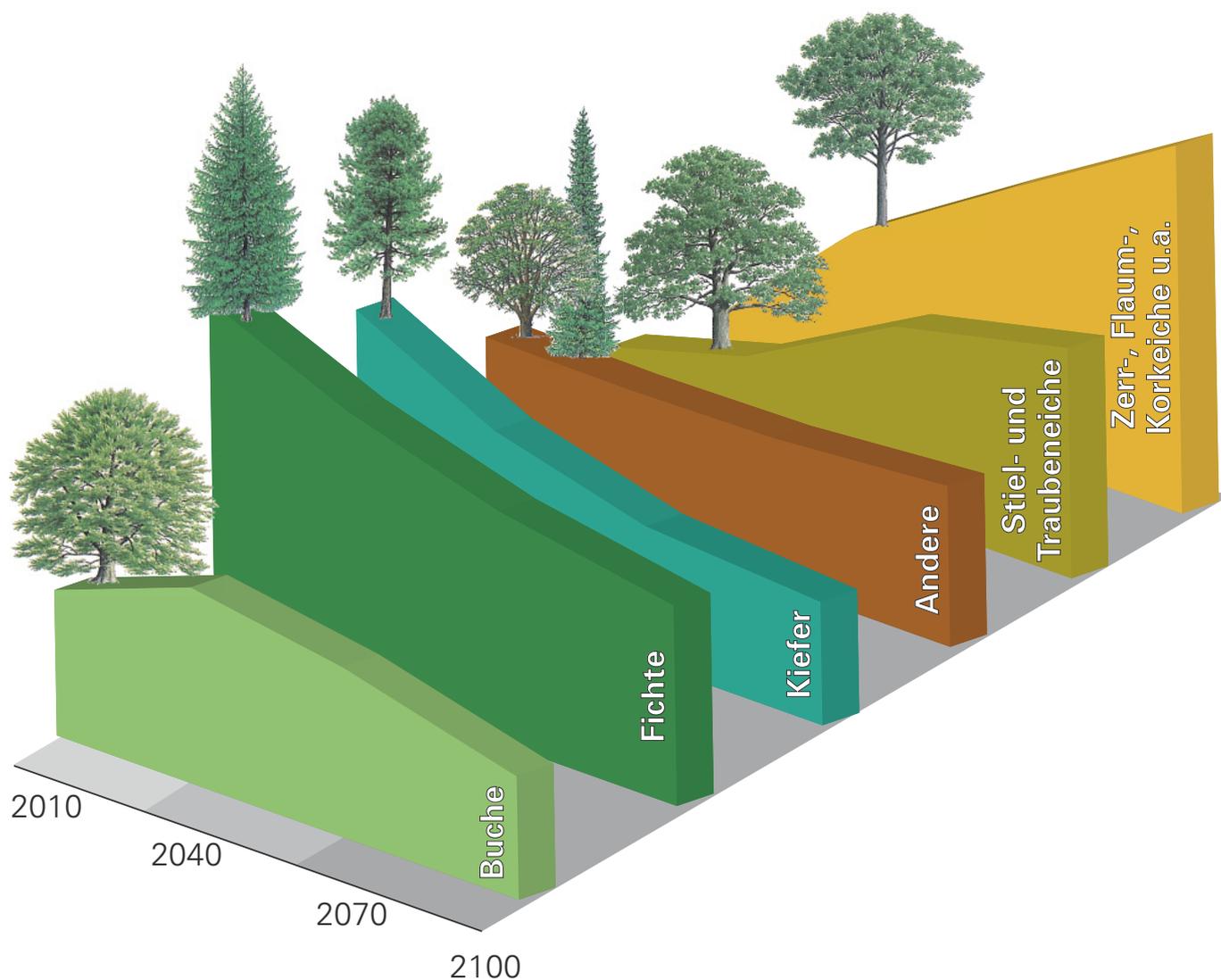




BFW Praxis Information



Adaptives Management angesichts eines Klimawandels

Inhalt

SILVIO SCHÜLER, ROBERT JANDL
Managementstrategien zur Anpassung von Wäldern im
Alpenraum an die Risiken des Klimawandels.....3

SILVIO SCHÜLER, JOHANN ZÜGER, ERNST GEBETSROITHER, ROBERT JANDL
Wald im Klimawandel: Temperaturanstieg und sonst??5

ROBERT JANDL, THOMAS GSCHWANTNER, NIKLAUS ZIMMERMANN
Die künftige Verbreitung der Baumarten im Simulationsmodell...9

SILVIO SCHÜLER, STEFAN KAPELLER, GERHARD HUBER, GREGOR BOŽIČ
Optimierte Nutzung der genetischen Variation als
Anpassungsmaßnahme für die Forstwirtschaft.....13

ROBERT JANDL, KLAUS DOLSCHAK, JOHANN ZÖSCHER
Waldwachstumssimulation mit Ossiacher Modellbeständen16

CHRISTIAN TOMICZEK
Klimawandel verschärft Forstschutzprobleme.....19

BIN YOU
Sturmschadensprognose:
mehr Schadholz durch Klimawandel oder Bewirtschaftung?21

FRANK PERZL, BERNHARD MAIER UND DAGMAR WALTER
Klimawandel, Naturgefahren und Schutzwald.....24

NORBERT PUTZGRUBER
Wälder mit Zukunft – ein Kommentar aus der Praxis27

ROBERT JANDL UND SILVIO SCHÜLER
Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel.....29

Grafik auf Titelseite entnommen aus Artikel: Marc Hanewinkel, Dominik A. Cullmann, Mart-Jan Schelhaas, Gert-Jan Nabuurs & Niklaus E. Zimmermann (2012): Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. Nature Climate Change. Veröffentlicht online 23. September 2012. Bildmontage Johanna Kohl

Impressum

ISSN 1815-3895

© November 2012

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:

Peter Mayer

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für
Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8,

1131 Wien, Österreich

Tel.: +43 1 87838 0

Fax: +43 1 87838 1250

<http://bfw.ac.at>

Redaktion:

