

Jahrestagung 2006

Stirbt die Buche bei uns aus?

Die Klimaerwärmung und ihr Einfluss auf den Wald

Zürich, 31. März 2006

unter der Leitung von

Bernhard Nievergelt, Präsident AfW

aufgezeichnet von

Brigitte Wolf

www.afw-ctf.ch
info@afw-ctf.ch

Inhalt

Zusammenfassung	3
1. Hintergrund der Tagung	4
2. Referate	4
2.1 Welche Konsequenzen hat die Klimaerwärmung auf die Waldökosysteme? (M. Rebetez)	5
2.2 Wie sensibel reagiert die Waldgrenze auf Klimaänderungen? (C. Heiri)	8
2.3 Die Klimaerwärmung und ihr Einfluss auf die Phänologie (C. Defila)	10
2.4 Diskussion über den Handlungsbedarf der Waldwirtschaft anhand von WSL-Modellen (F. Kienast)	12
3. Schlussgedanken des Gesprächsleiters Bernhard Nievergelt	16
4. Liste der Teilnehmerinnen und Teilnehmer	18

Impressum

Herausgeberin und Bezugsquelle des gedruckten Berichts:

Arbeitsgemeinschaft für den Wald
Ebnetstrasse 21, 3982 Bitsch
Telefon 027 927 14 33
E-Mail: info@afw-ctf.ch

PDF-Download:

www.afw-ctf.ch

Zusammenfassung

Anlässlich ihrer Delegiertenversammlung 2006 organisierte die Arbeitsgemeinschaft für den Wald AfW am 31. März 2006 an der MeteoSchweiz in Zürich ihre Jahrestagung zum Thema «Klimaerwärmung und ihr Einfluss auf den Wald». Mit den folgenden vier Referaten und in einer Diskussion versuchten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, dem schwierigen Thema anzunähern:

Martine Rebetez: Welche Konsequenzen hat die Klimaerwärmung auf die Waldökosysteme?

Dr. Martine Rebetez von der WSL Lausanne zeigte, wie stark die Durchschnittstemperaturen in den letzten 100 Jahren global und in der Schweiz angestiegen sind. Sie erläuterte zudem, welche Auswirkungen der Temperaturanstieg auf andere Klimafaktoren, wie Niederschlag, Schneegrenze, Sonnenscheindauer und Stürme, sowie auf die Vegetation hat.

Caroline Heiri: Wie sensibel reagiert die Waldgrenze auf Klimaänderungen?

Die Höhe der oberen Waldgrenze wird stark durch das Klima beeinflusst, insbesondere durch die Temperatur während der Vegetationsperiode. Anhand von drei Fallstudien im Val d'Hérémence (VS), bei Davos (GR) und bei Sedrun (GR) beleuchtete Caroline Heiri, dipl. Forsting. ETH Zürich, das Zusammenspiel zwischen Klima und Waldgrenze in den vergangenen 10'000, 500 und 50 Jahren.

Claudio Defila: Die Klimaerwärmung und ihr Einfluss auf die Phänologie allgemein und die Waldphänologie

Dr. Claudio Defila von der MeteoSchweiz in Zürich brachte in seinem Referat den Teilnehmenden die Pflanzenphänologie näher und zeigte anhand von mehreren Beispielen, dass sich die Klimaerwärmung auch in den Befunden der Pflanzenphänologie widerspiegelt.

Felix Kienast: Link zur Praxis und Diskussion anhand von Modellen der WSL

Unter der Leitung von Prof. Bernhard Nievergelt, AfW-Präsident, und PD Dr. Felix Kienast von der WSL in Birmensdorf diskutierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer über den Handlungsbedarf in der Waldpflege und in der Waldwirtschaft. Als Grundlage dazu dienten die Modelle von Felix Kienast zur Entwicklung der Schweizer Waldgesellschaften unter dem Einfluss der Klimaerwärmung.

Résumé

A l'occasion de la réunion des délégués 2006, la Communauté de travail pour la forêt (CTF) a organisé le 31 mars 2006 chez MétéoSuisse à Zürich son assemblée annuelle, consacrée au réchauffement du climat et ses effets sur la forêt. Les participants se sont familiarisés avec ce sujet délicat grâce aux quatre colloques résumés ci-dessous ainsi que dans le cadre d'une discussion.

Martine Rebetez: Changement climatique: Quelles conséquences pour les écosystèmes forestiers?

Dr. Martine Rebetez de l'institut WSL Lausanne a expliqué à quel point les températures moyennes ont augmenté durant les 100 dernières années au niveau global et Suisse. Elle a ensuite éclairé les conséquences de cet échauffement sur d'autres facteurs climatiques tels que les précipitations, la limite de la neige, l'ensoleillement et les orages ainsi que la végétation.

Caroline Heiri: Quel rapport entre la limite supérieure de la forêt et le changement climatique?

La température constatée durant la période de végétation influence fortement la limite supérieure de la forêt. Caroline Heiri, dipl. Forsting. EPF Zürich a démontré au travers l'étude de trois cas – Val d'Hérémence VS, près de Davos GR et dans les environs de Sedrun GR – la corrélation entre le climat et la limite supérieure de la forêt au cours des 10 000, 500 et 50 dernières années.

Changement climatique: Quel effet sur la phénologie en général et sur la phénologie forestière?

Dr. Claudio Defila de MétéoSuisse à Zürich a mieux fait comprendre aux participants la phénologie des plantes et a montré grâce à plusieurs exemples que le changement climatique se reflète également dans les observations de la phénologie des plantes.

Le lien avec la pratique et discussion basée sur les modèles de l'institut WSL

Sous la direction de Prof. Bernhard Nievergelt, Président CTF et PD Dr. Felix Kienast de l'institut WSL à Birmensdorf, les participants ont discuté de la nécessité d'agir dans l'entretien et l'exploitation forestiers. Cette discussion était basée sur les modèles de Felix Kienast pour le développement des sociétés forestières sous l'influence du changement climatique.

1 Hintergrund der Tagung

Der Klimawandel hat neben vielen anderen Auswirkungen auch einen Einfluss auf die Wald-Ökosysteme und damit auf die Waldwirtschaft. Aufgrund der langen Lebenserwartung der Bäume ist rechtzeitiges Handeln angesagt. Im Bewusstsein, dass wir heute nicht nur unseren eigenen künftigen Wald vorbereiten, sondern auch den der kommenden Generationen, müssen wir uns schon heute mit der Klimaerwärmung und ihren Auswirkungen auf die Wälder auseinandersetzen.

Im Wallis kann in einigen Wäldern des Rhonetals ein überaus rasches Absterben der Waldföhren beobachtet werden. In den 1990er Jahren stieg die Waldföhrensterblichkeit auf den Beobachtungsflächen der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL innerhalb von fünf Jahren auf über 40 Prozent an. Analysen der WSL zeigen, dass die sehr warmen Sommer der vergangenen Jahre wahrscheinlich die Vermehrung der so genannt schädlichen Insekten gefördert haben. Ebenso könnten die hohen Temperaturen den Vitalitätsverlust der Föhren verursacht haben. Die Föhrenbestände werden in den tieferen Lagen des Wallis vermehrt von Laubbäumen, insbesondere von Flaumeichen, verdrängt.

Das eigentliche Problem ist nicht so sehr der Wandel der Wälder an sich, sondern die Geschwindigkeit, mit welcher die Föhren zugrunde gehen. Viele dieser Wälder erfüllen wichtige Schutzfunktionen. Anstelle der Föhren könnten natürlich auch Eichen diese Rolle übernehmen. Die Frage ist aber, ob der Übergang vom Föhren- zum Eichenbestand so graduell erfolgen wird, dass die Stabilität des Bodens erhalten bleibt und ein neues Gleichgewicht erlangt werden kann.

Was in den Föhrenwäldern im Rhonetal zurzeit beobachtet werden kann, könnte auch in anderen Schweizer Wäldern passieren. Buchenwälder sind gegenüber scharfen Klimaveränderungen recht stabil, Nadelwälder weniger. Die eigentlichen Risiken hängen dabei vor allem mit dem Tempo der Klimaerwärmung und den limitierenden Wachstumsbedingungen zusammen. In Übergangsphasen zu anderen Waldtypen könnte es zeitweise zu unausgewogenen Beständen oder zu einem labilen Gleichgewicht kommen, was sich insbesondere bei Wäldern mit Schutzfunktion gegen Erosion, Steinschlag und Lawinen problematisch auswirken könnte.

Aber auch die Waldwirtschaft wird davon betroffen sein. Bei der Bewirtschaftung von Wäldern muss berücksichtigt werden, dass Nadelbäume immer weniger für Standorte in niederen Lagen geeignet sind. In Zukunft muss – egal um welche Baumarten es sich handelt – daran gedacht werden, dass in einigen Jahrzehnten, wenn die Jungpflanzen von heute schlagreif sind, die Temperaturen noch höher sein werden. Künftig könnte es auch vermehrt vorkommen, dass Bäume krankheitshalber abgeholzt werden müssen, schon bevor sie eigentlich schlagreif sind.

Neben der Schutz- und Nutzfunktion erfüllen die Wälder zahlreiche andere Funktionen: Sie dienen als Erholungsgebiete, verbessern die Luft, sorgen für sauberes Trinkwasser, gewährleisten einen wichtigen Teil der Biodiversität und spielen eine wesentliche Rolle für die Vielfalt und Schönheit unserer Landschaft. Das Ökosystem Wald ist ein Milieu, das zahlreichen komplexen Wechselwirkungen unterliegt, deren Abläufe noch lange nicht umfassend erforscht sind. Mehr denn je ist es deshalb wichtig, das Funktionieren der Waldökosysteme zu erforschen und langfristig ihre Entwicklung im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen und der Klimaerwärmung zu verfolgen.



Abb. 1: Zwei abgestorbene Föhren an einem Wanderweg im Oberwallis. Foto: B. Wolf

2 Referate

2.1 Welche Konsequenzen hat die Klimaerwärmung auf Waldökosysteme?

Dr. Martine Rebetez, WSL Lausanne
(mit Ergänzungen aus REBETEZ, 2006)

Martine Rebetez zeigte in ihrem Referat den Anstieg der Durchschnittstemperaturen in den letzten 100 Jahren global und in der Schweiz. Sie erläuterte zudem, welche Auswirkungen der Temperaturanstieg auf andere Klimafaktoren, wie Niederschlag, Schneegrenze, Sonnenscheindauer und Stürme, sowie auf die Vegetation hat.

