

## Wald: Natur- und Kulturlandschaft

### Bericht über die 10. Basler Botanik-Tagung 2004

Jürg Stöcklin

Die 10. Botanik-Tagung widmete sich ganz dem Thema Wald. Gegen 80 Personen drängten sich im Hörsaal des Botanischen Instituts. Sie wurden nicht enttäuscht. Ausnahmslos interessante Vorträge beleuchteten den Wald von ganz unterschiedlichen Seiten. Ein grosser Gewinn war, dass schon mit dem Einleitungsreferat des Waldhistorikers der grosse Wandel deutlich wurde, den der Schweizer Wald seit dem 19. Jahrhundert durchgemacht hat. Waldgeschichte ist sowohl Kultur-, Agrar-, Rechts- als auch Umweltgeschichte. Nachdem es um den Schweizer Wald mit dem Ende des «Waldsterbens» etwas ruhiger wurde, ist er in letzter Zeit wieder vermehrt zum Thema geworden. Dies mag eine Folge sein der Sturmschäden der letzten Jahre (Vivian 1990, Lothar 1999), des Föhrensterbens im Wallis, der Krise der Holzwirtschaft, der Ausdehnung der Waldfläche durch den Rückgang der Landwirtschaft im Alpenraum und schliesslich der aktuellen Diskussionen um das «Waldprogramm Schweiz» des Bundes, mit dem die unterschiedlichen Ansprüche an den Wald thematisiert wurden. Diese Diskussionen rückten den Gegensatz von Ökonomie und Naturschutz im Schweizer Wald wieder stärker ins Bewusstsein. All diese Aspekte und noch mehr kamen im Verlauf der diesjährigen Botanik-Tagung zur Sprache. Wie immer waren die Diskussionen nach den Vorträgen, die Gespräche während den Pausen und über Mittag, angeregt und ergiebig.

#### Waldnutzung im Wandel der Zeit

Der Wald gilt als Hort der Beständigkeit, weil sich Bäume durch Langlebigkeit auszeichnen. Matthias Bürgi, der als Spezialist für historische Ökologie die Nutzungsgeschichte des Waldes in der Schweiz erforscht, zeigte an konkreten Beispielen, wie stark sich die Nutzung des Waldes in der Schweiz in den vergangenen 200 Jahren gewandelt hat. Mit unterschiedlicher Nutzung gehen spezifische Waldformen einher. Beispielsweise ist der Anteil Niederwald im Raum Zürich durch die Veränderung der Nutzung von 50% im Jahre 1815 auf praktisch null im Jahre 1935 zurückgegangen. Der Wald als ehemals wichtiger Teil des bäuerlichen Wirtschaftsraumes spielte im 19. Jahrhundert nicht nur bei der Befriedigung der Nachfrage nach diversen Holzarten eine wichtige Rolle, sondern ebenso bei der Futtersversorgung der Nutztiere und als Streulieferant. Vor allem durch die Streunutzung wurden dem Wald beträchtliche Nährstoffmengen entzogen. Der Wald war auch für die menschliche

#### Adresse des Berichterstatters:

PD Dr. Jürg Stöcklin  
Botanisches Institut  
Schönbeinstrasse 6  
4056 Basel/Schweiz  
juerg.stoecklin@unibas.ch

#### Dr. Matthias Bürgi

Abteilung Naturschutz und historische Ökologie  
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL  
Zürcherstrasse 111  
8903 Birmensdorf/Schweiz  
matthias.buergi@wsl.ch



Foto Thomas Coch, ETH Zürich

Abb. 1: Durchgewachsener Traubeneichen-Niederwald



Foto Thomas Coch, ETH Zürich

Abb. 2: Ausschnitt eines typischen Buchenwaldes

Ernährung bedeutungsvoll, wurden in ihm doch Wildfrüchte (Pilze, Beeren) gesammelt und teilweise auf Kahlschlagflächen für zwei bis drei Jahre Kulturpflanzen (Kartoffeln, Getreide) angebaut. Weitere Produkte aus dem Wald waren nicht für den Verzehr bestimmt, sondern wurden als Rohstoffe in bäuerlichen und teilweise auch in gewerblichen Betrieben eingesetzt (Harz, Gerbrinde, Pottasche).