Christian Lackner, Silvio Schüler, Robert Jandl

Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +43 1 87838 1216,

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at



Die Klimaänderung stellt die Forstwirtschaft aufgrund des langen Produktionszeitraumes vor eine besondere Herausforderung, weil die heute zu treffenden Entscheidungen über die Waldbehandlung unter den künftigen und somit unsicheren Klima- und Standortbedingungen halten müssen. Wenn der Klimawandel tatsächlich im derzeit prognostizierten Ausmaß stattfindet, sind die heutigen Bedingungen mit hoher Wahrscheinlichkeit keine geeignete Referenz für die Standortseigenschaften am Ende des Jahrhunderts. Ein Zugang ist, die künftigen Bedingungen spartenweise zu analysieren und in einem interdisziplinären Prozess Handlungsempfehlungen zu entwickeln. Deren Innovation muss nicht unbedingt hoch sein. Beispielsweise ist die Aussage, dass ungleichaltrige Mischbestände stabiler als gleichförmige Reinbestände sind, seit längerem bekannt.

Im Interreg-Projekt MANFRED wurden regionalisierte Klimaszenarien analysiert und die vielfältigen Konsequenzen für die Wälder des Alpenraumes abgeleitet. Im Projekt arbeiteten zahlreiche Forschungsanstalten des Alpenraumes zusammen. Durch die Bearbeitung von grenzübergreifenden Fallstudien wurde versucht, mehrere Situationen abzubilden, sodass möglichst viele Probleme des Klimawandels sichtbar wurden und gleichzeitig ein großer Anwenderkreis die Ergebnisse nutzen kann. So wurde anhand von Beispielen der oberen Provence und des Montafon die Schutzwaldsituation bearbeitet, anhand von süddeutschen Wäldern wurde der Druck durch Schädlinge und die Gefahr durch Sturmschäden untersucht, und anhand von Wäldern in Kärnten und im nördlichen Slowenien wurde die Reaktion besonders wüchsiger Standorte beleuchtet. Für Wälder der Lombardei wurden die Gefahr durch Ozonschäden und das steigende Feuerrisiko untersucht.

Auch nach Projektabschluss ist das Thema nicht endgültig behandelt. Die Ergebnisse sind eine Diskussionsgrundlage und sollen die aus wissenschaftlicher Sicht noch nicht vollständig geklärten Themen eingrenzen. Es ist zu hoffen, dass durch Beiträge von PraktikerInnen und WissenschaftlerInnen die Handlungsempfehlungen laufend ergänzt werden können, sodass am Ende des Prozesses der Forstwirtschaft verlässliche Werkzeuge für den Umgang mit dem Klimawandel zur Verfügung stehen.

Dipl.-Ing. Dr. Peter Mayer

Leiter des BFW

Dr. Silvio Schüler

Institut für Waldgenetik

Abteilung Herkunftsforschung und Züchtung

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Robert Jandl

Institut für Waldökologie und Boden

Fachbereich Klimaforschungs-Koordination

Managementstrategien zur Anpassung von Wäldern im Alpenraum an die Risiken des Klimawandels

Wälder haben im gesamten Alpenraum eine besonders hohe Bedeutung. Neben dem Schutz natürlicher Ressourcen sowie ihrer Schutzfunktion im alpinen Bereich stellen sie die Rohstoffgrundlage für die Holz- und Papierindustrie dar. Das Projekt MANFRED hatte zwei Ziele: den Schutz von Wäldern und die Entwicklung von wissensbasierten Behandlungsstrategien für Wälder im Hinblick auf die Folgen des Klimawandels.

Der Klimawandel wird von Politik und Wissenschaft derzeit allzu oft als Argument für oder wider (je nach Betrachtungsweise) gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen angeführt. Davon bleibt auch die Forstwirtschaft nicht verschont, vielen Forstleuten drängt sich mittlerweile der Vergleich mit der Waldsterbensdebatte der 1980er Jahre auf. Im medialen Rauschen von düsteren Zukunftsszenarien und Heilsbotschaften wird leicht übersehen, dass sich bereits in den vergangenen Jahrzehnten die Forstwirtschaft in vielerlei Hinsicht (technologisch, strukturell, im Hinblick auf Naturnähe) verändert hat und auf einem breiten Erfahrungsschatz aufbaut, um potenziell auch die künftigen Herausforderungen meistern zu können. Eine differenziertere Betrachtung des Klimawandels mit seinen tatsächlichen Problemen und möglichen Lösungsvorschlägen ist deshalb dringend geboten.

Gemeinsam an Fragestellungen des Alpenraumes arbeiten

Die Initiative zum MANFRED-Projekt kam von einigen Leitern der Forstlichen Versuchsanstalten. MANFRED – das bedeutet „Managementstrategien zur Anpassung von Wäldern im Alpenraum an die Risiken des Klimawandels“. Das Projekt wurde von Prof. Dr. Marc Hanewinkel koordiniert, der damals