Temperaturen

Systematische Messungen haben gezeigt, dass die Temperaturen im Verlauf des 20. Jahrhunderts weltweit um durchschnittlich $0,7^{\circ}\text{C}$ zugenommen haben. Am deutlichsten war der Temperaturanstieg zum einen zwischen 1920 und 1945 und zum anderen ab 1975. Dabei gibt es grosse Unterschiede zwischen einzelnen Regionen. Beispielsweise erwärmte sich die Nordhemisphäre stärker als die Südhemisphäre (Abb. 2).

Das wärmste Jahr seit Beginn der Erhebungen (1861) war 1998, das zweitwärmste 2005, gefolgt von 2002, 2003 und 2004. Die zehn wärmsten Jahre fallen alle in die Zeit nach 1991 und neun davon sogar nach 1995. Fünf der sechs wärmsten Jahre wurden seit 2001 gemessen. In Anbetracht der derzeit kontinuierlich zunehmenden Erwärmung ist es wahrscheinlich, dass das ers-

te Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts noch wärmer als das letzte des 20. Jahrhunderts ausfallen wird.

In der Schweiz sind die Temperaturen im Verlauf des 20. Jahrhunderts auf der Alpennordseite um $1,3$ bis $1,7^{\circ}\text{C}$ und auf der Alpensüdseite um 1°C angestiegen. Auf der Alpennordseite stiegen die Temperaturen demnach rund doppelt so stark an wie im globalen Mittel. Von Jahr zu Jahr können aber grosse Temperatur-Schwankungen festgestellt werden, welche sich im Gebirge noch stärker auswirken als im Flachland. Der Hitzesommer 2003 schlug alle Temperaturrekorde und lag weit über allen anderen Werten.

Die Erwärmung macht sich vor allem durch das seltenere Auftreten härtester Kälteperioden bemerkbar. Der Anstieg der Durchschnittswerte ist mehr durch die Erwärmung der kältesten Tage als der wärmsten bedingt. Es kann aber auch eine Zunahme von Hitzetagen beobachtet werden (Abb. 3). Im 20. Jahrhundert zeigte sich die Erwärmung am stärksten im Winter (Januar und Februar) und im Sommer (Juli und August), etwas weniger im Herbst und nur wenig im Frühling (April und Mai). Wie überall auf der Erde erwärmten sich die Nächte allgemein stärker als die Tage. Die grössere Erwärmung der Nächte trifft jedoch nicht für die Gebirgslagen zu. Je weiter oben man misst, z. B. auf Gipfeln und Pässen statt in den Tälern, umso geringer wird der Unterschied.

Niederschläge

Im Weltmittel haben die Niederschläge im 20. Jahrhundert um 2,4 Prozent zugenommen. Die enormen jährlichen Unterschiede in der Niederschlagsmenge lassen aber noch keinen langfristigen Trend erkennen. Zudem gibt es grosse regionale Unterschiede. Einzelne Regio-

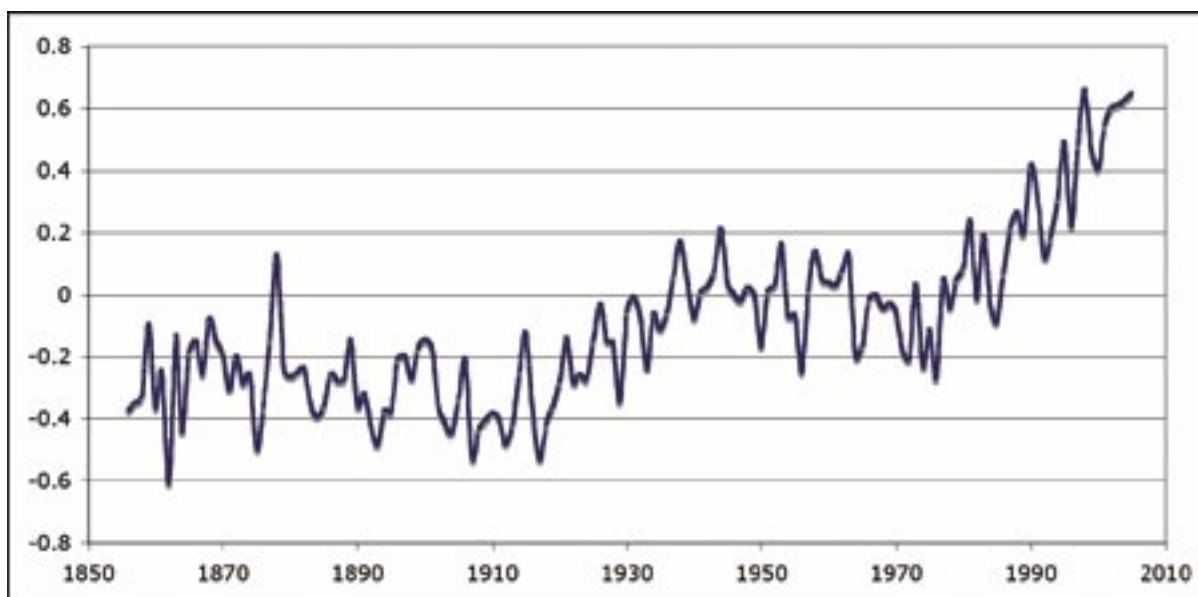
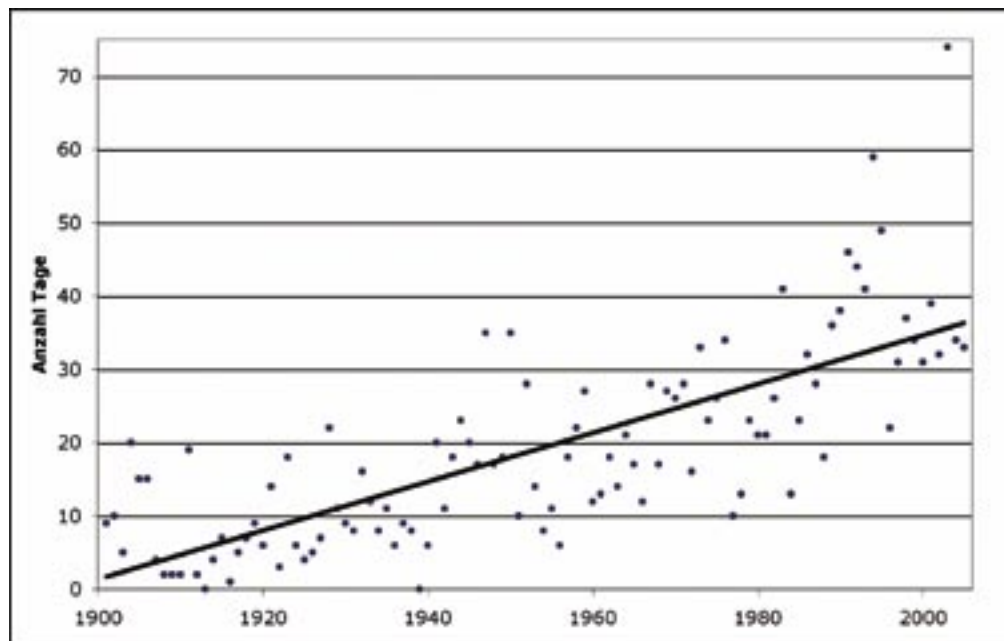


Abb. 2: Temperaturen auf der Nordhemisphäre von 1856-2005: Abweichung vom Durchschnitt von 1961-1990 ($^{\circ}\text{C}$).

Abb. 3: Anzahl Hitzetage in Neuenburg von 1901 bis 2005. (Ergänzt aus Rebetz M. 2004: Summer 2003 maximum and minimum daily temperatures over a 3300 m altitudinal range in the Alps. *Climate Research* 27:45-50.)



nen der Erde erleben zurzeit eine Abnahme der Niederschläge und müssen auch in Zukunft mit einem weiteren Rückgang rechnen, während benachbarte Gebiete unter einer Zunahme der Niederschläge leiden.

Auch in der Schweiz ist noch keine bemerkenswerte Zu- oder Abnahme der jährlich gemessenen Niederschlagsmengen festzustellen. Es gibt und gab von einem Jahr zum anderen schon immer sehr grosse Unterschiede. Diese Variabilität scheint sich durch die Klimaerwärmung aber noch zu verstärken; denn in den letzten Jahren kann eine deutliche Zunahme von Extremereignissen beobachtet werden. Einerseits häufen sich heftige, einige Stunden bis Tage andauernde Niederschläge, andererseits dürfte es künftig mehr und intensivere bzw. längere Trockenperioden geben.

Auf der Alpennordseite treten die Trockenperioden im Sommer oder im Winter auf, im Tessin vor allem im Winter (oft verbunden mit Waldbrandgefahr). Dafür fallen die Niederschläge im Herbst und Winter zunehmend heftiger aus. Ob auch das Hochwasser im Herbst 2005 auf die Klimaerwärmung zurückgeführt werden muss, kann nicht gesagt werden. Vorhersagen sind aufgrund der grossen natürlichen Schwankungen der jährlichen Niederschläge extrem schwierig.

Schneegrenze

In den hohen Lagen der Alpen haben sich die Schnee-verhältnisse kaum verändert, in mittleren und niedrigen Lagen hingegen fiel in den letzten Jahren deutlich weniger Schnee. Es darf davon ausgegangen werden, dass die Schneegrenze mit dem Anstieg der Temperaturen weiter steigen wird. Unterhalb von 1300 m ü. M. wird es

seltener Schnee geben. Allerdings ist die Schneegrenze enormen Schwankungen ausgesetzt, so dass Vorhersagen schwierig sind.

Sonneneinstrahlung

Bewölkung und Sonneneinstrahlung haben sich im 20. Jahrhundert zwar verändert, aber nicht so stark, dass eindeutige Schlüsse gezogen werden könnten. Eine Ausnahme bildet der Alpenraum in den Wintermonaten, wo eine Zunahme der Sonnenstunden zu beobachten ist.

Stürme und Orkane

Die steigenden Temperaturen führen auch zu einer Erwärmung der Ozeane, was in den betroffenen Regionen zu einer Zunahme starker Hurrikane der Kategorien 4 und 5 führt. Da die beiden letzten Schweizer Orkane Vivian und Lothar im Abstand von nur 10 Jahren auftraten, besteht die Besorgnis, dass es auch bei uns künftig häufiger zu Stürmen und Orkanen kommen könnte. Für die Schweiz ist eine Voraussage jedoch schwierig. Da Sturmereignisse von Natur aus selten sind, ist es schwierig, ihre Häufigkeit statistisch zu erfassen.

