutzt haben könnten. Auch im Pollendiagramm aus dem Ötztal lässt sich bereits Jahrhunderte vor der Lebenszeit des „Gletschermannes“ eine Zunahme von Weidezeigern (z. B. Mutterwurz, *Ligusticum mutellina*) feststellen. Die Menschen in den Alpen waren aber sicherlich noch

überwiegend auf die Jagd angewiesen, wie auch die letzten Mahlzeiten „Ötzi“ zeigten.

Literatur

- PAULI, L. (1980): Die Alpen in Frühzeit und Mittelalter
 KRIESCH, E. G. (1992): Der Gletscher-Mann und seine Welt

Literaturbeiträge aus dem Internet

- BLÜMEL, W. D. (2002): 20.000 Jahre Klimawandel und Kulturgeschichte - von der Eiszeit in die Gegenwart
 SPINDLER, M. (2002): Ötzi - der Mann aus dem Eis. Innovation 11, Carl Zeiss
 OEGGL, K.; BORTENSCHLAGER, S.: Zehn Jahre „Ötzi-Forschung“ am Institut für Botanik
 OEGGL, K. (2001): Der Mann im Eis: Archaeobotanische Ergebnisse

Publikationsliste

- Universität Innsbruck:
http://www2.uibk.ac.at/forschung/alpine_vorzeit/pub/

Bilder

- Südtiroler Archäologiemuseum Bozen („Ötzi-Museum“):
<http://www.archaeologiemuseum.it/>

Termine / Veranstaltungen

Gemeinsame Seminarreihe

Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik (TU München) und
 Sachgebiet IV Betriebswirtschaft und Waldarbeit (LWF)

Datum	Thema	Referent(en)
30.10.2003	Rationelle Scheitholzproduktion	Alexander Höldrich, TFZ
13.11.2003	Holzernte in 3D: Simulation der forsttechnischen Produktion	Martin Hemm, TUM
	Porenstabilität in Waldböden	Markus Schardt, TUM
27.11.2003 (*)	Rekultivierungsleitfaden für den Braunkohle-Tagebau: Konzept und Stand	Bettina Wolf, TUM
	Neues Renaturierungsprojekt Rio Tinto: Erste Eindrücke und Problemstellung	Dietmar Matthies, TUM
11.12.2003	Ernteverfahren, Kosten und Leistung für Kurzumtriebsflächen	Frank Burger und Willi Sommer, LWF
15.01.2004	Versorgungslogistik eines modernen Biomasse-Heizkraftwerkes	Johann Schuhbauer, TUM und LWF
	Fallstudie – Rundholzanlieferung in der Papierindustrie	Alexander Eberhardinger, TUM
29.01.2004	Befahrungsauswirkungen auf das Wurzelsystem mit verschiedenen Laufwerkstypen	Johann Kremer, Willi Sommer und Enno Uhl, LWF
	Untersuchungen zur Kombimaschine Valmet 801	Markus Euring, TUM

Zeit: Das Seminar findet immer am Donnerstag von 10.15 bis 12.00 Uhr statt.

Ort: Sitzungssaal der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF),
 Am Hochanger 11, 85354 Freising. (*) am 27.11.2003: Sitzungszimmer des Dekanats

Malwettbewerb „Mein Baum im Land der Bibel“

„Bäume verbinden viele, viele Menschen“**

von Ernst Wagner*

Der Jüdische Nationalfonds veranstaltete in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Staatsforstverwaltung und dem Bayerischen Kultusministerium einen Malwettbewerb mit dem Thema „Mein Baum im Land der Bibel“. Er richtete sich an die Schülerinnen und Schüler aller Schularten. Sie waren aufgefordert, eine persönliche Vorstellung zur Metapher „Baum“ zu entwickeln und zu gestalten. Dieses Thema hat einen engen Bezug zur Aufgabe des Jüdischen Nationalfonds. Der zweite Teil des Themas „Land der Bibel“ eröffnete weite Assoziationsräume von großer historischer und kultureller Tiefe.

Der Baum ist ein besonders starkes und vielschichtiges Symbol. Die Verwurzelung im Boden, das langsame Wachsen und Sich-Verzweigen, die Biegsamkeit der Zweige und die Festigkeit des Stammes, die Früchte und die Blätter im Wechsel der Jahreszeiten spielen in der Malerei, in der Literatur, aber auch im täglichen Sprachgebrauch eine wichtige Rolle. Dazu kommt die Funktion des Baumes als Teil unseres ökologischen Haushalts, als Lebensraum für Tiere, als Spender von Schutz, Schatten und Wärme, als Nutzpflanze und Klimaregulator.

Die wenigen Beispiele zeigen, warum gerade der Baum eine so große symbolische und bildliche Kraft entwickeln konnte.

Kinderpsychologen arbeiten in ihrer Diagnostik häufig mit Baumbildern. Bäume in der Kunst haben uns alle geprägt. Wer einmal eine von Caspar David Friedrich gemalte Eiche gesehen hat, vergisst dieses Bild nicht so schnell.

Die Ergebnisse des Wettbewerbs zeigten, wie Kinder und Jugendliche heute mit dieser mächtigen Metapher arbeiten. Ich selbst durfte bei der Jury

dabei sein und war begeistert von der hohen Qualität der Arbeiten. Es freute mich auch, dass viele Kinder und Jugendliche aktuelle Bezüge schufen. Wenn z. B. DAVID WIEDEMANN aus der 5a der Volksschule Betzingen ein großes Transparent mit dem Wort „Friede“ in die Krone seines Baums hängt oder der gleichaltrige STEFAN KISTNER von der Volksschule Oberzenn aus Blättern den Satz

formuliert: „Bäume verbinden viele, viele Menschen“, drückt sich hier eine tiefe Friedenssehnsucht aus vor dem Horizont einer politischen Situation, die uns alle mit großer Sorge erfüllt.