Foto: BFW/Schüler

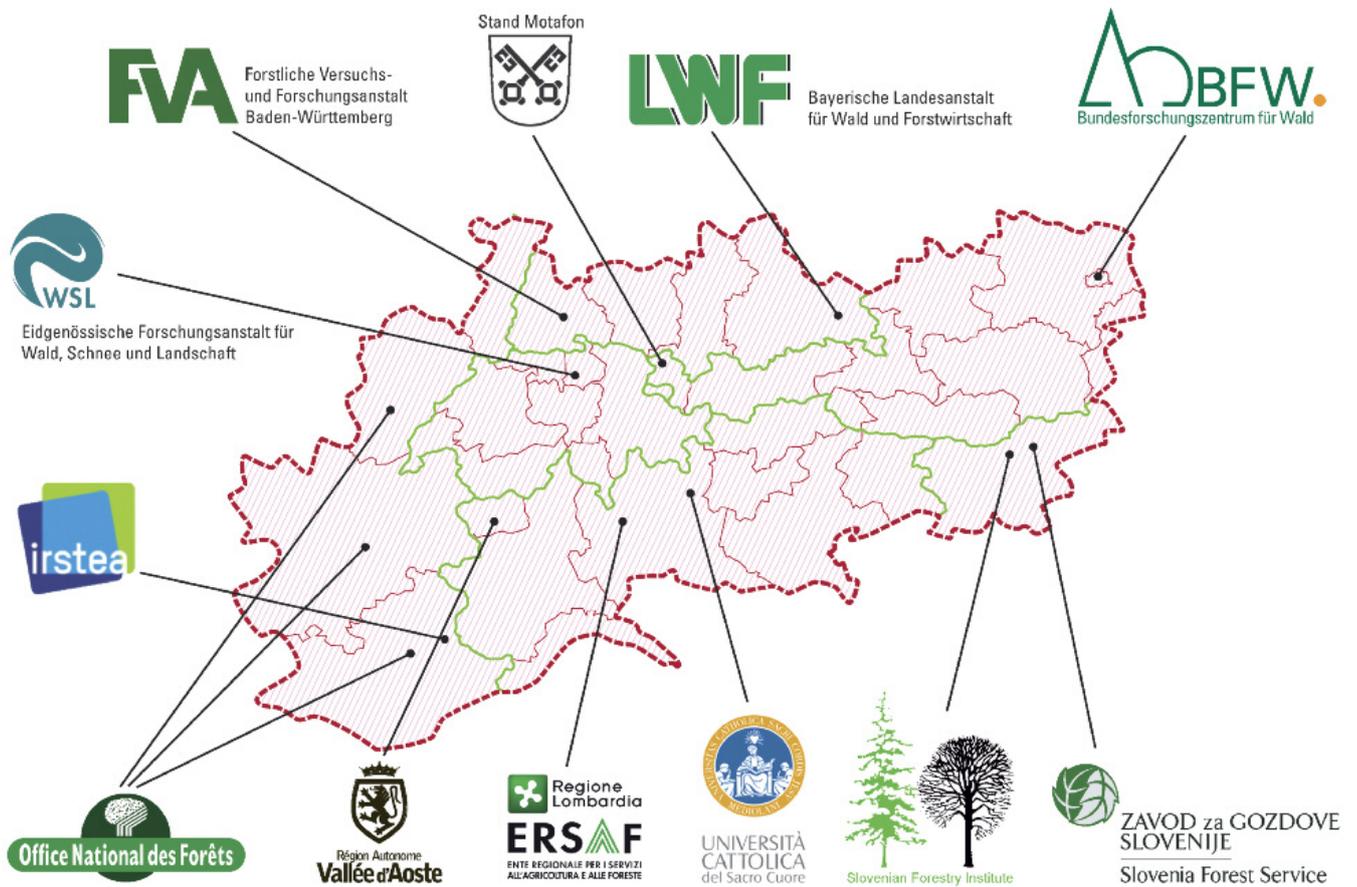
Die Situation einer Bergwaldregion kann sich durch Klimawandel innerhalb einer Umtriebszeit des Waldes erheblich ändern, wenn die Waldgrenze ansteigt, die Baumartenzusammensetzung verändert wird und der Gletscher abschmilzt

an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) tätig war und mittlerweile an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf arbeitet. Die Aktivitäten des Projektes Manfred waren eng mit den Forschungen des EU-Projektes MOTIVE (<http://motive-project.net/>) gekoppelt. Im MANFRED-Projekt arbeiteten Partner aus Deutschland, der Schweiz, Slowenien, Frankreich

sowie Italien zusammen, es diente auch dem Erfahrungsaustausch. Im Projektkonsortium waren die Hauptakteure aus dem Alpenraum vertreten. Seitens des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) waren Arbeitsgruppen der Waldinventur, der Waldgenetik, der Forstentomologie, der Waldökologie und des Waldwachstums vertreten.

Die Arbeiten gliederten sich in ein regionalisiertes Assessment des Klimawandels auf der Basis von IPCC-





Partnerinstitutionen die Fallstudien betreuen

Szenarien, die Abschätzung der künftigen Verbreitung von Baumarten, der Auswertung von Herkunftsversuchen im Alpenraum und

in die Entwicklung von Handlungsempfehlungen für die Forstwirtschaft aufgrund der Ergebnisse von transnationalen Fallstudien. Der

künftige Druck von Waldschädlingen wurde regional bearbeitet. Die Kooperation führte zu einer Pilotversion eines transnationalen Monitoringnetzes.



Für den Ossiacher Tauern wurde in einer Fallstudie berechnet, wie sich im Zuge eines Klimawandels die Bedingungen für die Baumarten Fichte, Buche und Eiche ändern werden

Internationale Dimension

Neben den eher praxisorientierten Aufgaben des Projektes stehen die Arbeiten über Bergwälder auch in einem starken internationalen Kontext. Die Ergebnisse des Projektes wurden daher bei der Schlussveranstaltung bei der FAO in Rom präsentiert und sollen auch bei der Umsetzung der Alpenkonvention eine wichtige Rolle spielen.

Linktipp:
www.manfredproject.eu

Dipl.-Biol. Dr. Silvio Schüler, Bundesforschungszentrum für Wald, Institut für Waldgenetik, Hauptstraße 7, 1140 Wien, E-Mail: silvio.schueler@bfw.gv.at;

Univ.-Doz. Dr. Robert Jandl, Bundesforschungszentrum für Wald, Fachbereich Klima-Forschungs-koordination, Seckendorff- Gudent-Weg 8, 1131 Wien, E-Mail: robert.jandl@bfw.gv.at

Wald im Klimawandel: Temperaturanstieg und sonst??

Die globale Erwärmung als Folge des vom Menschen verursachten Anstiegs des CO₂-Gehaltes in der Atmosphäre wird heute nicht mehr ernsthaft bezweifelt. Zu eindeutig sind der gemessene Temperaturanstieg und der Rückgang der Gletscher. Allerdings hat diese Erkenntnis noch nicht zu einem globalen Umdenken der politischen Handelnden geführt und eine massive Reduktion der Emission ist nicht in Sicht. Deshalb sind Wirtschaftszweige, die stark vom Klima abhängig sind (und dazu gehört die Forstwirtschaft), gefordert, Handlungsalternativen zu erarbeiten und ihre Bewirtschaftungspraxis an steigende Temperaturen anzupassen.