Auswirkungen auf die Vegetation

Das Klima spielt für das Vorkommen und Wachstum der Pflanzen eine ausschlaggebende Rolle. Weltweit bewirkt die Erwärmung eine Verschiebung der für bestimmte Pflanzen günstigen Wachstumsbedingungen in höhere Lagen oder in Richtung der Pole. Das heisst aber nicht, dass die Lebensräume der einzelnen Vegetationstypen, speziell der Wälder, sich umgehend bergwärts verschieben werden, da die Böden höherer Lagen nicht unbe-

dingt für dieselbe Vegetation geeignet sind, die in tiefer liegenden Gegenden vorkommt. Pflanzen benötigen eine Anpassungszeit, die weitgehend von der Lebensdauer der Arten und ihrer Konkurrenz untereinander abhängt. Zudem ist das Ausbreitungspotenzial von Art zu Art verschieden und oft sind der Ausbreitung einer Art auch geographische Grenzen gesetzt. Beispielsweise kann eine im Tessin heimische Pflanzenart nicht einfach in die nördlichen Alpentäler abwandern. Ganz allgemein lässt sich beobachten, dass Arten aus niederen Lagen schneller migrieren als solche aus höheren Lagen. Dieser Sachverhalt birgt ein Konkurrenzrisiko für die in höheren Zonen heimischen Pflanzen.

Bereits heute können Folgen der Klimaerwärmung auf die Vegetation festgestellt werden:

- Es kommt zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode (siehe Referat von Claudio Defila).
- Frostempfindliche Kulturen können heute 200 bis 300 Meter höher gepflanzt werden als früher.
- Exotische, frostempfindliche Pflanzen, wie z. B. Lorbeerbäume, welche seit vielen Jahren in Tessiner Gärten gepflegt werden, breiten sich in den Tessiner Wäldern immer mehr aus.
- Eine Zunahme der winterlichen Trockenperioden im Tessin erhöht das Risiko für Waldbrände.
- Die Klimaerwärmung lässt Gletscher abschmelzen, wodurch neue Gletschervorfelder und damit neue potentielle Pflanzenstandorte entstehen.
- Im Gebirge steigen die Pflanzen höher, die Vegetationsgürtel verschieben sich. Einzelne «Gipfelbewohner» werden verdrängt, weil sie nicht höher steigen können.
- Im Oberwallis kann in den niedrigsten Lagen ein ausgedehntes Föhrensterben beobachtet werden, für welches als Erklärung nur die hohen Temperaturen in Frage kommen.
- Die Borkenkäfer steigen höher hinauf als früher.

Fragen und Diskussion zum Referat

Von 1943 bis 1951 gab es eine ausgeprägte Trockenperiode. Gab es da auch ein Föhrensterben?

Ja, aber nicht im gleichen Ausmass wie heute. Die Bäume haben sich nach der Trockenperiode wieder erholt.

Vielleicht waren die Auswirkungen früherer Trockenperioden weniger gravierend, weil die Umweltbelastung weniger gross war. Heute kommen die Bodenversauerung und Schadstoffbelastungen hinzu.

Wirkt sich eine verlängerte Vegetationsperiode positiv auf die Pflanzenwelt und Kulturen aus?

Es gibt weniger Frosttage, die Einzelereignisse sind aber oft extremer. In der Vegetationsperiode genügt ein einziger Frosttag, um die Vegetation zu schädigen. Es kann also keine Entwarnung gegeben werden.

Bei Gebirgspflanzen wirkt sich eine früh beginnende Vegetationsperiode meist negativ auf die Pflanzen aus, da weiter entwickelte Pflanzen empfindlicher auf Spätfröste reagieren.

Die Durchschnittswerte haben wenig Bedeutung für die Vegetation, wichtig sind die Extreme (Minima und Maxima).

Die grosse Trockenheit im Sommer 2003 folgte relativ kurz nach Lothar, als viele Bäume bereits geschwächt waren. Zwei Extremereignisse kamen zusammen und verstärkten sich gegenseitig. Das hat dem Wald zugesetzt.

Sind die Grosswetterlagen heute stabiler als früher?

Es gibt bis jetzt keine Daten dafür, dass die Grosswetterlagen heute stabiler sind und länger andauern als früher.

Wie sieht die heutige Erwärmung im Vergleich zu den Temperaturschwankungen in früheren Erdzeitaltern aus?

Es gab immer schon Temperaturschwankungen. Es gab auch schon wärmere Zeiten als die heutige. Es gab aber noch nie eine Zunahme in dieser Geschwindigkeit. Die heutige Klimaerwärmung scheint diesbezüglich einmalig zu sein in der Erdgeschichte.

2.2 Wie sensibel reagiert die Waldgrenze auf Klimaänderungen? Untersuchung der Waldgrendynamik der letzten 10'000 Jahre

Caroline Heiri, dipl. Forsting. ETH Zürich

Gebirgswälder bieten Schutz vor Naturgefahren, dienen als Wasserspeicher, sind wichtig für die Biodiversität, werden von den Menschen als Erholungsraum genutzt usw. Gleichzeitig bilden Gebirgswälder aber ein sehr fragiles Ökosystem. Die Vegetationszeit ist kurz, das Wachstum erfolgt langsam, der Klimagradient ist steil.

Die Lage der oberen Waldgrenze wird stark durch das Klima beeinflusst, insbesondere durch die Temperatur während der Vegetationsperiode. Diese Eigenschaft als «Grenzökosystem» macht die Waldgrenze für die Klimaforschung besonders interessant. Auf relativ kleinem Raum kann der Einfluss von vergangenen Klimaschwankungen untersucht werden. Daraus können auch Rückschlüsse auf eine mögliche Entwicklung der Gebirgswälder unter einer künftigen Klimaveränderung abgeschätzt werden.

Anhand von drei Fallstudien beleuchtete Caroline Heiri das Zusammenspiel zwischen Klima und Waldgrenze in den vergangenen 10'000, 500 und 50 Jahren:

1. Waldgrendynamik im Holozän. Einfluss der Temperatur und des Menschen (HEIRI, BUGMANN, TINNER, HEIRI & LISCHKE, 2006)

2. Waldgrendynamik der letzten 500 Jahre (Davos). Einfluss von Extremjahren (BUGMANN & PFISTER, 2000)
3. Wiederbewaldungsdynamik an der Waldgrenze seit 1950 (Sedrun). Keimung und Wachstum (BOLLI, 2004)

Waldgrendynamik im Holozän

In einer ersten Studie «A model-based reconstruction of Holocene treeline dynamics in the Central Swiss Alps» wurden im Val d'Hérémence (Wallis) die Ursachen der Waldgrenzenverschiebungen während dem Holozän untersucht. Dabei ging man von der Hypothese aus, dass in der zweiten Hälfte des Holozäns neben dem Klima auch der Mensch einen Einfluss auf die Waldgrenze ausübte. Um die verschiedenen Ursachen zu entflechten, wurden paläoökologische Methoden (Pollen und Makrofossilien) mit einer dynamischen Waldsukzessionsmodellierung (Programm ForClim) kombiniert.

die simulierte Waldgrendynamik stimmte für das frühe Holozän (10'000 bis 4'500 Jahre vor heute) sehr gut mit den empirischen Daten der Paläoökologen überein. Die Waldgrenze im Untersuchungsgebiet bewegte sich zwischen 2400 und 2600 m ü. M. (Abb. 4). Die horizontale Verschiebung der Waldgrenze verlief synchron zur Temperaturveränderung, wobei keine Veränderung der grundsätzlichen Baumartenzusammensetzung festgestellt werden konnte. Eine Temperaturänderung von weniger als $\pm 1^\circ\text{C}$ liess die Waldgrenze um ± 100 Höhenmeter schwanken, wobei die Vegetation dem Klima weniger als 50 Jahre hinterher hinkte («lag»). In der Zeit

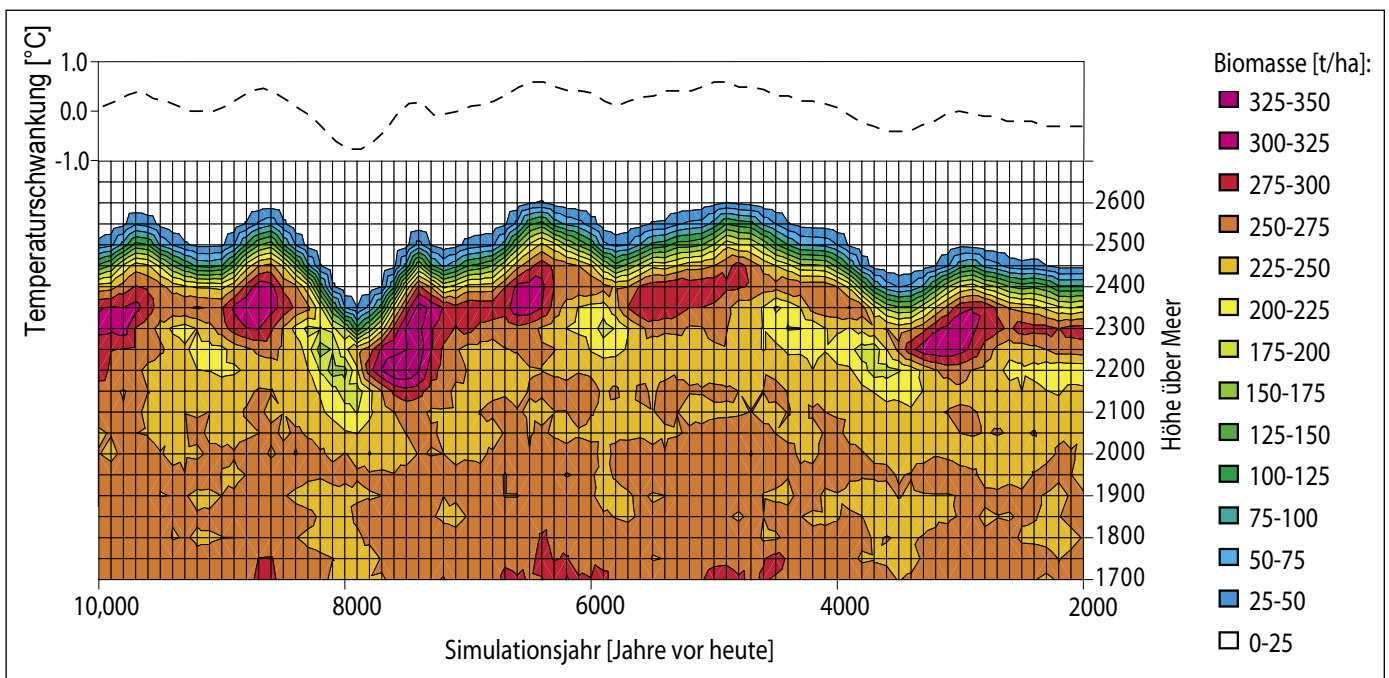


Abb. 4: Waldgrendynamik entlang des gesamten simulierten Höhentransektes für das Untersuchungsgebiet im Wallis. Die Temperaturschwankungen der letzten 10'000 Jahre betrug knapp $\pm 1^\circ\text{C}$. Diese relativ kleine Temperaturveränderung liess die Waldgrenze um ± 100 Höhenmeter schwanken.

nach 4500 vor heute fand im Pollenprofil und in den Makrodaten eine drastische Verschiebung von Baumpollen hin zu «Freilandpflanzen» (Stickstoffzeiger, Zwergwacholder und Grünerle) statt, was auf offene, relativ häufig gestörte Flächen und einen Rückgang der Waldgrenze hindeutet. Gemäss Waldmodell sollten zu jener Zeit aber keine solch drastische Veränderung der Waldgrenze stattgefunden haben. Der Schluss liegt nahe, dass der Mensch angefangen hat, die Waldgrenze stark zu beeinflussen. Untermauert wird diese Vermutung durch Holzkohlefunde in Bodenuntersuchungen sowie durch das verstärkte Aufkommen von stickstoffzeigenden Kräutern und Gräsern, was auf Beweidung oder einen sonstigen «Düngereintrag» hindeutet.