Heute finden Anliegen von Erholungssuchenden und des Naturschutzes neben der Holznutzung gleichberechtigt Eingang in die Waldplanung. Die agrarischen Waldnutzungsweisen hingegen sind weitgehend aufgegeben worden und mit Ausnahme der Waldweide und einigen Sammeltätigkeiten praktisch vollständig aus dem Gedächtnis der Bevölkerung verschwunden. Dieser stille Abschied steht in klarem Gegensatz zu ihrer einstigen Bedeutung für ärmere Bevölkerungsschichten und ihrem Einfluss auf die Entwicklung und Struktur der Wälder in der Schweiz. Heute steht die forstliche Waldnutzung im Zentrum. Hochwaldtypen dominieren im Schweizer Wald. In letzter Zeit haben der Holzvorrat, aber auch die Nährstoffvorräte zugenommen und der Wald ist generell dunkler geworden. Diese Veränderungen haben natürlich Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung der Wälder. In den letzten Jahren wurden deshalb mancherorts Auflichtungen vorgenommen, um die Artenvielfalt zu fördern.

Der Wandel der menschlichen Nutzung im Wald hat also nicht nur eine historische, sondern ebenso eine ökologische Dimension, indem sich der Nutzungswandel auch auf die Waldstrukturen und somit auf die Habitatsqualität des Waldes ausgewirkt hat. Deshalb ist die Rekonstruktion früherer Waldnutzungsweisen nicht nur von kulturhistorischem Interesse, sondern liefert auch einen Beitrag zu einer Optimierung heutiger Waldnutzungen. Bürgis Vortrag machte deutlich, wie dynamisch sich die Wälder unter dem Einfluss des Menschen verändern können.



Foto Bildarchiv WSL, Birmensdorf

Abb. 3: Harznutzung im Berner Jura



Foto aus Brodmann/Jerosch 1928/30, 1, Abb. 42

Abb. 4: Laubertag in Betlis SG: Die ganze Gemeinde sammelt trockenes Buchenlaub zum Stopfen der Matratzen.

### Waldwirtschaft im Umbruch – Auswirkungen auf die Vogelwelt

Ungefähr die Hälfte der rund 200 Brutvögel der Schweiz lebt im Wald und ungefähr 60 davon sind auf den Wald angewiesen. Um die Artenvielfalt im Wald steht es, verglichen mit derjenigen im Kulturland, relativ gut. Bei den Gefässpflanzen zum Beispiel sind nur wenige typische Arten des Waldes bedroht oder seltener geworden. Ähnliches gilt für die Vögel, obwohl es auch einige bedrohte Waldvogelarten gibt. Vogelarten mit tiefen oder abnehmenden Beständen leben fast alle in den Wäldern des Mittellandes. Ausserdem sind die meisten von ihnen licht- und wärmeliebend und brauchen lockere bis lückige Wälder. Bedarf, den Lebensraum Wald zu verbessern, gibt es deshalb insbesondere für licht- und wärmeliebende Vogelarten. Ausserdem sind Nadelholzbestände auf Laubwaldstandorten im Mittelland nach wie vor zu häufig, Totholz und biologisch alte Bäume dagegen zu selten. Die Vogelwarte Sempach untersucht zur Zeit, welche Auswirkungen die vom Bund beabsichtigte vermehrte Nutzung von Schweizer Holz auf die Vogelwelt haben wird. Für licht- und wärmeliebende Waldvogelarten kann dies eine Chance sein, andererseits besteht in wirtschaftlich interessanten Wäldern die Gefahr einer zu intensiven Nutzung, die für die Artenvielfalt schädlich sein könnte. Die Artenvielfalt im Wald kann mit einer verstärkten Holznutzung aber auch gefördert werden, falls gewisse Bedingungen eingehalten werden. Eine starke Intensivierung der Bewirtschaftung mit dem alleinigen Ziel der Holzproduktion könnte sich auf die Artenvielfalt schädlich auswirken. Birrer betonte, dass v.a. eine Holzgewinnung während der Brutzeit der Vögel und zu grosse Kahlschlagflächen (> 2 ha) negative Auswirkungen auf die Vogelwelt haben könnten.