Allerdings müssen dafür konkrete Prognosen auf regionaler und lokaler Ebene erstellt werden, denn die regionalen Voraussetzungen, wie zum Beispiel Topografie, können das Klima stark modifizieren. Zum Beispiel lag der Temperaturanstieg im Alpenraum in den letzten 150 Jahren mit 1,8°C etwa doppelt so hoch wie im globalen Mittel (Auer et al. 2007). Globale Klimamodelle für die Zukunft müssen daher regionalisiert werden. Um Handlungsempfehlungen für spezielle Branchen, wie etwa die Forstwirtschaft, ableiten zu können, bedarf es zudem einer genaueren Kenntnis der Klimafaktoren, die für das Baumwachstum entscheidend sind.

Lokale Veränderungen noch mit Unsicherheiten behaftet

Die konkrete Vorhersage des Klimas und seiner Auswirkungen auf den Wald ist deshalb noch immer mit großen Unsicherheiten verbunden. Ganz sicher kann nur eine höhere Temperatur vorhergesagt werden. Allerdings weisen die verschiedenen Studien eine große Variabilität im Hinblick auf das Ausmaß des Temperaturanstiegs auf. Ursache dafür



Als verhältnismäßig sicher gilt eine Abnahme der Sommerniederschläge vor allem südlich der Alpen. Für die anderen Jahreszeiten sind die Unterschiede zwischen den Klimamodellen zu groß

ist die Annahme verschiedener Emissionsszenarien und der Einsatz unterschiedlicher Computermodelle (Kasten, Seite 7). Dabei stellt die sozioökonomische Entwicklung der Menschheit (Bevölkerungsentwicklung und die technologische Möglichkeit zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes) die größte Unsicherheit dar. Für die wichtigsten Untersuchungen im Projekt MANFRED wurde das A1B-Szenario verwendet, das eine bis zum Jahr 2050 steigende Weltbevölkerung und einen anhaltend hohen Energieverbrauch in einer globalisierten Welt beschreibt, bei der fossile Energiequellen durch CO₂-Neutrale ersetzt und in einem Energiemix eingesetzt werden. Für Österreich weist dieses Szenario eine Temperaturerhöhung zwischen 1 °C und 2,5 °C aus (Abbildung 1a), wobei die Erwärmung im Sommer,

Herbst und Winter ausgeprägter sein wird als im Frühjahr.

Prognosen der Niederschlagsmengen sind mit größeren Unsicherheiten behaftet (Abbildung 1b). Als verhältnismäßig sicher gilt eine Abnahme der Sommerniederschläge vor allem südlich der Alpen. Für die anderen Jahreszeiten sind die Unterschiede zwischen den Klimamodellen zu groß, um gesicherte Aussagen machen zu können. Am ehesten kann für den Winter noch mit steigenden Niederschlägen nördlich des Alpenhauptkammes gerechnet werden.

Welche Klimaveränderungen betreffen denn den Wald?

Höhere Temperaturen haben positive und negative Effekte. Positive Effekte sind eine höhere Photosyntheserate der Bäume (auch bedingt

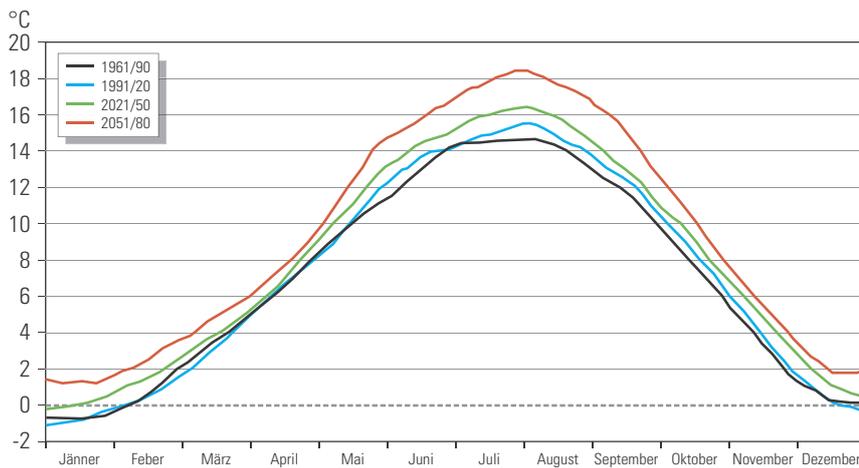


Abbildung 1a: 30-jähriger Mittelwert der Jahrestemperatur
 (Quelle: ECHAM5/CLM A1B Consortial run, 18 x 18 km Auflösung, auf 1 x 1 km heruntergerechnet: WSL. Datenzusammenstellung und räumliche Analyse: AIT)

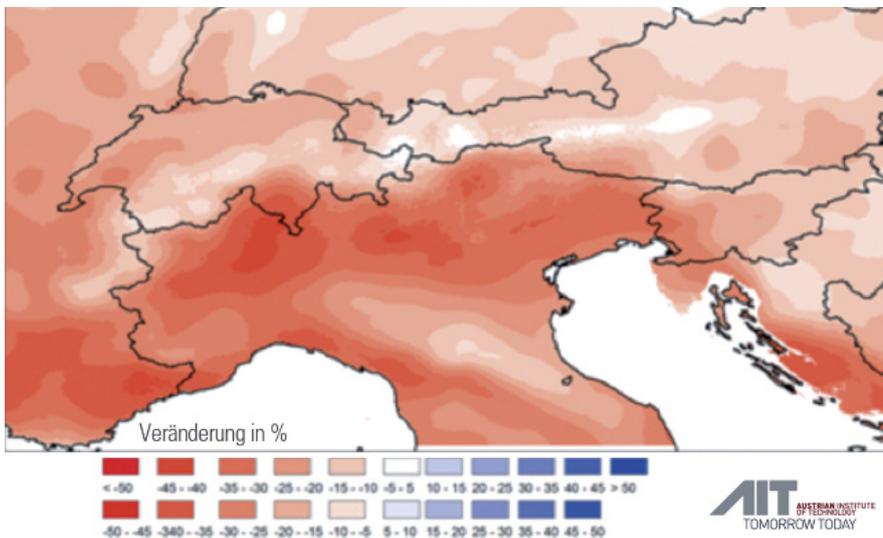


Abbildung 1b: Relative Änderung des Gesamtniederschlages zwischen 1971/2000 und 2071/2100
 (Quelle: ECHAM5/CLM A1B Consortial run, 18 x 18 km Auflösung, auf 1 x 1 km heruntergerechnet: WSL. Datenzusammenstellung und räumliche Analyse: AIT)