Waldgrendynamik der letzten 500 Jahre

In einer zweiten, ähnlich aufgebauten Simulationsstudie mit dem Titel «Impacts of interannual climate variability on past and future forest composition» wurde in Davos die Waldgrendynamik während den letzten 500 Jahren untersucht. Basis bildete die historische Klimarekonstruktion von Christian Pfister, welche monatliche Temperatur- und Niederschlagswerte für die letzten 500 Jahre umfasst. Das Waldmodell zeigte um das Jahr 1600 wie auch um 1825 einen dramatischen Waldgrendenrückgang um 50 Höhenmeter, ausgelöst durch eine Ballung von aussergewöhnlich kalten und feuchten Sommern in den vorausgegangenen Jahren. Dieser Befund wurde mithilfe von dendrochronologischen Untersuchungen und Naturbeschreibungen in

historischen Quellen (z. B. Bartgeierrückgang) bestätigt. Die erneute Ausdehnung der Waldgrenze auf ihr vorgängiges Niveau beanspruchte sehr lange und dauerte 150 bis sogar 200 Jahre. Vergleicht man diese Ergebnisse mit denjenigen der ersten Studie, scheinen klimatische «Extremjahre» einen drastischeren Einfluss auf die Waldgrenze zu haben als der langfristige Klimatrend.

Wiederbewaldungsdynamik seit 1950

Schliesslich zeigt die dendroökologische Studie «Die Wiederbewaldungsdynamik an der oberen Waldgrenze im Vorderrheintal bei Sedrun», dass das Ansteigen der Waldgrenze nach einer Bewirtschaftungsaufgabe vor 50 Jahren langsam und schubweise fortschreitet. Wärmere Sommertemperaturen fördern sehr wohl das Dickenwachstum der jungen Bäume, zur Ausbreitung der Waldgrenze braucht es jedoch das Zusammenspiel verschiedener günstiger Bedingungen: Ausreichendes Samenangebot, verjüngungsfreundliche Standorte und ein «mildes» Klima in den darauf folgenden Jahren. Damit ein erneuter Verjüngungsschub stattfinden kann, nachdem alle verjüngungsfreundlichen Standorte besetzt sind, müssen entweder durch abiotische Prozesse neue verjüngungsfreundliche Standorte entstehen oder die Verjüngung soweit gediehen sein, dass sie das Mikroklima für die Etablierung neuer Bäume positiv beeinflussen kann («Rottenbildung»). Diese «Standortlimitierung» mag dazu führen, dass der Waldgrendanstieg langsamer fortschreitet, als es das Klima erlauben würde.

Fragen und Diskussion zum Referat

Hatten die Menschen vor 4500 Jahren wirklich einen so grossen Einfluss auf die Waldgrenze?

Die Paläoökologen haben noch mehr Indizien dafür gefunden, dass die Menschen damals schon den Wald rodeten. Die Studie im Wallis zeigt auf jeden Fall, dass das Klima allein nicht für den Waldgrendenrückgang verantwortlich sein kann.

Dass der Mensch die Waldgrenze künstlich tief hielt, zeigt sich vielerorts auch daran, dass über der Waldgrenze «Waldböden» gefunden werden können.

Gibt es bei der Studie von Davos auch Untersuchungen über den Wildbestand bzw. den Verbiss?

Nein, es gibt keine Untersuchungen zum Wildbestand, nur Erzählungen.

Konnte man den schubweisen Anstieg der Waldgrenze auch in der Studie von Davos nachweisen?

Das Modell für die Untersuchung bei Davos war dafür zu wenig exakt; es wurden keine Kleinstandorte betrachtet.

Ändert sich die Baumartenzusammensetzung, wenn die Waldgrenze steigt oder zurückgeht!?

In tieferen Lagen beobachtet man bei sich ändernden Temperaturen auch eine Veränderung der Baumartenzusammensetzung (Beispiel Neophyten), an der Waldgrenze verändert sich die Zusammensetzung nicht, da in dieser Höhenlage nur wenige Spezialisten vorkommen.

2.3 Die Klimaerwärmung und ihr Einfluss auf die Phänologie allgemein und auf die Waldphänologie

Dr. Claudio Defila, MeteoSchweiz, Zürich

Definitionsgemäss ist die Pflanzenphänologie die Wissenschaft der im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Pflanzen. Die Arbeit des Pflanzenphänologen besteht im exakten Beobachten der Pflanzenentwicklung und im Notieren der entsprechenden Daten. Eine Zeitlang ging das Interesse an diesem einfachen Beobachten zurück, da es nicht so recht zur modernen Wissenschaft passen wollte. In den letzten Jahren jedoch erlebt die Phänologie «dank» der Klimaerwärmung einen Aufschwung. Auch in wissenschaftlichen Zeitschriften erscheinen heute Beiträge über die Phänologie. Da die jahreszeitliche Entwicklung der Pflanzen stark von der Lufttemperatur beeinflusst wird, sind die phänologischen Daten gute Indikatoren für die Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Vegetation.

Phänologische Zeitreihen bestehen aus so genannten Eintrittsterminen der Pflanzenentwicklung. Es wird der Tag festgehalten, an dem z. B. die ersten Blüten eines Kirschbaumes vollständig geöffnet oder 50% der Buchenblätter eines Waldbestandes entfaltet sind. Sol-

che im Jahresablauf periodisch wiederkehrende Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Pflanzen werden als Phänophasen bezeichnet. Die Eintrittstermine der Phänophasen variieren von Jahr zu Jahr und von Ort zu Ort sehr stark.

Die Pflanzenphänologie ist eine alte Wissenschaft. Die älteste bekannte Reihe reicht ins Jahr 705 zurück. Seither wird der Eintritt der Kirschblüte in Japan aufgezeichnet. Das erste phänologische Beobachtungsnetz der Schweiz wurde 1760 von der Ökonomischen Gesellschaft Bern ins Leben gerufen. Seit 1808 wird der Blattausbruch der Rosskastanie in Genf und seit 1894 die Blüte der Kirschen in Liestal beobachtet. 1951 gründete die MeteoSchweiz (damals noch Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt) ein phänologisches Beobachtungsnetz, das heute rund 160 Stationen in verschiedenen Regionen und Höhenlagen umfasst. Seit 1998 gehören auch waldphänologische Beobachtungen dazu.

Von 26 verschiedenen Pflanzenarten werden die Eintrittstermine von 69 phänologischen Phasen, wie Blat tentfaltung, Blüte, Fruchtreife, Blattverfärbung und Blattfall, beobachtet. Aufgrund eines Sofortmeldenetzes mit 17 Pflanzen an 40 Stationen wird im Internet unter <http://www.meteoschweiz.ch/web/de/wetter/vegetationsentwicklung.html> wöchentlich ein phänologisches Bulletin veröffentlicht. In der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen wird jeweils ein phänologischer Jahresrückblick

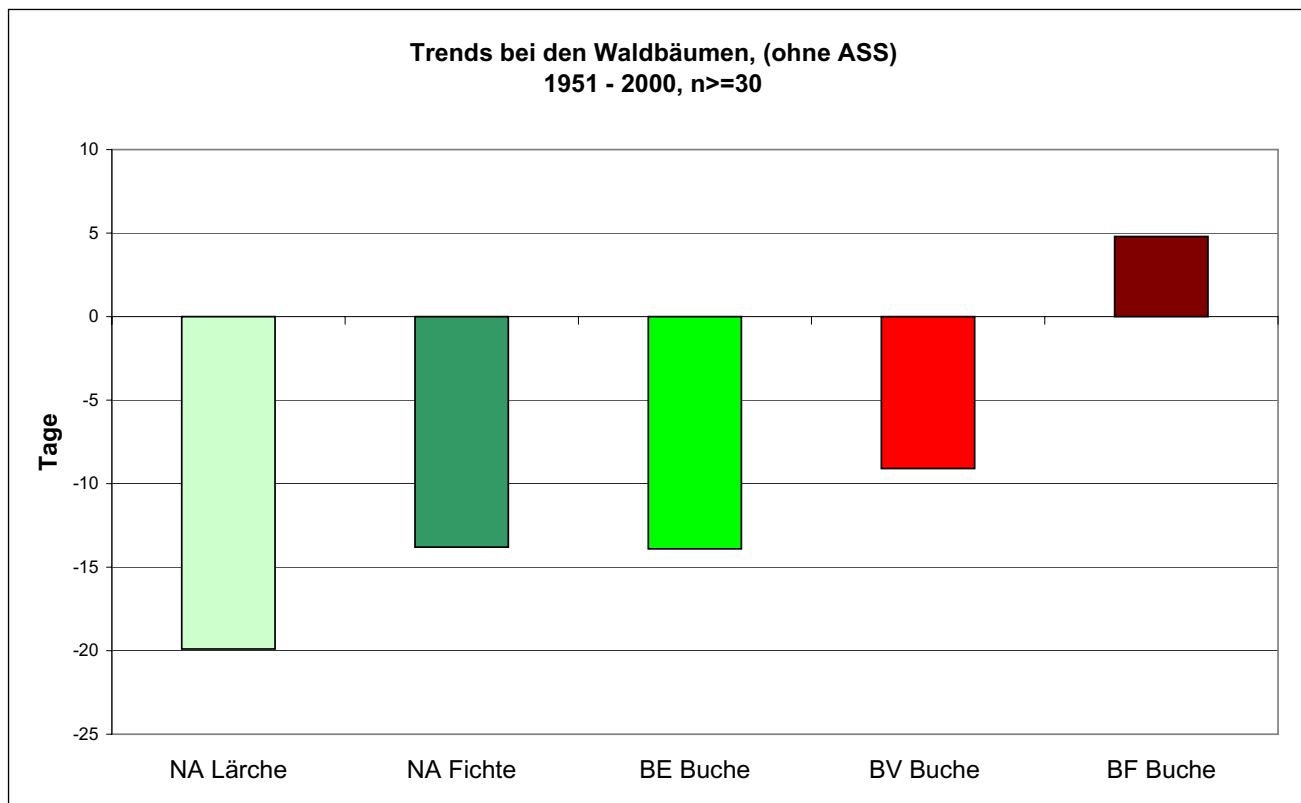


Abb. 5: NA: Nadelaustrieb; BE: Blat tentfaltung; BV: Blattverfärbung; BF: Blattfall

publiziert. Weitere Informationen zur Phänologie in der Schweiz sind zu finden unter <http://www.meteoschweiz.ch/web/de/klima/klimaentwicklung/phaenologie.html>.