Simon Birrer, Peter Hahn,  
Daniela Heynen & Pierre Mollet  
Schweizerische Vogelwarte Sempach  
6204 Sempach/Schweiz  
simon.birrer@vogelwarte.ch



Foto Heinz Hug

**Abb. 5:** Auf der Roten Liste stehen 12% der Vögel mit Hauptlebensraum Wald. Betroffen sind vorwiegend Arten der lückigen Wälder wie der Grauspecht *Picus canus*.



Foto D. Haefliger

**Abb. 6:** Der Sturm Lothar von 1999 bewirkte Schäden von bisher nicht gekanntem Ausmass im Schweizer Wald.

Jacques Burnand  
Vegetation, Landschaft, Umwelt  
8600 Dübendorf/Schweiz  
jaburnand@datacomm.ch

### Die Standort-Kartierung der Wälder beider Basel

Jacques Burnand war verantwortlich für die Kartierung der Waldstandorte in den beiden Basel und erläuterte in seinem Referat, welche Informationen die Kartierung der Wälder den botanisch Interessierten bringen. Die pflanzensoziologisch-standortkundliche Kartierung im Masstab 1:10 000 (1:5000) gibt Auskunft über die Verteilung der potenziell natürlichen Vegetation (PNV). Es handelt sich dabei also nicht um eine Kartierung der aktuellen Vegetationsdecke, wie sie aus Bestandskarten eruiert werden kann. Die potenziell natürliche Vegetation ist mit Standortbedingungen (Geologie, Boden, Klima) korreliert und dient als Richtschnur für eine naturnahe Waldbewirtschaftung. Im Kommentar zur Kartierung sind diese Zusammenhänge ausführlich dargestellt (BURNAND & HASSPACHER 1999). Er enthält für jede Waldgesellschaft eine Beschreibung der Gesamtverbreitung in der Region, eine Liste der typischen Pflanzenarten, die wichtigsten Standortbedingungen, sowie die waldbaulichen Möglichkeiten auf den Standorten. Das Buch enthält zudem forstlich relevante Daten sowie Ökogramme, die in einer zweidimensionalen Darstellung (Bodenfeuchtigkeit und Bodensäure) die ökologische Verwandtschaft der Gesellschaften aufzeigen. In der Region dominieren Buchenwälder auf mittleren Standorten, während andere Laubwälder im trockenen und nassen Bereich und auf Spezialstandorten zu finden sind. Diese sind artenreicher als die dominierenden Buchenwälder und beherbergen mehr seltene Arten. Da die Farben in den Ökogrammen mit denen der Karten übereinstimmen, können die Standortbedingungen und die artenreicheren Gebiete direkt aus der Karte herausgelesen werden. In den benachbarten Kantonen und in Deutschland bestehen ähnliche Karten und Kommentare.

BURNAND J, HASSPACHER B (1999) Waldstandorte beider Basel. Kommentar zur vegetationskundlichen Standortkartierung der Wälder. Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal



Foto A. Rigling, WSL, Birmensdorf

**Abb. 7:** Tote Waldföhren inmitten von vitalen Flaumeichen bei Visp.



Foto Forstamt Basel

**Abb. 8:** Eibenbestand

### Anwendungen der pflanzensoziologischen Kartierung

Anschliessend an den Vortrag von Jacques Burnand erläuterte Max Fischer vom Forstamt beider Basel den Nutzen der pflanzensoziologischen Kartierung für die Forstwirtschaft und als Hilfsmittel für eine naturnahe Waldbewirtschaftung. Die Ergebnisse der Waldkartierung sind digital im CAD abgelegt. Inzwischen sind diese Karten auch ins GEO DATA Warehouse des Kantons Basel-Landschaft eingestellt worden. Ab Mitte 2004 werden die Daten im Internet zur Verfügung stehen. Die Karten können ausserdem in verschiedenen Ausführungen auf dem Forstamt beider Basel gekauft werden. Für den Ist-Soll Vergleich arbeitet das Forstamt seit zwanzig Jahren an der Erfassung der tatsächlichen Waldbestockung mittels Infrarotbildern. Diese dreidimensionalen Bilder haben einen immensen Informationswert und eignen sich für die Erkennung einzelner Baumarten, zur Erfassung des Gesundheitszustandes, des Bestockungsgrades und des Alters der Bäume. Damit steht ein zweiter digitaler Datensatz für Vergleichszwecke zur Verfügung. Auch Vergleiche mit andern kantonalen Inventaren wie z.B. dem ornithologischen Inventar, dem Amphibieninventar, Grundwasserschutzzonen, Naherholungsgebieten oder dem Geländestufenmodelle sind möglich.

Die digital vorhandenen Daten sind von vielerlei Nutzen. Beispielsweise lassen sich Waldstandorte, die durch Rutschungen oder Steinschlag gefährdet sind, erkennen. Durch die Überlagerung der aktuellen Bestandeskarte mit der pflanzensoziologischen Karte können nicht standortgerechte Bestände herausgefiltert werden. Durch eine direkte (Neubestockung mit Naturverjüngung) oder indirekte Umwandlung (Aushieb der nicht standortgerechten Baumarten) können diese Bestände in standortgerechte Wälder überführt werden. Je nach Bodengüte und Ertragsfähigkeit des Bodens werden die Waldstandorte vorrangig den Funktionen Schutz, Erholung oder forstliche Nutzung zugeordnet. Gute Standorte lassen sich eher kosten-

**Max Fischer**

Forstamt beider Basel  
4410 Liestal/Schweiz  
max.fischer@vsd.bl.ch

deckend bewirtschaften und sind deshalb interessanter für die forstliche Nutzung. Wälder mit seltenen Baumarten und einer grossen Artenvielfalt sind vor allem für den Naturschutz von Bedeutung. Für Waldstandorte im Bereich von Quell- und Grundwasser gelten Prioritäten hinsichtlich des Grundwasserschutzes. Die pflanzensoziologische Waldkartierung ist durch diese Möglichkeiten zu einem unentbehrlichen Arbeitsinstrument für das Forstamt geworden.

### **Phänologische Beobachtungen im Wald: Die «Klimasprache» der Bäume**

**Robert Brügger**  
Geographisches Institut  
Universität Bern  
Phenotop  
Hallerstrasse 12  
3012 Bern/Schweiz  
bruegger@giub.unibe.ch

