

«Forum für Wissen» 2006

Wald und Klimawandel

In der Arktis schmilzt den Eisbären das Eis unter den Füßen weg, Holland droht von den steigenden Fluten überspült zu werden, der Kilimandscharo wird in wenigen Jahren schneefrei sein – und in der Schweiz verändern ungewöhnlich heisse Sommer das Wald- und Landschaftsbild. Am Forum für Wissen 2006 zum Thema «Wald und Klimawandel» formulierten die Wissenschaftler der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL recht konkrete Vorstellungen über die Zukunft des Schweizer Waldes.

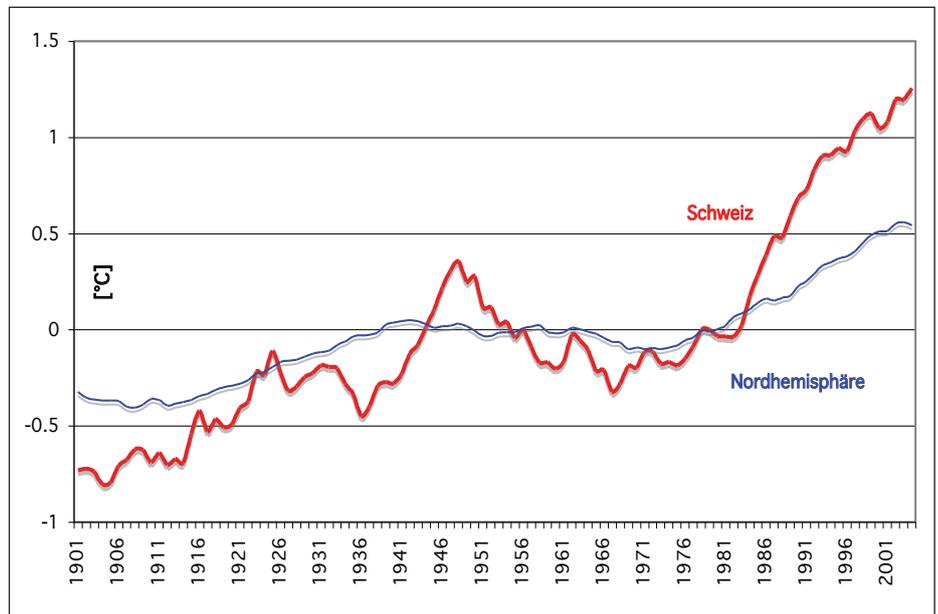
Wer sich über die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald aus erster Hand informieren wollte, erhielt am 8. November 2006 an der ETH eine geballte Ladung neuen Wissens. Die Eid-

Von Christoph Angst*

genössische Forschungsanstalt WSL hatte sich für ihr diesjähriges «Forum für Wissen» dieses Thema auf die Fahne geschrieben. In zehn Kurzvorträgen gaben Wissenschaftler von der WSL und aus Deutschland sowie Vertreter der Praxis und des World Wide Fund for Nature (WWF) einen erstaunlich detaillierten Einblick in die aktuellen Fakten und die zu erwartenden Folgen für den Wald.

Die Klimaforscher sagen voraus, dass es auf der Erde im 21. Jahrhundert um durchschnittlich 1,4 bis 5,8°C wärmer wird. Das Ausmass des Temperaturanstiegs hängt vor allem davon ab, ob der CO₂-Ausstoss noch zunimmt oder ob es gelingt, in Zukunft weltweit weniger Öl, Kohle und Erdgas zu verbrennen.

In der Schweiz wird sich das Klima voraussichtlich sogar mehr als doppelt so stark erwärmen wie im globalen Durchschnitt (vgl. **Kasten**). Dafür sieht *Martine Rebetez* von der WSL vor allem zwei Gründe. Die Landoberfläche erwärmt sich viel rascher als das Meer. Deshalb steigen die Temperaturen auf der landreichen Nordhalbkugel deutlich stärker als auf der



Temperaturabweichungen in der Schweiz (von zwölf MeteoSchweiz-Wetterstationen) und auf der nördlichen Halbkugel von 1901 bis 2004 vom Referenzmittelwert der Jahre 1961 bis 1990 (nach Rebetez und Reinhard, Manuskript, akzeptiert).