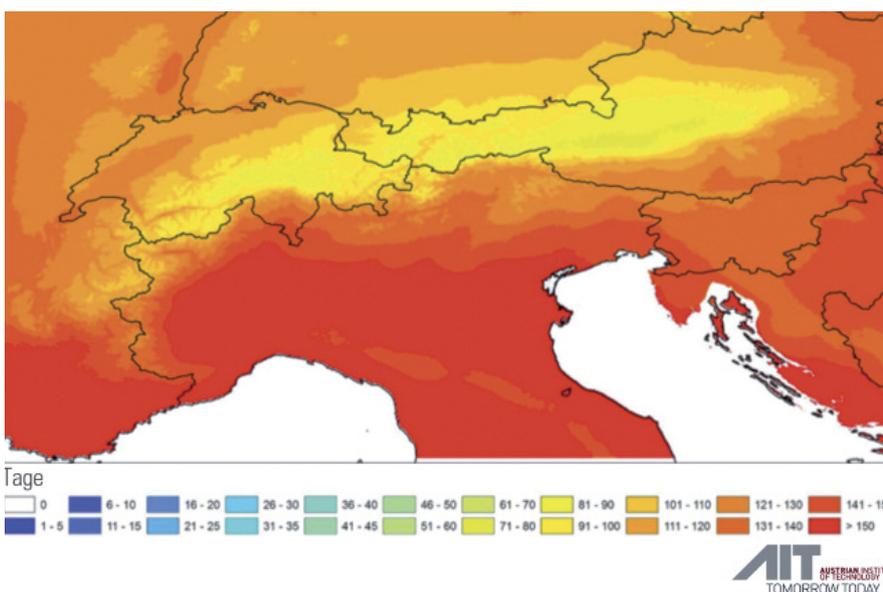


Abbildung 1c: Durchschnittliche Anzahl von Trockentagen in der Vegetationsperiode im Zeitraum 2071/2100
 (Quelle: ECHAM5/CLM A1B Consortial run, 18 x 18 km Auflösung, auf 1 x 1 km heruntergerechnet: WSL. Datenzusammenstellung und räumliche Analyse: AIT)

durch höhere CO₂-Konzentrationen) und eine Verlängerung der Vegetationszeit, beides verbunden mit einem stärkeren Wachstum und einer höheren Produktivität (siehe Schüler et al., Seite 13). Beispielsweise wird eine Verlängerung der Vegetationszeit schon seit einigen Jahrzehnten beobachtet, sie hat in Mitteleuropa in den vergangenen 40 Jahren um etwa zehn Tage zugenommen (Menzel et al. 2006). Eine längere Vegetationszeit kann allerdings auch unerwünschte negative Folgen haben: Zum Beispiel treiben die Bäume im Frühjahr früher aus und können damit häufiger Frostschäden erleiden, denn die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Spätfrösten verändert sich kaum.

Ein anderer Nachteil des stärkeren Wachstums ist der erhöhte Wasserbedarf. So benötigen Bäume mehr Wasser für die Assimilation. Zudem steigt mit höheren Temperaturen die Verdunstungsrate, so dass auch bei gleich bleibenden Niederschlägen effektiv weniger Wasser verfügbar sein wird. Andere negative Effekte: Die Forstschädlinge werden zunehmen, denn die Entwicklungszeit vieler Insektenlarven ist temperaturgesteuert. Dadurch können sich zum Beispiel Borkenkäfer schneller vermehren. In wärmeren Wintern können zudem neue Schädlinge aus südlicheren Regionen überleben und bisher unbekannte Schäden verursachen (siehe Tomiczek, Seite 19). Veränderungen in der Niederschlagsintensität und -verteilung wirken in mehrfacher Hinsicht ungünstig auf die Vegetation. Nimmt der für die Bäume besonders wichtige Niederschlag in der Vegetationszeit (vor allem Sommermonate) ab, kann die Wasserverfügbarkeit für viele Bäume dramatisch sinken. Ob die für den Winter prognostizierte Zunahme der Niederschläge ausreicht, um den Rückgang auszugleichen, ist fraglich. Zudem werden Winterniederschläge vermehrt als Regen und nicht als Schnee zu Boden fallen. Auch dies ist für die Pflanzen eher ungünstig, denn der Schnee kann bis zum Beginn der Vegetationsperiode als Wasserspeicher dienen, während Regen schneller versickert und abfließt.

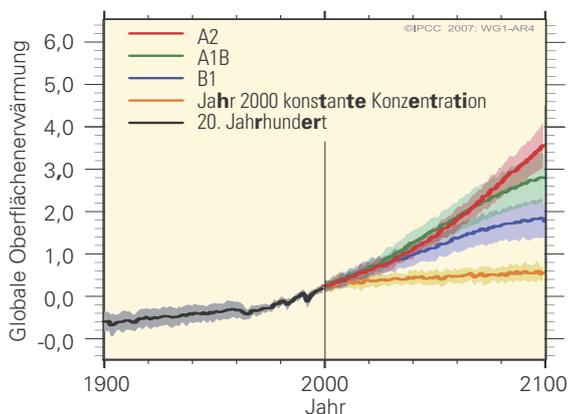
Besonders gefährdet sind Bäume allerdings nicht wegen weniger Niederschlag, sondern vor allem durch langanhaltende Trockenperioden. Die in MANFRED durchgeführten Regionalisierungen zeigen, dass für den gesamten Alpenraum mit einer Zunahme an Trockenperioden zu rechnen ist. Im Osten Österreichs wird die Anzahl von Tagen ohne Niederschlag in der Vegetationszeit auf bis zu 130 Tagen im langjährigen Mittel ansteigen (Abbildung 1c). Dabei beeinflussen Trockenperioden und Temperaturen nicht nur das Waldwachstum, sondern fördern auch die Entstehung von Waldbränden.