Nutzen und Anwendungen der Pflanzenphänologie

- Prognose von Phänophasen
- Pollenprognosen
- Frostwarnungen
- Pflanzenschutz
- Definition der Vegetationsperiode
- Phänologische Karten (Wärmegliederungskarte)
- Phänologische Kalender
- Erkennen der Auswirkungen einer möglichen Klimaänderung auf die Vegetation

Die Pflanzen sind vielen Umweltfaktoren ausgesetzt: Schädlinge, Schadstoffe, Erbmasse, Konkurrenz, Düngung, Bodenverhältnisse, Witterung und das Klima haben einen Einfluss auf ihr Wachstum und Entwicklung. Den grössten Einfluss auf die Phänologie hat aber die Temperatur, insbesondere auf der Alpennordseite (auf der Alpensüdseite spielen auch die Niederschläge eine Rolle). Pflanzen können sich bis zu einem gewissen Grad an ihre Umwelt anpassen. Diese Anpassungen sind in der Regel ein Kompromiss zwischen verschiedenen Bedürfnissen der Pflanze. So haben sich z. B. die Bäume unserer Breitengrade über Generationen hinweg so an die lokalen klimatischen Gegebenheiten angepasst, dass bei der Blattentfaltung das Risiko von Frostschäden möglichst gering ist, gleichzeitig aber die Vegetationsperiode maximal ausgenutzt werden kann. Die Anpassungsfähigkeit der Arten ist unterschiedlich.

In der Schweiz treten die phänologischen Frühlingsphasen heute rund 15 bis 20 Tage früher auf als noch vor 50 Jahren. Die Trends bei den Herbstphasen sind nicht so eindeutig. Es kann aber wissenschaftlich nachgewiesen werden, dass die Klimaerwärmung in der Schweiz die Pflanzenphänologie schon heute stark beeinflusst.

Beispiele der Entwicklung der letzten Jahrzehnte

- Rosskastanie in Genf: Der Blattausbruch findet in den letzten Jahrzehnten immer früher statt
- Kirschenblüten in Basel: Blüte tendenziell früher
- Vollblüte durchschnittlich 20 Tage früher (ganze Schweiz)
- Blattentfaltung durchschnittlich 15 Tage früher (ganze Schweiz)
- Blattverfärbung ca. 8 Tage früher (schwierig in der Beurteilung) (ganze Schweiz)
- Blattfall ein paar Tage später (von Einzelereignissen beeinflusst, wie Schneefall, Frost oder starke Winde) (ganze Schweiz)
- Beginn der Vegetationsperiode im Frühling 19 Tage früher (ganze Schweiz)
- Ende der Vegetationsperiode im Herbst 3 Tage früher (ganze Schweiz)
- Verlängerung der Vegetationsperiode von 16 Tagen (Frühling-Herbst) (ganze Schweiz)
- Zeit von der Blattentfaltung bis zur Blattverfärbung 6 Tage länger (ganze Schweiz)
- Rotbuche: Blattentfaltung 14 Tage früher (Alpennordseite)
- Lärche: Nadelaustrieb 20 Tage früher (Alpennordseite, grosse regionale Unterschiede)
- Fichte: Nadelaustrieb 14 Tage früher (Alpennordseite)
- Blüte der Reben rund 25 Tage früher, Weinlese 15 Tage früher als 1951
- Der Jura verhält sich phänologisch etwas anders als die anderen Regionen
- Im Hitzesommer 2003 trieb die Kastanie von Birmensdorf im September nochmals aus und die phänologischen Spätfrühlings- und Sommerphasen traten allgemein sehr früh ein.

Eine neue Publikation hat gezeigt, dass die phänologischen Trends der Schweiz mit den gesamteuropäischen Trends übereinstimmen, was die Qualität der Schweizer Daten bestätigt.

Fragen und Diskussion zum Referat

Ist eine Verlängerung der Vegetationsperiode nur positiv oder hat sie auch negative Auswirkungen?

Dazu kennt man die Redewendung: Gewonnene Tage = verlorene Jahre! Doch das müssten die Förster beurteilen.

Ist die frühere Blattverfärbung auch eine Folge der Schadstoffe?

Bei einer frühen Phänologie sind Spätfröste eher ein Problem für die Pflanzen. Die sibirische Lärche beispielsweise erfriert bei uns, weil sie zu früh austreibt.

Den grössten Einfluss auf die Blattverfärbung haben Trockenheit und Temperatur.

2.4 Diskussion über den Handlungsbedarf der Waldwirtschaft anhand von Modellen zur Entwicklung der Schweizer Waldgesellschaften unter dem Einfluss der Klimaerwärmung

Dr. Felix Kienast, WSL Birmensdorf

Seit vielen Jahren werden an der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL Modelle zur Vorhersage des durch die Erwärmung bedingten Wandels der Wälder entwickelt. Die Resultate zeigen, dass die Erwärmung den Anstieg der Vegetationsstufe von Laubbäumen und den Rückgang der Nadelbäume in den niedrigsten Lagen zur Folge haben wird. Es dürfte vor allem zu einer Zunahme von mit Eichen (hauptsächlich Flaumeichen) und Hainbuchen bestockten Wäldern kommen. Eichen-Hainbuchen-Wälder lieben relativ warmes Klima und ertragen sommerliche Dürreperioden gut, sind aber kälteempfindlich.

Heute gibt es solche Wälder nur bis 600 m Höhe. Computersimulationen zeigen, dass sich aufgrund der Klimaerwärmung die für diesen Waldtyp günstigen Zonen stark ausdehnen könnten. Allgemein kann man für eine Erwärmung um 3° C mit einer Höhenverschiebung der geeigneten Lebensbedingungen aller Vegetationsarten von ca. 400 m rechnen. Folgende Fragen stellen sich:

- Werden sich Baumarten individuell verschieben? Wird sich die Waldgrenze verschieben?
- Wie hoch ist das Adaptationspotenzial der Wälder?
- Wird die Vegetation artenreicher und wo sind Änderungen zu erwarten?
- Welche ökonomischen Folgen könnten sich für bewirtschaftete Wälder ergeben?

Unter <http://www.wsl.ch/land/products/klimaanimation/> kann der Besucher im Internet nachverfolgen, wie sich der Wald in seiner Region bzw. sein Lieblingswald bei einer Erwärmung von 1,2° C verändern wird (Abb. 6-12).

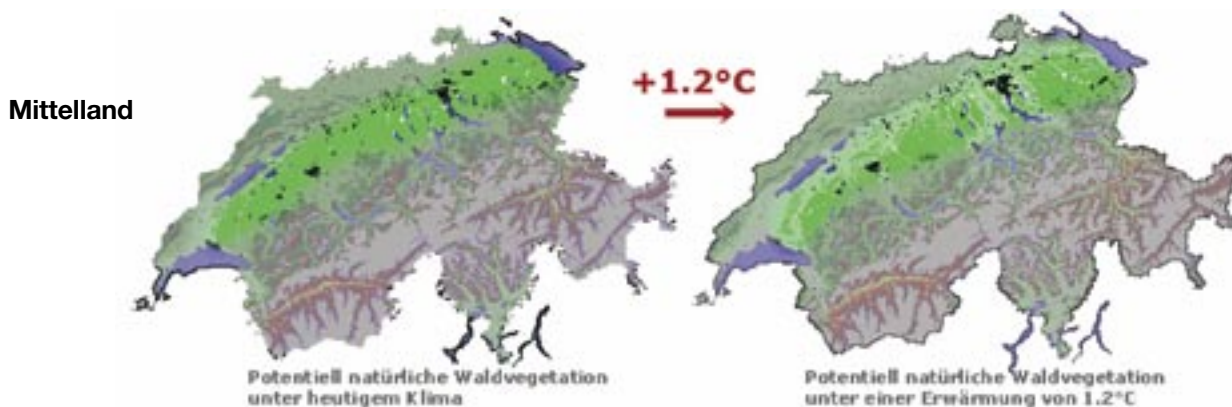


Abb. 6: Der Buchenwald (grün) könnte in den tiefen Lagen des Mittellandes vom wärmeliebenden Eichen-Hainbuchenwald (hellgrün) verdrängt werden. In der Region Genf wäre es gar für diesen Waldtyp zu warm und trocken.

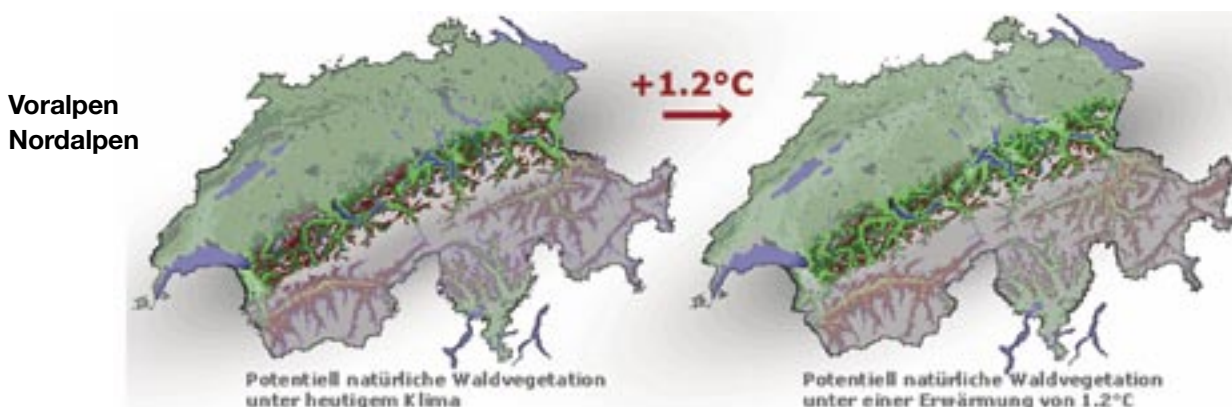


Abb. 7: Die Fichtenwälder und Fichten-Tannenwälder (braunrot) werden mit Ausnahme der Standorte nahe der Waldgrenze bedrängt. Die Buchenwälder (grün) könnten sich in höheren Lagen ausbreiten und die heutigen Tannen-Buchenwälder (dunkelgrün) bedrängen.