Südhälfte mit ihrem grossen Anteil an Ozeanen. Darüber hinaus spürt die Schweiz als Binnenland wenig von der ausgleichenden Wirkung des Meeres. Für die Schweiz bedeutet dies: heissere Sommer und mildere Winter. Laut Rebetez hat in den letzten 100 Jahren die Anzahl der heissen Sommertage beständig zugenommen. Für Herbst und Winter deutet vieles darauf hin, dass extreme Niederschlagsereignisse häufiger werden, während die jährliche Niederschlagsmenge etwa gleich bleibt.

Unser Klima wird für Palmen immer attraktiver

Die klimatischen Veränderungen wirken sich direkt auf die Länge der Vegetationsperiode aus. In der Regel blühen die Pflanzen heute deutlich früher als noch vor 30 Jahren, und auch im Herbst treibt das Gras länger. «Die Phänologie ist deshalb einer der besten Bio-Indikatoren für den Anstieg der Temperatur», sagt *Annette Menzel* von der Universität München. Zwischen 1971 und 2000 hat sich die Vegetationsperiode für Bäume jedes Jahr um durchschnittlich bis zu 0,22 Tage verlängert (vgl. **Kasten**). In ihren Aussagen stützt sich Menzel auf eine Datenmenge von 125 000 phänologischen Zeitreihen aus

Eckdaten zum Klimawandel

(gemessen bzw. prognostiziert)

Durchschnittliche Erwärmung

1900–2000: weltweit um 0,7°C, in der Schweiz 1–1,7°C
2001–2100: weltweit um 1,4–5,8°C, in der Schweiz weiterhin überdurchschnittliche Zunahme

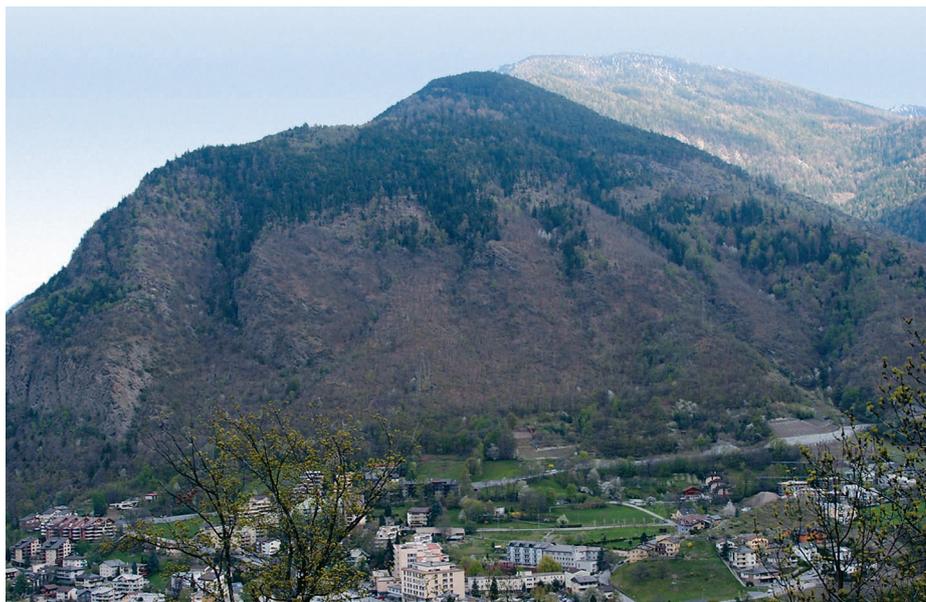
Die weltweit zehn wärmsten Jahre seit Messbeginn (1861), wärmste zuerst: 1998, 2005, 2002, 2003, 2004, 2001, 1997, 1995, 1990, 1999