Im Rahmen des Projektes sollten Bäume nicht nur künstlerisch gestaltet, sondern in der Nähe Jerusalems

auch gepflanzt werden. Hier wird ein „Wald bayrischer Schüler“ heranwachsen. Das ist eine wunderbare Idee, denn dieser Wald kann ein wirkliches Sinnbild der Völkerverständigung werden. Hoffentlich gelingt es, viele Baumspenden zu erhalten. Damit wird zugleich ein aktiver Beitrag zur Erhaltung der Umwelt geleistet.

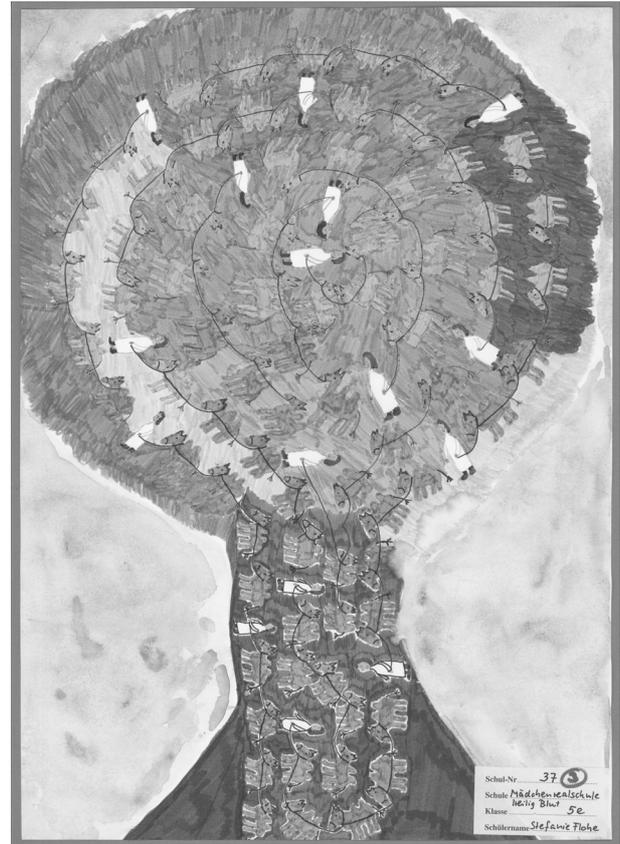


* Dr. ERNST WAGNER ist Studiendirektor im Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus.

** Zitat: Stefan Kistner, Volksschule Oberzenn, 10 Jahre



Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft brachte sich bei den wettbewerbsbegleitenden Seminaren für Lehrkräfte und den Prämien für die Sieger herausragend ein. Das Kultusministerium dankt herzlich der Bayerischen Staatsforstverwaltung, vor allem Herrn Präsident Schmidt, für die Unterstützung des Wettbewerbs sowie dem Jüdischen Nationalfonds für die Initiative und Ausrichtung. Der große Erfolg des Wettbewerbs gab allen Partnern Recht. Die überraschend große Zahl von Einreichungen gleich im Startjahr ist das Ergebnis der Arbeit aller Partner.



Termine / Veranstaltungen

Gemeinsame Seminarreihe „Aspekte der Waldökosystemforschung“

Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt (TUM) und Sachgebiet II Standort und Umwelt (LWF)

Datum	Thema	Referent(en)
27.11.2003	Bodenfeuchtemessung: Methoden, Probleme und neue Entwicklungen	Dr. J. Liu (Fa. Ecomatik)
11.12.2003	Beeinflussen sich Baumarten in Mischbeständen in ihrer Nährstoffanreicherung	A. Egl (Student)
	Ökologie des Wacholders	U. Knappwast (Student)
18.12.2003	Erfassung der Trockenheit im Jahr 2003 und ihre Folgen an den bayerischen Waldklimastationen	Dr. S. Raspe (LWF)
08.01.2003	Nährelementkonzentrationen von Kiefer und Eiche: Statistische Auswertung einer Literaturübersicht (Van den Burg) im Vergleich zu bestehenden Grenzwerten	B. Beinhofer, A. Betzer (Studenten)
15.01.2004	Überlegungen zu Bodenschutz und Stoffhaushalt	Dr. Ch. Kölling, U. Stetter(LWF)
22.01.2004	Einfluss sich ändernder Waldökosysteme auf den Wasser- und Stoffhaushalt im Bayerischen Wald: Simulation in den Einzugsgebieten der Großen Ohe und der Talsperre Frauenau	Dr. B. Klöcking (LWF)
29.01.2004	Positive Kleinstandorte der Fichtennaturverjüngung in naturnahen Beständen der Bayer. Kalkalpen	J. Meyer (FG Waldernährung)
05.02.2004	Nährelementaufnahme von Fichtenkeimlingen – Ergebnisse eines Biotests	R. Ettl (FG Waldernährung)
12.02.2004	Schutz des Waldes im Immissionsschutzrecht	H-P. Dietrich (LWF)

Termin: Donnerstags 12.15 bis 13.00 Uhr, Seminarraum 5