Wallis

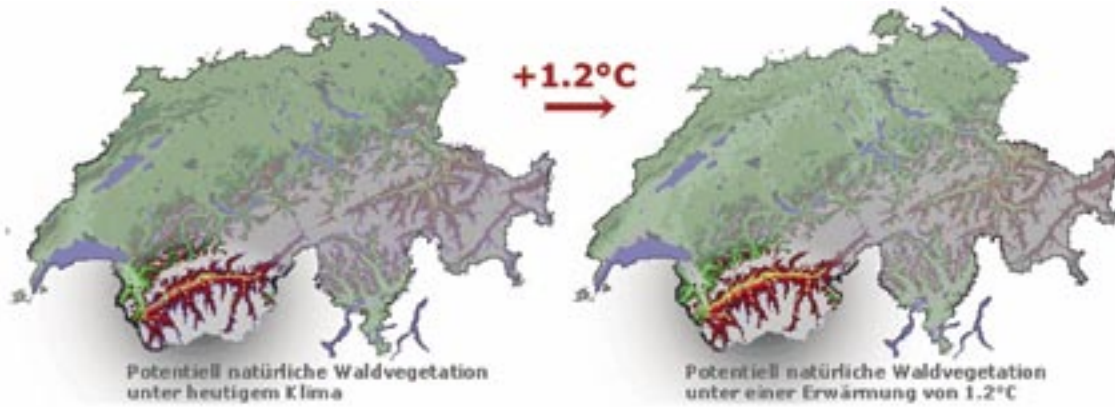


Abb. 8: Verschiebt sich die Waldgrenze nicht nach oben, könnten die Lärchen-, Arvenwälder (violett) verdrängt werden. Die Fichten-Tannenwälder (braunrot) siedeln sich vermutlich in höheren Lagen an. Der Föhrenwald (rot) muss sich in Höhenlagen verschieben, die noch genügend Niederschlag haben. Im Talboden kommt es vermutlich zu einer Versteppung des Geländes (gelb).

Nord- und Mittelbünden

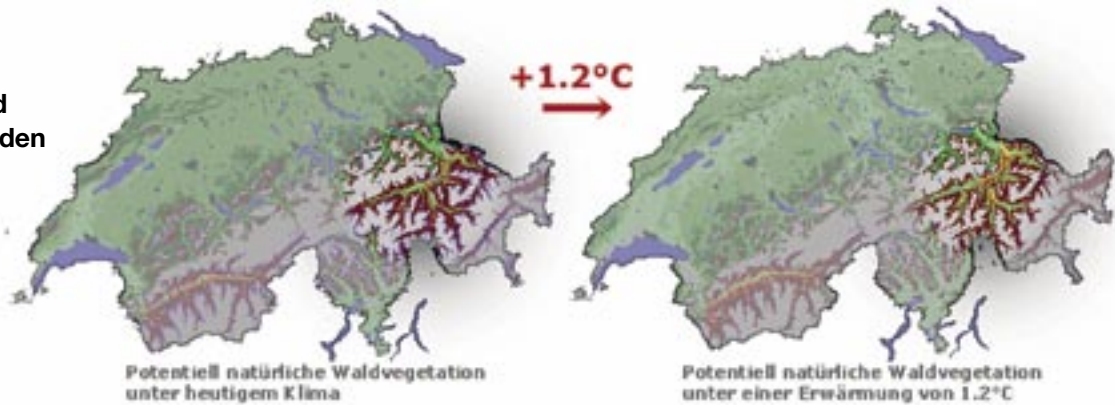


Abb. 9: Verschiebt sich die Waldgrenze nicht nach oben, werden die Lärchen-, Arven- und Bergföhrenwälder (violett) verdrängt. Die Fichten-Tannenwälder (braunrot) siedeln sich in höheren Lagen an. Die Buchenmischwälder (grün) und Eichen-Hainbuchenwälder (hellgrün) gewinnen in den Tälern vermutlich an Terrain. Beginnende Versteppung der trockenen Talböden (gelb).

Jura Nordteil

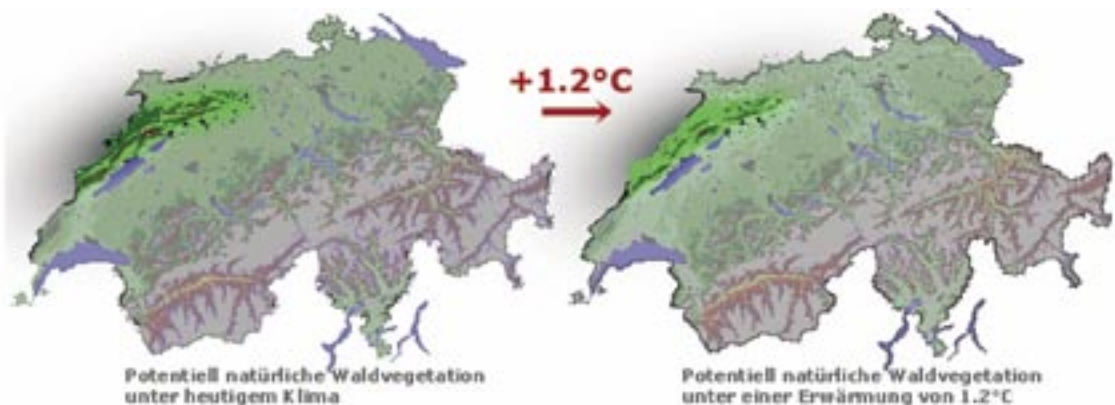


Abb. 10: Der Fichten-Tannenwald (braunrot) könnte mit Ausnahme der höchstgelegenen Standorte verschwinden. Der Tannen-Buchenwald (dunkelgrün) könnte von Buchenbeständen (grün) abgelöst werden. Am Jura-Südfuss können sich Eichen und Hainbuchen (hellgrün) ausbreiten.

Nordtessin

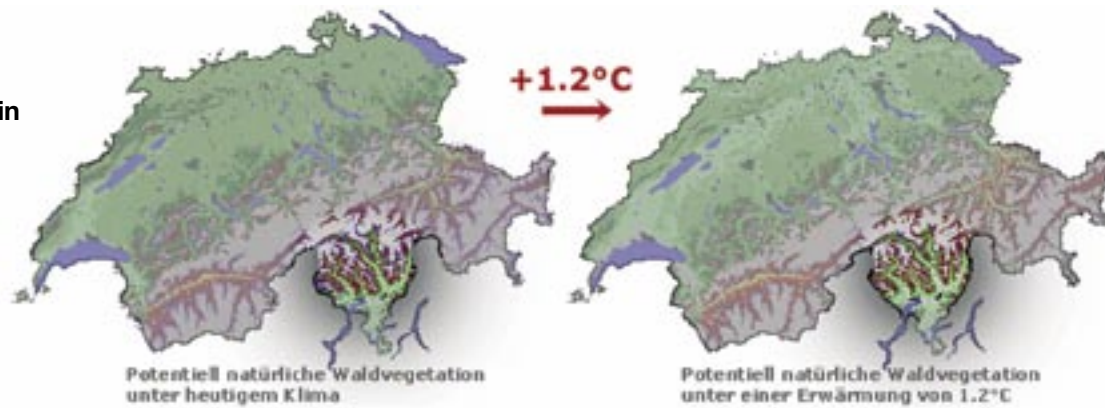


Abb. 11: Der Lärchen-, Arvenwald (violett) wird grösstenteils verschwinden. Fichte, Tanne (braunrot) und Buche (grün) verschieben sich in höhere Lagen. Die Kastanien- und Eichen-Hopfenbuchenwälder (hellgrün) werden wegen der Erwärmung eher höhere Lagen besiedeln. An ihre Stelle treten andere, in der Schweiz noch nicht vorkommende Wälder (grau) (evt. Lorbeerwälder, Gartenflüchtlinge).

Südtessin

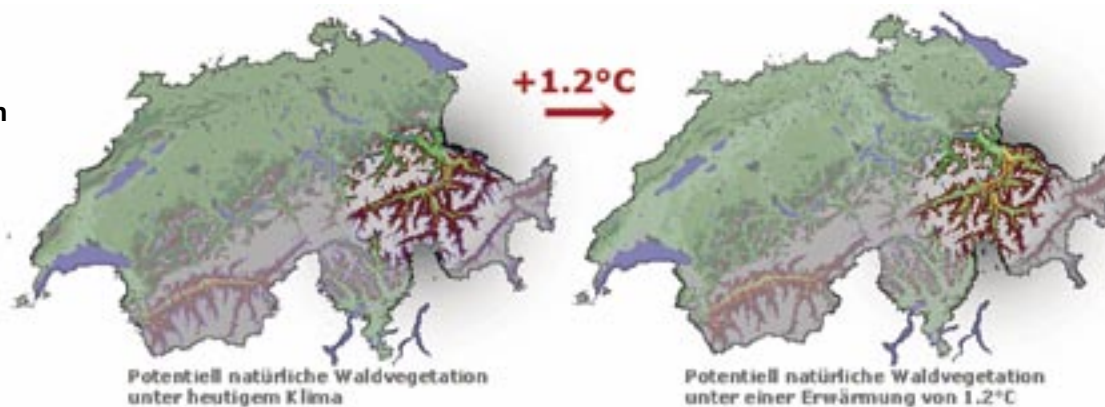


Abb. 12: Die Kastanien- und Eichen-Hopfenbuchenwälder (hellgrün) werden wegen der Erwärmung eher höhere Lagen besiedeln. An ihre Stelle treten andere, in der Schweiz noch nicht vorkommende Wälder (grau) (evt. Lorbeerwälder, Gartenflüchtlinge).