Der «Jahrhundertssommer» 2003 hat in eindrücklicher Weise erlebbar gemacht, wie der Alltag in Europa nach einer möglichen Klimaänderung aussehen wird. Die neuesten Szenarien der globalen Klimamodelle zeigen, dass der heisse Sommer 2003 in Zukunft für die Schweiz durchaus ein «mittlerer» Sommer sein kann. Es ist in den letzten Jahrzehnten nicht nur merklich wärmer geworden, es mehren sich auch in der Natur die Zeichen. Eine Vielzahl von Beobachtungen und experimentellen Studien liefern Hinweise, dass der Klimawandel bereits Konsequenzen hat: Pflanzen verlängern ihre Vegetationszeit, verschieben ihre Areale und die Interaktionen zwischen Pflanzen und Tieren verändern sich. Die (Pflanzen-)Phänologie, die sich mit jährlich wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Lebewesen befasst, ist eine vergleichsweise einfache Methode, solche Veränderungen aufzuspüren (BRÜGGER & VASELLA 2003). Sie ist sowohl lokal, regional, als auch grossräumig ein idealer Klimaindikator. Die Verlängerung der Vegetationszeit und die Phänophasen werden z.B. von der Europäischen Umweltagentur (EEA) als Indikatoren des «Global Change» vorgeschlagen. Weil phänologische Beobachtungen überall einfach durchzuführen sind, sind sie publikumsnah und erleichtern breiten Bevölkerungsschichten den Zugang zur Klimadebatte. Ihre Volksnähe zeigt sich in Bauernregeln, historischen Dokumenten und langen Zeitreihen von Blüheintritten. In phänologischen Zeitreihen wird meist das Eintrittsdatum bestimmter Phänophasen erhoben. Bei Pflanzen entsprechen diese bestimmten Wachstums- oder Entwicklungsstadien (1. Blatt, 1. Blüte, 50% der Blätter usw.), die an einem Individuum oder im Bestand sichtbar sind. In der Schweiz gibt es aktuell drei grössere phänologische Beobachtungsnetze, in denen sowohl krautige Pflanzen, als auch Bäume und Sträucher einbezogen werden. Das spezielle Programm «Waldphänologie» besteht seit dem Jahr 2000 und wird heute von MeteoSchweiz und der WSL betreut. Seine Besonderheit sind die individualisierten Baumbeobachtungen. Damit wird die phänologische Variabilität innerhalb von Beständen erfasst und es können Vergleiche zwischen ökophysiologischen Grössen und dem phänologischen Verhalten gemacht werden. Ein detailliertes Beobachtungsprogramm des bernischen Forstdienstes aus dem 19. Jahrhundert ermöglicht zudem historische Rückschlüsse in eine Periode, in der das

Verhalten der Waldbäume bezüglich dem Klima noch nicht durch die heute zusätzlich wirkenden anthropogenen Emissionen überlagert wurde.

BRÜGGER R, VASSELLA A (2003) Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten. Anleitung für phänologische Beobachtungen. Geographica Bernensia, 287 S.

### **Sturmschäden im Schweizer Wald: Häufigkeit, Ausmass und Risikofaktoren**

Fabian Meyer beschäftigte sich in den letzten Jahren mit den Risikofaktoren, die Sturmschäden im Schweizer Wald begünstigen können. Der katastrophale Wintersturm Lothar, welcher am 26. Dezember 1999 über die Schweiz und weite Teile Zentraleuropas hereinbrach, übertraf sämtliche Stürme des 20. Jahrhunderts bezüglich Stärke und Schäden mit Abstand. Zusammen mit dem Sturm Vivian von 1999 kam es zu einer Häufung von extremen Stürmen am Ende des 20. Jahrhunderts, die die Frage aufwirft, ob dies eine Folge des globalen Klimawandels sein könnte. Aus 500 Jahren zurückreichenden klimahistorischen Untersuchungen kennt man zwei ähnlich katastrophale Stürme, die im 17. und 18. Jahrhundert aufgetreten sind (1645 und 1739), aber gefolgt waren von einer langen Pause bis zu den Stürmen von 1967, 1990 und 1999. Stürme können als seltene Extremereignisse mit mathematisch-statistischen Methoden nur unzureichend modelliert werden. Das Auftreten von Extremereignissen ist kaum prognostizierbar. Sinnvoller sind Aussagen über die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens auf Grund der zugrunde liegenden Gesetzmässigkeiten in Klima und Atmosphäre. Durch die beispiellose Klimaerwärmung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts werden in Europa die Gegensätze zwischen kalten arktisch-polaren Luftmassen nördlich des 45. Breitengrades und warmen tropisch-feuchten Luftmassen südlich davon seit etwa 1970 grösser, was zu einem dynamischeren Wettergeschehen mit grösseren Ausschlägen führt. Gemäss dem aktuellen Stand der Forschung muss mit einer weiteren Klimaerwärmung gerechnet werden. Daraus leitet sich für die Zukunft eine stark erhöhte Wahrscheinlichkeit (Risiko) für katastrophale Winterstürme ab. Windstärken von bis zu 160 km/h, wie sie während des Sturms Lothar gemessen worden sind, kann ein Baum oder Waldbestand kaum überstehen. Topographisch bedingte, räumlich variable Windgeschwindigkeiten und Wirbelbildungen führen zu Zonen mit geringeren Spitzengeschwindigkeiten und somit zu Flächen mit Streuschäden, in welchen einige Bäume stehen bleiben. Neben Windstärke, Böigkeit und Wirbelbildung ist ein ganzer Komplex von Risikofaktoren bekannt, welcher die Sturmanfälligkeit von Waldbäumen erhöhen kann. Die wichtigsten zusätzlichen Risikofaktoren sind Bewirtschaftungsweise, Nadelholzanteil, Bestandesstruktur, Bodenchemismus, Baumgeometrie und Holzeigenschaften. Die von Forstdiensten und Rückversicherungen festgestellte Zunahme der Schadenssumme in den letzten 30 bis