Extreme Niederschlagsereignisse in Mitteleuropa (d. h. inkl. Alpennordseite) 1900–2000: auffallende Zunahme im Herbst und Winter (15–20%) 2001–2100: Häufigkeit nimmt weiter zu (im Tessin eher abnehmend)

Phänologischer Frühlingsbeginn in Europa 1971–2000: verfrüht sich pro Jahrzehnt um durchschnittlich 2,5 Tage (Die Vegetationsperiode dauert heute in Mitteleuropa um bis zu zwei Wochen länger als 1971)

Quellen: OcCC 2002, Wohlgemuth 2006, Menzel 2006.

* Forstingenieur, 8925 Ebertswil



Schutzwald oberhalb Visp im April 2006. Im Verlaufe des letzten Jahrhunderts hat die Flaumeiche die ehemalige Hauptbaumart Waldföhre bis auf ca. 1000 m ü. M. fast vollständig verdrängt.

17 europäischen Ländern. Laut einer anderen Studie von Menzel hat sich die frostfreie Jahreszeit während der letzten 50 Jahre gar jedes Jahr um durchschnittlich 0,49 Tage verlängert. Weil damit die Temperaturmarke im Frühling immer früher definitiv über 0°C bleibt, haben die Frostschäden seit 1951 nicht zugenommen.

Mildere Winter mit weniger Frosttagen rücken das Tessin immer mehr in den potenziellen Lebensraum der chinesischen Hanfpalme (*Trachycarpus fortunei*). Sie ist dort nicht mehr nur in Gärten anzutreffen, sondern verjüngt sich inzwischen auch im Wald des Maggia-Deltas äusserst erfolgreich. Die Hanfpalme ist nur ein prominentes Beispiel. *Gian-Reto Walther* von der Universität Bayreuth hat in der Südschweiz insgesamt 15 neue immergrüne exotische Arten gezählt, die sich in den vergangenen 20 Jahren zur einheimischen Flora gesellt haben. Seine Folgerung: «Es ist nur eine Frage der Zeit, bis auch im Schweizer Mittelland Palmen und andere immergrüne Exoten wachsen.»

Das Waldbild ändert sich

Wollten wir uns vorstellen, wie der Wald im nördlichen Mittelland bei einer um 4,5°C höheren Durchschnittstemperatur aussehen wird, könnten wir uns etwa in der Umgebung von Bordeaux umsehen. Dort prägen Stieleichenwälder mit Seestrandkiefer, Kork- und Pyrenäen-Eiche das Landschaftsbild. «Solche Analogieschlüsse greifen allerdings zu kurz»,

meint *Thomas Wohlgemuth* von der WSL. «Unsere Modelle ergeben realistischere Resultate, weil sie auch neue Temperatur- und Niederschlagsmuster berücksichtigen, die bisher nicht beobachtet wurden.» Die Modelle zeigen übereinstimmend, dass im Raum Bern auch gegen Ende des 21. Jahrhunderts die Buche vorherrschen dürfte, sofern die Klimaerwärmung gleichmässig und ohne starke Extreme abläuft.

Grössere Veränderungen sind zunächst vor allem an den Verbreitungsgrenzen der Baumarten zu erwarten. So zeichnen die Modelle beispielsweise für die Umgebung von Sion eine praktisch waldfreie Landschaft, während sich bei Bever, Davos oder Airolo zunehmend wärmebedürftige Baumarten einstellen. «Die mittleren Lagen der Inneralpen würden in Zukunft zunehmend von der Flaum- und Traubeneiche sowie von der Waldföhre besiedelt», sagt *Niklaus E. Zimmermann* von der WSL. Bei einem Temperaturanstieg von 3 bis 6°C könnte die klimatische Waldgrenze um bis zu 1200 m ansteigen. Anzeichen davon sind in den Zentralalpen bereits jetzt festzustellen. Allerdings werden die «neuen» Baumarten nicht so schnell auf die höheren Temperaturen reagieren. Ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit wird vor allem durch die Reichweite der Samen und in höheren Lagen durch die Bodenbildung bestimmt. Es dürfte einige Jahrzehnte bis Jahrhunderte dauern, bis sich ein neues Gleichgewicht eingestellt haben wird.