Diskussion zum Referat

Es ist möglich, dass die Buche bei wärmeren Temperaturen im Mittelland vielerorts nicht mehr wachsen kann, aber kommt die Eiche dann von selbst oder muss sie gefördert werden? Die Eiche wird beispielsweise vom Reh viel stärker verbissen als die Buche.

Im Kanton Aargau wird die Eiche zurzeit stark gefördert. Macht das Sinn? Man muss sich gut überlegen, wo das limitierte Geld am besten eingesetzt werden soll.

Die Eiche hat nur eine schmale ökologische Amplitude. Sie hat wenig Vorliebe für sich ändernde Standorte. Weniger heikel als die Stieleiche ist die Traubeneiche.

Vor 6000 Jahren herrschte in Europa die wärmste Zeit seit der Eiszeit. Genau in dieser Zeit verdrängte die Buche die Eiche. Warum soll es jetzt umgekehrt sein?

Weil es vor 6000 Jahren mehr Niederschläge gab als heute. Bei weniger als 600 mm Jahresniederschlag ist es für die Buche zu trocken.

Allgemein wird es sehr darauf ankommen, wie sich künftig die Niederschlagsmengen entwickeln werden. Eine Voraussage für die Niederschläge ist viel schwieriger als für die Temperaturen.

Bei einigen Buchenwäldern, wie zum Beispiel dem Blaugras-Buchenwald, ist es gut möglich, dass sie sich zu Eichenwäldern entwickeln. Andere, wie zum Beispiel der Hirse-Buchenwald, sind weiter weg vom Eichenwald.

Im Jura ist die Buche weniger gefährdet.

Es ist schwierig, sich vorzustellen, was es heisst, wenn es 1,2° C. wärmer wird, geschweige denn wenn es 2 oder gar 2,5° C. wärmer wird. Deshalb wissen wir kaum, wie wir darauf reagieren sollen. Problematisch wird es auch, wenn wir falsch reagieren.

Unsere Wälder sind meist recht heterogen. In einem natürlichen Bestand haben wir verschiedene Bäume in einem kleinräumigen Mosaik. Da gibt es Bäume, die besser Kälte oder Wärme ertragen. Es ist deshalb wichtig, verschiedene Baumarten und Mischbestände zu fördern, um auf verschiedene Szenarien reagieren zu können.

Es wird künftig schwieriger sein, an Nicht-Fichtenstandorten Fichten zu pflanzen; denn für die Fichte stellen Trockenheit und Wärme an ungeeigneten Standorten ein Problem dar.

Auch in den Voralpen werden Fichte und Tanne bedrängt, wenn sie nicht gegen oben nicht ausweichen können. Dabei besteht in der Holzindustrie schon heute die Befürchtung einer Rundholzknappheit.

Der Borkenkäfer, der dank der Erwärmung höher hinaufsteigen wird, wird der Fichte zu schaffen machen, insbesondere wenn sie durch Wärme und Trockenheit bereits geschwächt ist.

Stellt sich die bange Frage, was mit den Schutzwäldern passieren wird...

Auch ökonomisch stellt sich die Frage der Auswirkungen: Die Ertragsfähigkeit eines Eichen-Hagebuchenwaldes ist geringer als diejenige eines Nadelwaldes.

Wahrscheinlich wird es ja nicht einfach kontinuierlich etwas wärmer werden, sondern es wird vorerst vermehrt Extremjahre wie 2003 geben. Wenn sich solche Wasserknappheiten häufen, wird es kritisch.

Wie wir gehört haben, muss im Wallis seit einigen Jahren ein Föhrensterben beobachtet werden (sogar der Föhre ist es zu trocken). Die Föhre wird vielerorts durch die Flaumeiche ersetzt.

Im Tessin überleben die Gartenflüchtlinge (viele tropische Arten) immer häufiger auch in der Natur. Seit 10 bis 15 Jahren breiten sich die Lorbeerwälder stark aus.

Wie schlimm sind Neophyten eigentlich? Wenn die Neophyten überhand nehmen und einheimische Pflanzen verdrängen, bedeutet das eine Veränderung des Ökosystems und auch ein Verlust der einheimischen Fauna und Flora. Im «neuen» Ökosystem fehlen unter Umständen wichtige Elemente, wie zum Beispiel die dazugehörigen Tiere.

Allerdings sind zum Beispiel die Kastanienwälder im Tessin auch nicht ursprünglich.

Es gab immer Veränderungen in den Waldgesellschaften. Das Problem ist aber, dass der Wechsel in den nächsten Jahren sehr schnell vonstatten gehen wird. Die Pflanzen haben kaum Zeit, sich anzupassen.

Es ist eine Illusion zu glauben, dass wir auf die Entwicklung der Wälder viel Einfluss haben werden (auch aus finanziellen Gründen nicht). Die natürliche Dynamik ist viel stärker als wir denken.

Einfach nichts machen können wir aber auch nicht; denn gerade im Wald greifen wir ja ständig lenkend ein.

Dennoch ist es nicht sinnvoll, etwas forcieren zu wollen. Wenn die Veränderungen sehr schnell passieren werden, werden Bäume, welche langsam reifen, keine Chance haben, sich anzupassen. Dann werden vor allem Pionierarten, wie Pappeln, Weiden, Birken und verschiedene Sträucher, zum Zuge kommen.

Veränderungen bedeuten immer auch eine Chance. Im Gebirgswald sollte man unbedingt Beobachtungsflächen ausscheiden, welche man sich selbst überlässt.

Probleme – aus menschlicher Sicht – werden im ganzen Entwicklungsprozess vor allem da entstehen, wo es ein wirtschaftliches Interesse am Wald gibt.

Wir müssen akzeptieren, dass sich das Klima in einem Änderungsprozess befindet. Ob es trockener oder feuchter wird, wissen wir noch nicht. Ein überhastetes Handeln macht deshalb wenig Sinn. Auch interessiert Zusehen und Beobachten kann etwas bringen. Vor allem sollten wir offen sein für die Frage, ob wir lenkend eingreifen sollen oder nicht. Alle paar Jahre muss man die Sache neu beurteilen.

Schlusswort von Richard Stocker: Wir sind dann vielleicht nicht weniger dumm, aber dummer dran!

3 Schlussgedanken des Gesprächsleiters Bernhard Nievergelt

Grundsätzlicher Eindruck zum Umgang mit der Frage möglicher Konsequenzen einer sich doch immer deutlicher abzeichnenden Klimaerwärmung für den Wald:

Ich muss gestehen: das Tagungsthema hatte mich schon Wochen vor dem Anlass gepackt, sodass ich meine Vorliebe für «outdoor»-Verhältnisse mit direktem Einblick ins Objekt leichten Herzens überwand. Dies umso mehr, als uns Claudio Defila im Hörsaalfügel von MeteoSchweiz ein umsichtig und gastfreundlich bereitetes Tagungsklima zu bieten wusste.

Das Thema gefiel mir deshalb ganz besonders, weil ich unter dem Eindruck stand, dass in diesem Fragenkreis, abgesehen von Klimadaten und Computerprognosen, in der ganzen Waldzunft ein Defizit an Orientierungshilfen besteht und wohl auch so etwas wie ein «Denkbedarf». Was könnte eine Klimaerwärmung für unsern Wald und für mein persönliches Waldverständnis bedeuten? Was heisst naturnaher Waldbau, wenn sich das klimatische Umfeld unserer Natur verschiebt? In dieser Einschätzung, dass Denkarbeit gefragt ist, fühlte ich mich während der ganzen Tagung bestärkt.

Im Rückblick auf den Anlass suchte ich nach Gründen für das von mir empfundene Defizit. Ist es ein Zurückschrecken vor einem Feld mit als noch zu vage eingestuftem Perspektiven, nachdem gleichzeitig das Ausmass an aktuellen und brennenden Problemen im ganzen Forstbereich ohnehin laufend grösser und vielfältiger zu werden droht? Eine diesbezügliche Grundhaltung schiene mir gut verständlich. Meine Interpretation geht jedenfalls in diese Richtung, auch wenn in keinem der mit konkreten Zahlen gestützten Referate und von keinem Teilnehmer ein diesbezüglicher Hinweis gegeben worden war, und ich mich damit im undifferenzierten Grau eines Beweisnotstandes befinde. Ich denke, viele Waldfachleute erkennen durchaus, dass die Anzeichen für eine laufende Klimaerwärmung immer unübersehbarer werden. Vielleicht aber hat sich darüber hinaus so etwas wie eine Weigerung eingeschlichen, bei dieser Perspektive auch an Auswirkungen auf das kartierte und festgeschriebene Muster der potenziellen Waldgesellschaften bzw. standortgerechten Baumarten zu denken.

Jedenfalls nicht, bevor handfestere Resultate und Orientierungshilfen auf dem Tisch liegen.

Denkbar ist ja durchaus, dass eine anscheinende Weigerung dieser Art dadurch zustande kommt, dass man vorerst einmal auf eine Falsifizierung einer prognostizierten ungünstigen Entwicklung hofft, daher also abwartet und darauf vertraut, dass sich die Entwicklung langfristig wieder normalisiert. Dies würde allerdings den Handlungsanweisungen zuwiderlaufen, wie sie Hans Jonas in seinem «Prinzip Verantwortung» überzeugend formuliert hat. Zukunftsverantwortung bei unsicheren (und durch den Menschen beeinflussten) Entwicklungen gebietet, dass «der Unheilsprophezeiung mehr Gehör zu gegeben ist als der Heilsprophezeiung».

Vielleicht entspricht die abwartende Haltung schlicht einer im Umgang mit der trägen Lebensgemeinschaft Wald gefestigten, traditionell konservativen Haltung. Auch im Bundesbern gibt man sich eher zurückhaltend, indem in den Berichten des BAFU die sich abzeichnende Klimaerwärmung – im Gegensatz zur Schadstoffbelastung der Luft beispielsweise - bisher nur marginal angesprochen wurde. So wird im Waldbericht 2005 und in «Umwelt» 3/2005 (Thema Wald mit Zukunft) wohl auf das CO₂ als Treibhausgas verwiesen. Die Betonung liegt jedoch beim Aufnahmepotenzial des Waldes. Auch im Bericht CO₂-Senken und -Quellen in der Waldwirtschaft steht eher zurückhaltend formuliert: «Hält die (CO₂-)Zunahme ungebremst an, führt dies im Verlaufe des 21. Jahrhunderts dazu, dass eine gefährliche Störung des Klimasystems nicht mehr ausgeschlossen werden kann.»