**Fabian Meyer**  
Botanisches Institut  
Universität Basel  
Schönbeinstrasse 6  
4056 Basel/Schweiz  
mail@fabianmeyer.ch  
Post: Bruderholzstrasse 61  
4104 Oberwil/Schweiz

50 Jahren steht aber auch im Zusammenhang mit dem zunehmenden Schadenspotenzial. Das heisst, dass hohe Holzvorräte im Schweizer Wald den Schaden im Wald zusätzlich erhöhen.

### **Waldföhrenwälder der Alpen im Umbruch – eine Bioindikation für Global Change?**

**Andreas Rigling,  
Matthias Dobbertin,  
Thomas Wohlgemuth**  
Eidgenössische Forschungsanstalt  
für Wald, Schnee und Landschaft  
WSL  
Zürcherstrasse 111  
8903 Birmensdorf / Schweiz  
andreas.rigling@wsl.ch

Vom Waldsterben spricht der Forstökologe Andreas Rigling nicht, aber dennoch sind nicht alle Wälder gesund. Die Waldföhrenwälder in den Trockengebieten des Alpenraumes sind im Umbruch – die Waldföhren (*Pinus sylvestris* L.) weisen in mehreren Regionen eine erhöhte Mortalität auf und ein Baumartenwechsel grösseren Ausmasses zeichnen sich ab. Im Rahmen des Forschungsprogramms «Walddynamik» untersucht die Eidgenössische Forschungsanstalt WSL verschiedene Aspekte dieser Problematik in mehreren interdisziplinären Projekten. Als Testregion dienen die Waldföhrenwälder im Wallis (Schweiz). Die Waldföhre steht als Bioindikator von Standortveränderungen im Zentrum von drei Hypothesen: Höhere Mortalitätsraten sind eine Ursache der Klimaerwärmung, der Nutzungsänderung oder der natürlichen Sukzession. Untersucht werden deshalb nicht nur die räumlich-zeitliche Dynamik der Phänomene, sondern auch die Prozesse, welche zu den aktuellen Veränderungen beitragen könnten. Der Waldföhrengürtel des Rhonetals und seiner Seitentäler liegt zwischen 500 (Talboden) und 1500 m ü. M. (12 000 ha, 11% der Gesamtwaldfläche). Die Wälder erfüllen vielfältige Funktionen: Sie schützen vor Lawinen, Steinschlag und Erosion, sind Erholungsraum für die Bevölkerung, stellen ein wichtiges Landschaftselement dar und bieten Lebensraum für eine einzigartige Flora und Fauna. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts weisen die Waldföhrenbestände im Wallis in unregelmässigen Abständen hohe Mortalitätsraten auf. In den 1970er und 1980er Jahren wurden auffällige Nadelnekrosen und die damit verbundene Vitalitätseinbusse der Waldföhren mit Fluor-Immissionen aus nahe gelegenen Aluminiumwerken in Zusammenhang gebracht. Durch den Einbau von Filteranlagen in den Aluminiumwerken anfangs der 1980er Jahre wurde der Schadstoffausstoss drastisch reduziert. Die Schadmerkmale an den Föhrennadeln verschwanden. Zu Beginn der 1990er Jahre stiegen die Mortalitätsraten erneut an, nun aber nicht nur im Wallis, sondern auch in den alpinen Trockentälern Italiens und Österreichs. Im Wallis betragen die Mortalitätsraten gebietsweise bis zu 4,5% pro Jahr, was einem zehnfachen Wert des schweizerischen Mittelwerts entspricht. Die Absterbeursache sind meist Insekten, welche sich in den vergangenen Jahrzehnten stark vermehren konnten. Wurzelpathogene wie z.B. Hallimasch (*Armillaria* spp.) und Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*) sind bisher nicht festgestellt worden. Verschiedene Arten von Bläuepilzen (*Leptographium* spec.) und Nematoden (*Bursaphelenchus* spec.) stehen aber in Verdacht, in Kombination mit Trockenstress die Vitalität von Waldföhren zu vermindern. Klimaanalysen zeigen, dass das Klima im Wallis in den vergan-