Es ist jedoch zu befürchten, dass sich die Pflanzen und Tiere nicht so kontinu-

ierlich und beschaulich an die neuen Bedingungen anpassen können. Stürme, Trockenheit, Hitzewellen und andere Extremereignisse werden die Anpassungsprozesse mehr oder weniger stark durch abrupte Veränderungen prägen. Modelle, welche nebst den vorhergesagten Klimaänderungen auch extreme Ereignisse mit einbeziehen, geben recht konkrete Vorstellungen darüber, wie sich die potenziellen Verbreitungsgebiete der Baumarten verschieben werden. Sollten solche Verhältnisse, wie wir sie im Sommer 2003 erlebt haben, zum Regelfall werden und die Durchschnittstemperaturen gegenüber heute um bis zu 6°C ansteigen, sieht *Zimmermann* für die Buche in tieferen Lagen und in den Randalpen immer weniger Überlebenschancen. «Stattdessen werden sich die Buche und auch die Waldföhre in die heutige montane und subalpine Stufe zurückziehen.» Für das Mittelland zeigen die Szenarien ein vorübergehend starkes Ausbreiten der Traubeneiche und anderer trocken-toleranter Baumarten. Die Prognosen bleiben allerdings so ungewiss wie die Unsicherheit über die Vorhersage von Klimaextremen.

Im Zentralwallis lässt sich bereits beobachten, wie sich der Wald verändert, wenn sich extrem heisse und trockene Sommer häufen. In bisher ausgedehnten, praktisch reinen Waldföhrenwäldern wird unterhalb von 1000 m ü. M. die Flaumeiche mehr und mehr zur Hauptbaumart. *Andreas Rigling* (WSL) und sein Forschungsteam erklären den Baumartenwechsel vor allem mit der zunehmenden Sommer-Trockenheit in den tieferen Talagen. Das Wallis findet sich damit in guter Gesellschaft mit anderen inneralpinen Trockentälern in Norditalien und Österreich.

Herausforderung für Waldwirtschaft und Forschung

Für die überwiegende Mehrheit der Wissenschaftler ist der Klimawandel als Folge menschlicher Aktivitäten eine Tatsache. Inzwischen ist die Botschaft auch bei den Politikern angekommen. *Hans-Peter Fricker*, Präsident des WWF Schweiz, wies auf den Effort hin, den es bräuchte, um die Klimaerwärmung bis Ende dieses Jahrhunderts auf maximal +2°C zu begrenzen. Weltweit dürfte bis dahin nur halb so viel Treibhausgas produziert werden als aufgrund des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums prognostiziert wird. Das bedeutet für die Schweiz gegenüber heute eine Reduktion um 30% bis 2020 und um 90% bis 2050!

Waldbesitzer und Betriebsleiter können den Temperaturanstieg nicht verhindern, hingegen müssen Antworten gefunden werden, wie man sich bei der Bewirtschaftung des Waldes an die sich verändernden Bedingungen anpassen kann. Ist es sinnvoll, der Entwicklung vorauszuweichen und die Wälder mit Hilfe trockenoleranter Baumarten und Exoten in grossem Stil umzuwandeln? Von solchem Aktivismus mit unbekanntem Risiko ist dringend abzuraten. Darüber waren sich die Referentinnen und die Teilnehmer der abschliessenden Podiumsdiskussion einig. «Eigentlich findet in der mitteleuropäischen Waldwirtschaft schon seit längerem eine schleichende Anpassung statt», stellte *Urs Amstutz* von Waldwirtschaft Schweiz fest. Ausserordentlich hohe Zwangsnutzungen und grosse Windwurfereignisse haben in den letzten Jahrzehnten vor allem in den Tieflagen einen Waldumbau zu Lasten der Fichte stark gefördert. In gewissen Regionen Baden-Württembergs und auch des Schweizer Mittellandes wird diese wichtige Bauholzart über kurz oder lang praktisch verschwinden.