Neben Trockenperioden werden Sturmereignisse von vielen Forstpraktikern als wichtigste Bedrohung für den Wald angesehen. Tatsächlich gibt es bisher keine eindeutigen Beweise, dass die Sturmhäufigkeit zunehmen wird, denn seit Beginn von Wetteraufzeichnungen hat es immer wieder Perioden gegeben, in denen

Kasten: Szenarien und Modelle

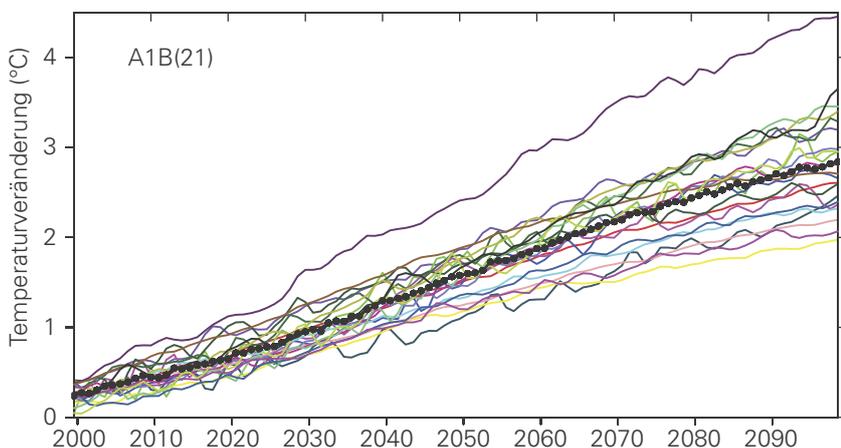
Die Genauigkeit und Variabilität von Klimaprognosen werden ganz wesentlich von zwei Faktoren bestimmt: Einerseits von der angenommenen globalen sozioökonomischen Entwicklung der Menschheit, die in Emissionsszenarien zusammengefasst wird, und andererseits von den eingesetzten Computermodellen. Dabei spielen die Emissionsszenarien die wichtigste Rolle, denn sie beschreiben das Bevölkerungswachstum, die ökonomische und soziale Entwicklung, technologische Veränderungen, den Ressourcen-Verbrauch und ein mögliches Umweltmanagement. Für die Berichte des IPCC wurden 40 verschiedene Szenarien berücksichtigt, die man in vier Gruppen zusammenfassen kann: A1 – hoher Energieverbrauch, CO₂-Emission in Abhängigkeit von Energiequellen (z.B. A1F1- fossil, A1T-neue Technologien, A1B-Energiemix) , A2 – hoher Energieverbrauch, regional unterschiedliche Entwicklungen, B1 – minimaler Energieverbrauch und geringe Emissionen, global ähnliche Entwicklungen und B2 – geringerer Energieverbrauch, etwas höhere Emissionen, da regional sehr unterschiedlichen Entwicklung.

	wirtschaftsorientiert (ökonomisch ausgerichtet)	umweltorientiert (ökologisch ausgerichtet)
Globalisierung (homogene Welt)	A1 (hohes Wirtschaftswachstum) (Szenario-Gruppen: A1T; A1B; A1FI) 1,4–6,4 °C	B1 (globale Nachhaltigkeit) 1,1–2,9 °C
Regionalisierung (heterogene Welt)	A2 (regionale Wirtschaftsentwicklung) 2,0–5,4 °C	B2 (regionale Nachhaltigkeit) 1,4–3,8 °C



Globale Erwärmung in Abhängigkeit vom Emissionsszenario (verändert nach IPCC 2007)

Zur Abschätzung der Klimaentwicklung werden globale Zirkulationsmodelle eingesetzt, die weltweit von zahlreichen Forschergruppen entwickelt werden. Diese Modelle bilden die zahlreichen Vorgänge in der Atmosphäre mit möglichst hoher Genauigkeit ab. Obwohl die Grundgleichungen in allen Modellen gleich sind und auf denselben physikalischen und biochemischen Gesetzmäßigkeiten der Atmosphäre beruhen, werden für einzelne Prozesse (z.B. Wolkenbildung, Austausch mit dem Ozean) unterschiedliche Teilmodelle und Parametrisierungen verwendet. Basierend auf neuen empirischen Erkenntnissen werden zudem laufend Verbesserungen vorgenommen. Daher können sich die Vorhersagen der Klimamodelle unterscheiden. Für praxistaugliche Aussagen zum Klimawandel – wie im Projekt MANFRED – wird daher meist auf Ensemble-Ergebnisse zurückgegriffen, die aus dem Vergleich verschiedener Modelle die vertrauenswürdigsten Ergebnisse ermitteln.



Globale Erwärmung in Abhängigkeit vom eingesetzten Klimamodell. Jedes Klimamodell wird in einer anderen Farbe dargestellt. Die verlässlichste Aussage ist das Ensemble-Ergebnis (fett gedruckte schwarze Linie), die sich aus den Ergebnissen aller Modelle ergibt (verändert nach Mehl et al. 2007)

Stürme gehäuft aufgetreten sind. Theoretisch denkbar sind allenfalls höhere Windgeschwindigkeiten bei Sommerstürmen, da höhere Temperaturen auch stärkere atmosphärische Ungleichgewichte bedingen. Darüber hinaus sind Extremereignisse mit den heute verfügbaren Klimamodellen sehr schwierig vorherzusagen.

Wirkung des Klimas wird durch Standort modifiziert

Bei allen regionalen und lokalen Vorhersagen ist zu berücksichtigen, dass Klimafaktoren immer gemeinsam mit anderen Standortfaktoren wirken. Dazu gehören vor allem Bodeneigenschaften (beispielsweise die Wasserspeicherkapazität), aber auch die Exposition und Neigung eines Waldbestandes. Daher entscheidet am Ende ganz maßgeblich der Standort darüber, ob eine Baumart unter den gegebenen Klimabedingungen anbauwürdig ist oder nicht.