genen 25 Jahren bei gleich bleibenden Niederschlagssummen deutlich wärmer geworden ist, was den Trockenstress der Pflanzen und die Entwicklungsraten von Insekten, Phytopathogenen und Nematoden erhöhen dürfte. Auch die temperatursensitive Föhrenmistel (*Viscum album* L. ssp. *austriacum*) konnte vom wärmeren Klima profitieren und ist in den vergangenen 100 Jahren um etwa 250 m in höhere Lagen expandiert. Es scheint, dass die Waldföhrenwälder der trockensten Tallagen im Wallis grossflächig verschwinden. Ersetzt werden sie hauptsächlich durch Eichenmischwälder mit Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.), Mehlsbeere (*Sorbus aria* (L.) Crantz), Birke (*Betula pendula* Roth) u.a. Das Schweizerische Landesforstinventar weist für das Wallis in der Zeit zwischen 1983 und 1993 eine Stammzahlveränderung von +30% (Flaumeiche), +27% (Birke), +14% (Weisstanne) und -6% (Waldföhre) auf. Die Jahrhunderte lange, selektive Waldnutzung beeinflusste die Föhrenwälder massgeblich. Aus früheren Eichenmischwäldern entstanden durch Holz- und Austragsnutzung sowie Ziegenweide sukzessive Waldföhrenwälder, indem sowohl die Menschen als auch seine Haustiere die Laubbäume bevorzugt nutzten. Seit der weiträumigen Aufgabe der Ziegenweide vor einigen Jahrzehnten beginnen sich nun die Laubbäume wieder auszubreiten. Hauptsächlich die Flaumeiche konkurriert aufgrund ihrer grösseren Toleranz gegenüber Trockenheit zunehmend mit der Waldföhre.

### **Ein Genlein steht im Walde ... und es bewegt sich doch: Was genetische Marker über Populationen erzählen**

Rolf Holderegger, stellvertretender Leiter der Abteilung Genetische Ökologie an der WSL, erläuterte an Beispielen das Potenzial molekularer Methoden im Wald. Vergangene evolutive, ökologische oder populationsbiologische Prozesse hinterlassen genetische Fingerabdrücke. Untersuchungen der genetischen Variation in Populationen erlauben deshalb Rückschlüsse auf historische Vorgänge auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen. Molekulargenetische Techniken ermöglichen auch, aktuell ablaufende Prozesse, welche mit herkömmlichen Methoden kaum erfasst werden können, zu untersuchen. Heute spielen genetische Marker in der Grundlagenwissenschaft, der Forstwirtschaft oder der Naturschutzbiologie eine immer wichtigere Rolle. Holderegger illustrierte dies anhand von Studien über historischen bzw. aktuellen Genfluss, sowie anhand einer Studie über den Einfluss der Populationsgrösse auf die genetische Diversität und die Verfügbarkeit von Paarungspartnern. Die Eibe (*Taxus baccata*) ist in der Schweiz noch immer weit verbreitet, ihre Populationen sind aber oft klein und räumlich isoliert. Für Populationen aus verschiedenen Regionen der Schweiz lässt sich mit Hilfe genetischer Fingerabdrücke (RAPDs) der historische Genfluss rekonstruieren. Die Resultate zeigen, dass die Populationen früher einen grossen gemeinsamen Genpool darstellten. Dies muss nicht unbedingt den heutigen Verhältnissen entsprechen. Gerade bei langlebigen Waldbäumen und den Ver-