Die lokalen Konsequenzen der globalen Erwärmung und die Reaktion der einheimischen Baumarten sind schwer abzuschätzen. Am besten fährt, wer angesichts der grossen Unsicherheiten die Risiken auf möglichst viele Standbeine verteilt. *Niklaus E. Zimmermann* (WSL) plädiert deshalb für Wälder mit hohem Mischungsgrad, die aus regionalem Saatgut hervor-

gegangen sind. Zusätzlich könnte das versuchsweise Einbringen wärmetoleranter Baumarten Aufschluss geben, wie diese sich vor Ort verhalten. Verschiedene Votanten wiesen darauf hin, dass die Frist, in der sich das Klima dramatisch ändert, aus der Sicht eines Baumlebens recht kurz ist. Hier müsse die Forschung möglichst bald zukunftsfähige Wege aufzeigen. Es sei deshalb nicht zu früh, unter wissenschaftlicher Begleitung beispielsweise auch grössere Versuche mit geeigneten «Gastbaumarten» anzulegen.

Aus der Sicht von *Raphael Schwitter*, Fachstellenleiter der Gebirgswaldpflege, kann der Waldbewirtschafter durch vorausblickendes Handeln wesentlich zu einer hohen Anpassungsfähigkeit seines Waldes beitragen. Es gehe vor allem darum, günstige Entwicklungen zuzulassen, das Schadenpotenzial gegenüber Störungen zu reduzieren und Eingriffe zu vermeiden, welche ungünstige Entwicklungen fördern könnten. Schwitter sieht deshalb neu hinzukommende Baumarten als Bereicherung. Jedenfalls sollte das natürliche Baumartenspektrum lokal durch genügend Samenbäume gesichert sein, und die Regenerationsfähigkeit des Waldes dürfe nicht durch übermässigen Wildverbiss in Frage gestellt werden.

Bei aller Unsicherheit ist aber heute leicht vorzusehen, dass auch die einheimische Holzproduktion wieder an Bedeutung gewinnt. Dies ist auch richtig so, denn als Substitut für andere Energieträ-

ger und Baustoffe trägt das Schweizer Holz ungleich stärker zur Reduktion des CO₂-Ausstosses bei als in Form ungenutzter Naturwälder. In diesem Sinne kündigte *Norbert Kräuchi* von der WSL auch an, dass in den Forschungsprojekten der neu strukturierten WSL ökonomische Fragestellungen bewusst und vermehrt mitberücksichtigt werden.

Literatur

- A. Menzel 2003: Variations of the Climatological Growing Season (1951-2000) in Germany Compared with Other Countries. *Int. J. Climatol.* 23: 793-812.
- T. Wohlgemuth (Hrsg.), 2006: Wald und Klimawandel. Forum für Wissen 2006. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. 71 S.
- OcCC 2002: Das Klima ändert – auch in der Schweiz. Die wichtigsten Ergebnisse des dritten Wissensstandsberichts des IPCC aus der Sicht der Schweiz. OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques), Bern. 48 S.

Wohlgemuth, T. (Red.) 2006: Wald und Klimawandel. Forum für Wissen 2006: 71 S., zu bestellen bei: Bibliothek WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, publications@wsl.ch (die Publikation wird gratis abgegeben). Die im Tagungsband zusammengefassten Veröffentlichungen sind im Internet zugänglich unter <http://www.wsl.ch/Im/publications/e-publ/forum/2006/welcome-de.ehtml>