Im Lothar-Bericht (Umwelt-Materialien 184) liest man unter Empfehlungen im Blick auf risikobehaftete Klimaereignisse eine Aussage, wie sie entsprechend auch an der Tagung geäussert wurde: «Differenzierte Verjüngungsverfahren und frühzeitige Mischungsregulierung sollen darauf ausgerichtet sein, die standortgerechten Baumarten in ihrem ganzen Spektrum zu begünstigen...».

Forschungsbedarf

Aus allen Referaten wie auch aus Diskussionsbeiträgen lässt sich schliessen, dass möglichst natürliche Wälder, wohl vor allem Waldreservate mit dem Ziel des Prozessschutzes als Eichsysteme für prognostizierte Veränderungen eine wichtige Rolle spielen dürften. Bei den dabei nötigen Langzeitprogrammen dürften jene Objekte im Vordergrund stehen, in denen die bisherige Entwicklung mit wissenschaftlichen Methoden

registriert ist und in denen – gestützt auf die Computersimulationen – Veränderungen prognostiziert sind. Neben den im Turnover langsamen Baumarten dürfte es sich aufdrängen auch die flexiblere Krautschicht und wenigstens Teile der noch mobileren Fauna einzubeziehen. Koordinationsbedarf mit dem gesamtschweizerisch angelegten Biomonitoring-Programm ist auf jeden Fall gegeben.

Mit Bezug auf systematische Beobachtungen in der alpinen Stufe, um die von Marine Rebetez angesprochenen sich abzeichnenden heiklen Veränderungen zu erfassen, dürfte die Schweiz als zentrales Alpenland in besonderer Weise angesprochen sein.

Neben den sicher prioritär auf die Langzeitentwicklung orientierten Themen stellen sich auch Fragen im Bereich der klimabedingten Umbruchsituation einer Lebensgemeinschaft. Bäume beispielsweise dürften vermehrt durch Klimaänderungen (ob durch veränderte Mittelwerte oder strapazierende Extremwerte irgendwelcher Art sei zunächst offen) in suboptimale Verhältnisse verschoben und in der Folge in ihrer Vitalität und Abwehrkraft geschwächt werden. Welche Parasiten oder weiteren Organismen verstehen dieses Angebot zu nutzen, welche andern Organismen kommen ebenfalls unter Druck? Wo und wann empfiehlt es sich bei solchen Prozessen lenkend einzugreifen?

Handlungsbedarf in der Waldpflege

Im Blick auf die laufenden Klimaänderungen, die im klimageschichtlichen Vergleich ungewöhnlich rasch erfolgen, erscheint es angezeigt, die Durchmischung der Bestände wohl vor allem in Schutz- bzw. Bann-

wäldern zu beachten und zu fördern. In unserem reliefreichen Gebirgsland finden wir sehr unterschiedliche Baumarten glücklicherweise oft recht nahe beieinander. Das ist durchaus eine Chance. Es ist allerdings auch eine Gefahr, weil wir uns auf der sicheren Seite wähnen könnten und nicht beachten, dass die derzeitige Erwärmung ein Tempo vorgibt, dem die Bäume bzw. Waldgesellschaften mit ihrem natürlichen Ausbreitungspotenzial – ausser einige ausgesprochene Pionierarten - nicht zu folgen vermögen.

Waldziele: Waldwirtschaft versus Naturschutz

Mit den klimabedingt mutmasslichen Änderungen in den Waldgesellschaften dürfte es angezeigt sein, mit allfälligen Eingriffen auch die Waldziele neu zu formulieren. Im Falle eines Buchenwaldes beispielsweise, der sich in Richtung Eichen-Hainbuchenwald entwickelt, wäre ein lichter artenreicher und damit naturschutzorientierter Wald wohl ein erreichbares Pflegeziel. Im Falle eines Fichten-Tannenwaldes mit gutem waldwirtschaftlichem Potenzial dürfte es richtig sein, mit dem Klimawandel vorstossende Buchen zurückzudämmen.

Die Frage des Umganges mit den Folgen des sich abzeichnenden Klimawandel liegt in jedem Försterhaus auf dem Tisch. Das Thema erfordert ein aufmerksames und umsichtiges Verfolgen der Entwicklung, ebenso Forschungs- und Denkarbeit; dank der wohltuenden Trägheit des Waldes jedoch keine Hast. Die verstärkte Dynamik in den Waldgesellschaften ruft aber auch nach einer Bereitschaft, gewählte Strategien nach neuen Einsichten immer wieder zu korrigieren.

4 Liste der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Leitung / Referenten

Nievergelt Bernhard	Präsident AfW	Burenweg 52, 8053 Zürich b.nievergelt@swissonline.ch
Kienast Felix	WSL	Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf kienast@wsl.ch
Rebetez Martine	WSL Antenne Romande	CP 96, 1015 Lausanne rebetez@wsl.ch
Defila Claudio	MeteoSchweiz	Krähbühlstrasse 58, 8044 Zürich claudio.defila@meteoswiss.ch
Caroline Heiri	Dipl. Forsting. ETH Zürich	ETH Zentrum, CHN G78, 8092 Zürich caroline.heiri@env.ethz.ch
Wolf Brigitte	Geschäftsführerin AfW	Ebnetstrasse 21 3982 Bitsch b.wolf@bluewin.ch

Übrige Teilnehmer

Barengo Nathalie	Amt für Landschaft und Natur, Abteilung Wald, Zürich	Kaspar Escher-Haus, 8090 Zürich nathalie.barengo@vd.zh.ch
Bont Armin	a. Forstmeister	Weierstrasse 15, 8500 Frauenfeld arminbont@bluewin.ch
Bucher Hansueli	Bildungszentrum Wald Maienfeld	7304 Maienfeld hansueli.bucher@bzwmaienfeld.ch
Brand Rémy	Vorstand VSFU, Entreprise forestière	Grand Rue, 1441 Valeyres-sous-Montagny info@remybrand.com
Bürgi Anton	WSL	Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf anton.bueggi@wsl.ch
Florin Andrea	Kantonsförster Graubünden	Loestrasse 14-16, 7000 Chur Andrea.Florin@afw.gr.ch
Furrer Roland	WVS	Rosenweg 14, 4501 Solothurn furrer@wvs.ch
Gantenbein Hans	Vorstand AfW	Dorf 3, 9107 Urnäsch ganteb.eisen@bluewin.ch
Hahn Peter	Schweizerische Vogelwarte Sempach	6204 Sempach peter.hahn@vogelwarte.ch
Hassler Jürg	Amt für Wald Graubünden	Loestrasse 14-16, 7000 Chur juerg.hassler@afw.gr.ch
Hug Ulrich Ernst	Amt für Wald des Kantons Bern	Effingerstrasse 53, 3008 Bern ulrich.hug@vol.be.ch
Iten Sophia	HSR Rapperswil, FTL	Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil sophia.iten@hsr.ch
Jacob Armin	Regierungspräsidium Freiburg, Forsteinrichtungen	Bertoldstrasse 43, D-79098 Freiburg armin.jacob@rpf.bwl.de

Kaufmann Geri	Büro Kaufmann & Bader	Hauptgasse 48, 4500 Solothurn geri.kaufmann@kaufmann-bader.ch
Kessler Frank	Schweizerischer Forstverein	Postfach, 8032 Zürich info@forest.ch Vormittag
Kümin Paul	Forstamt beider Basel, Kreis 4	4242 Laufen paul.kuemin@bl.ch
Mosler Christa	Wildtier Schweiz	Strickhofstrasse 39, 8057 Zürich christa.mosler@wildunizh.ch
Müller Gabriele	ProClim - Forum for Climate and Global Change	Schwarztorstrasse 9, 3007 Bern mueller@scnat.ch
Murri Marcel	Vorstand AfW / Schw. Forstverein, Abteilung Wald, Aargau	Entfelderstr. 22 , 5000 Aarau marcel.murri@ag.ch
Nipkow Fredy	SILVIVA	Rislingstrasse 7, 8044 Zürich fredy@nipkow.ch
Nussbaumer Hans	Forstamt Thurgau	Uferweg 7, 8592 Uttwil hn.uttwil@bluemail.ch
Stocker Richard	Arbeitsgemeinschaft Naturgemässe Waldwirtschaft	Postfach, 5600 Lenzburg richard.stocker@burgerstocker.ch
Suter Claire-Lise	BUWAL Forstdirektion	Postfach, 3003 Bern claire-lise.suter@buwal.admin.ch
Volz Richard	BAFU, Abteilung Wald	Postfach, 3003 Bern richard.volz@bafu.admin.ch
Wipf Sonja	Vorstand AfW	SLF, 7260 Davos Dorf wipf@slf.ch
Wollenmann Regina	Pfadibewegung Schweiz	ETH-Zentrum, CHN K 75.1, 8092 Zürich wollenmann@env.ethz.ch
Zinggeler Jürg	Dep. für Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Wald, Aargau	Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau juerg.zinggeler@ag.ch

Quellenverzeichnis

- Bolli, J. (2004): Die Wiederbewaldungsdynamik an der oberen Waldgrenze im Vorderrheintal bei Sedrun. Diplomarbeit, Assistenzprofessur Gebirgswaldökologie, Departement Umwelt-wis-sen--schaften. ETH Zürich.
- Brügger, R. & Vassella, A. (2003): Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten. Anleitung für phänologische Beobachtungen (zweisprachig deutsch und französisch). Gographica Bernensia (Geographisches Institut der Universität Bern).
- Bugmann, H. & Pfister, C. (2000) Impacts of interannual climate variability on past and future forest composition. *Regional Environmental Change*, 2000, 112-125.
- Heiri, C., Bugmann, H., Tinner, W., Heiri, O., & Lischke, H. (2006) A model-based reconstruction of Holocene treeline dynamics in the Central Swiss Alps. *Journal of Ecology*, 94, 206-216.
- Rebetez, M. (2006): Helvetien im Treibhaus. Der weltweite Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Schweiz. (Aus dem französischen übersetzt von Brigitte Corboz-Maier; Originalausgabe erschienen unter dem Titel: La Suisse se réchauffe. Effet de serre et changement climatique). Haupt Verlag Bern.

Internet

- Infos über die Phänologie: <http://www.meteoschweiz.ch/web/de/klima/klimaentwicklung/phaenologie.html>
Phänologische Forschung: <http://www.meteoschweiz.ch/web/de/forschung/projekte/cost725.html>
Phänologisches Bulletin: <http://www.meteoschweiz.ch/web/de/wetter/vegetationsentwicklung.html>
- Modelle zur Klima- und Vegetationsänderung: <http://www.wsl.ch/land/products/klimaanimation/>