**Rolf Holderegger, Felix Gugerli**  
Abteilung Genetische Ökologie  
Eidgenössische Forschungsanstalt für  
Wald, Schnee und Landschaft WSL  
Zürcherstrasse 111  
8903 Birmensdorf /Schweiz  
rolf.holderegger@wsl.ch

änderungen der Waldbewirtschaftung während der letzten zwei Jahrhunderte ist dies offensichtlich. Ein zweites Beispiel zeigt deshalb, wie der aktuelle Genfluss über Pollen innerhalb von Populationen einer häufigen, windbestäubten und einer seltenen, insektenbestäubten Baumart untersucht werden kann. Dabei kamen hoch variable genetische Marker (Mikrosatelliten) zum Einsatz. Es wurden alle Bäume in einer Population genetisch charakterisiert und die Samen einzelner Mutterbäume einer Vaterschaftsanalyse unterzogen. Bei Eichen (*Quercus* spp.) zeigte sich, dass die weiblichen Blüten eines Mutterbaumes von vielen verschiedenen Vätern bestäubt werden, ein Ergebnis, das den Erwartungen entspricht. Erstaunlicher sind die Ergebnisse bei der seltenen Elsbeere (*Sorbus torminalis*). Hier zeigt sich, dass innerhalb der Populationen fast zufällige Paarung herrschte. Der «Naheliegendste» war da keineswegs der «Nächste». Insekten legten dabei Distanzen von mehreren hundert Metern zwischen einzelnen Elsbeerbäumen zurück, selbst wenn die Dichte der Elsbeeren gering war. Bei einer grossen, räumlich nicht isolierten Population wurden rund 30% der Samen von Vätern bestäubt, die nicht aus demselben Bestand stammen. Bei einer kleinen, sehr isolierten Elsbeerepopulation war dieser Anteil mit 10% noch immer beachtlich. Was aber, wenn nicht genügend Paarungspartner in einer Population vorhanden sind? Ein Mangel an Paarungspartnern ist in kleinen Populationen zu erwarten, wenn die einzelnen Individuen nah miteinander verwandt sind. Dies könnte etwa für die zweihäusige Eibe zutreffen, bei der kleine Populationen unausgeglichene Geschlechterverhältnisse und eine geringere genetische Diversität aufwiesen als grosse Populationen. Bei vielen Pflanzenarten wird Selbstung oder Paarung zwischen nah Verwandten durch ein so genanntes Selbstinkompatibilitätssystem (S-Allele) genetisch verhindert. Die Untersuchung dieser S-Allele mittels traditionellen Methoden ist äusserst aufwendig. Genetische Methoden ermöglichen nun eine direkte Untersuchung des entsprechenden Gens (S-RNase). Bei der Wildbirne (*Pyrus pyraster*) fand sich denn auch ein Zusammenhang zwischen der Anzahl S-Allele (aber nicht der genetischen Diversität) und der Populationsgrösse. In diesem Fall bestimmt nicht die Populationsgrösse direkt das Ausmass der Inzucht in Populationen, sondern vielmehr die Anzahl der Selbstinkompatibilitätssallele.

## Dank

Wie bisher jedes Jahr wurde die Tagung auch dieses Mal von der «Stiftung zur Förderung der Pflanzenkenntnis» finanziell unterstützt, wofür ich mich hier herzlich bedanken möchte.