Literatur

Auer, I.; Böhm, R.; Jurkovic, A.; Lipa, W.; Orlik, A.; Potzmann, R.; Schöner, W.; Ungersböck, M.; Matulla, C.; Briffa, K.; Jones, P.; Efthymiadis, D.; Brunetti, M.; Nanni, T.; Maugeri, M.; Mercalli, L.; Mestre, O.; Moisselin, J.-M.; Begert, M.; Müller-Westermeier, G.; Kveton, V.; Bochnicek, O.; Stastny, P.; Lapin, M.; Szalai, S.; Szentimrey, T.; Cegnar, T.; Dolinar, M.; Gajic-Capka, M.; Zaninovic, K.; Majstorovic, Z. & Nieplova, E. (2007): Histalp – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International Journal of Climatology*, 27, 17–46

IPCC (2007): Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Mehl, G.A.; Stocker, T.F.; Collins, W.D.; Friedlingstein, P.; Gaye, A.T.; Gregory, J.M.; Kitoh, A.; Knutti, R.; Murphy, J.M.; Noda, A.; Raper, S.C.B.; Watterson, I.G.; Weaver, A.J.; Zhao, Z.-C. (2007): *Global Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Dipl.-Biol. Dr. Silvio Schüller, Univ.-Doz. Dr. Robert Jandl, Bundesforschungszentrum für Wald, Hauptstraße 7, 1140 Wien, E-Mail: silvio.schueler@bfw.gv.at

Johann Züger, Dr. Ernst Gebetsroither AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Donau-City-Straße 1, 1220 Wien, E-Mail: ernst.gebetsroither@ait.ac.at

Waldböden. Ein Bildatlas der wichtigsten Bodentypen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz



Ziel dieses Buches ist es, die Vielfalt der Waldböden in Form von Bildern und umfassenden Informationen darzustellen. Dazu werden beispielhaft 67 Waldböden aus Österreich, Deutschland und der Schweiz abgebildet. Die wichtigsten chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften werden angeführt, Zusammenhänge zwischen Geländebefund und Analyseergebnissen aufgezeigt. Zusammen mit Kommentaren zum Baumwachstum und zur Waldbewirtschaftung liefern diese Bodendokumentationen wertvolle Hinweise für die Praxis. Ein kompakter und "geländetauglicher" Waldboden-Atlas für alle bodenkundlich Interessierten in Lehre, Praxis, Verwaltung, Beratung und Planung. Dr. Ernst Leitgeb vom BFW ist Herausgeber.

Bestellung

Das Buch ist ab Frühjahr 2013 erhältlich, Vorbestellungen sind bereits möglich. Bestellung: Tel.: 01/87838-1216, E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at Informationen: <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9333>

Leitgeb, E., Reiter, R., Englisch, M., Lüscher, P., Schad, P., Feger, K. H. (Hrsg.): *Waldböden. Ein Bildatlas der wichtigsten Bodentypen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz*. 2013. 330 Seiten, ca. 270 Abbildungen. Broschur. 59 Euro, ISBN: 978-3-527-32713-3

Die künftige Verbreitung der Baumarten im Simulationsmodell

Auf der Grundlage von Waldinventurdaten für den Alpenraum wurden die Verbreitung der Baumarten Fichte, Buche, Eiche und Kiefer unter den derzeitigen klimatischen Verhältnissen und topografischen Parametern analysiert. Mit diesen Verbreitungsmodellen lässt sich das Baumartenvorkommen unter Klimaänderungsszenarien darstellen.

Unterstellt man eine Umtriebszeit von 80 bis 100 Jahren, dann werden die heutigen Jungbestände zum planmäßigen Erntezeitpunkt deutlich veränderte Standortbedingungen vorfinden. Die klimatischen Schlüsselparameter für das Vorkommen einer Baumart sind Temperatur, Niederschlag und dessen zeitliche Verteilung (Schüler et al., 2012a).

Betrachtet man alleine den Faktor Lufttemperatur, lassen sich die Auswirkungen geänderter Klimaverhältnisse folgendermaßen veranschaulichen: Falls tatsächlich eine Erwärmung um 4°C stattfindet, entspräche das einer Verschiebung der gegenwärtigen Vegetationsgesellschaften um 600 m nach unten. Die heute montanen Wälder fänden dann die Temperaturverhältnisse der kollinen Höhenstufe vor. An die geänderten Standortbedingungen können sich Waldgesellschaften und ihre Baumarten entweder anpassen, auf geeignete Standorte migrieren oder sie werden verdrängt und verschwinden, wenn keine passenden Standorte erschließbar sind.

Verbreitungsmodelle

Auf der Grundlage von Waldinventurdaten, die den gesamten Alpenraum abdecken, wurde die Verbreitung mehrerer Baumarten unter den derzeitigen klimatischen Verhältnissen und topografischen Parametern analysiert. Die Modellbeziehungen können auf regionalisierte Klimaszenarien des IPCC angewendet und

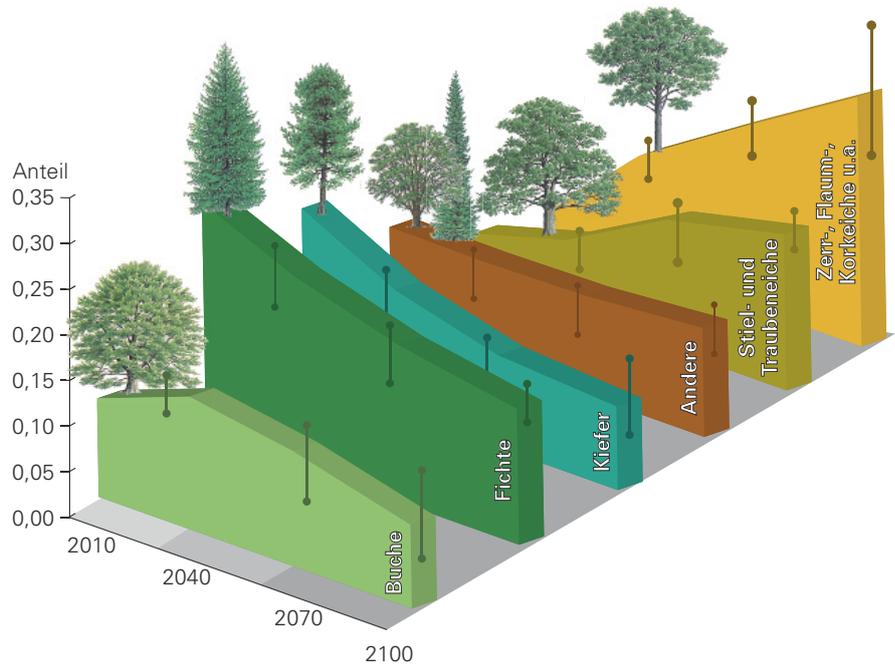


Abbildung 1: Modellierter Konkurrenzdruck der verschiedenen Hauptbaumarten bis zum Jahr 2100 für Europa (nach Hanewinkel et al., 2012)

somit kann das Vorkommen der Baumarten unter geänderten Klimabedingungen prognostiziert werden. Kartografisch umgesetzt, lässt sich so die Arealverschiebung der Baumarten und die künftige Baumartenverbreitung für den Alpenraum darstellen.

Die Verbreitungsmodelle wurden für die Baumarten Fichte, Buche, Weißkiefer und Eiche berechnet. Die Methode ist eine Weiterentwicklung der Klimahüllen, mit welchen das Vorkommen einer Baumart in Abhängigkeit von Klimaparametern wie Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlag dargestellt wird (Kölling 2007). Es wurden sieben saisonale Klimaparameter und einige Standortparameter zur Modellierung der Baumartenverbreitung verwendet. Mit sechs statistischen Modellierungsverfahren wurde die zukünftige Baumartenverbreitung unter geänderten Klimaverhältnissen errechnet. Um den bekannten Stärken und Schwächen der Verfahren Rechnung zu tra-

gen, wurden die Ergebnisse der einzelnen Modelle nach statistischen Kriterien zu einem Gesamtmodell aggregiert, welches die Übereinstimmung der Modelle darstellt (Hanewinkel et al., 2012, Zimmermann et al., 2013).

Die Darstellung der Gesamtmodelle in den Abbildungen 2 bis 5 zeigen für die kommenden 70 Jahre deutliche Verschiebungen in der Verbreitung der Baumarten und Veränderungen in den Größen der Verbreitungsgebiete. Demnach wird die Fichte deutlich an Areal verlieren, die Eiche und die Kiefer werden Flächen dazu gewinnen. Die Buche wird anfangs Areal gewinnen und gegen Ende des Simulationszeitraumes wieder verlieren (Abbildung 1). Für alle dargestellten Baumarten lässt sich eine Ausdehnung des Vorkommens in höhere Lagen feststellen.

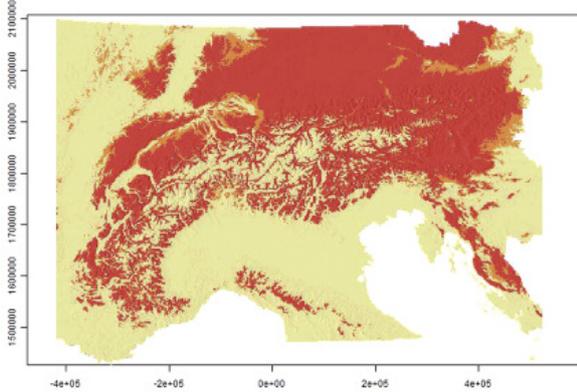
Fichte verliert an Fläche

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldvegetation äußern

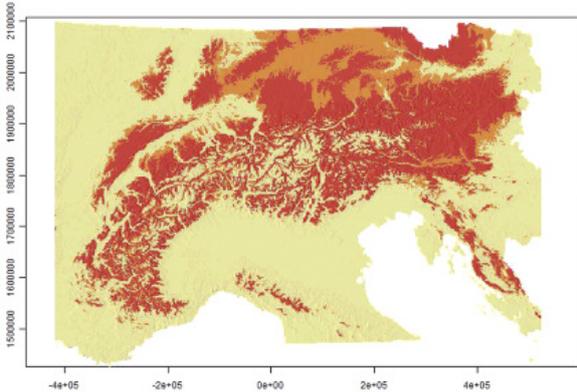


Fichte

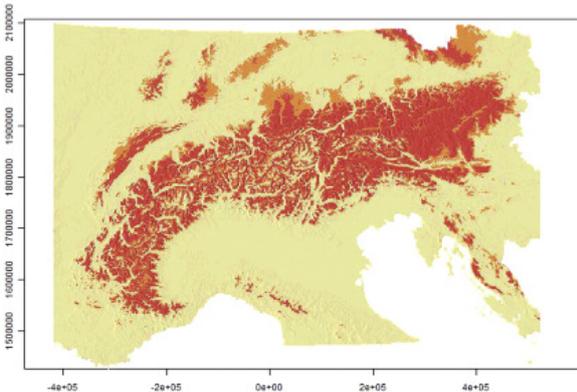
1991 – 2020



2021 – 2050



2051 – 2080



Legende:

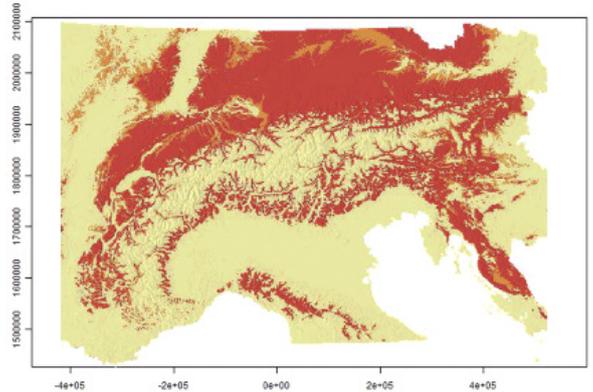
- Die Modelle prognostizieren mit großer Übereinstimmung ein Vorkommen der Fichte
- Die Modelle prognostizieren teilweise ein Vorkommen der Fichte
- Die Modelle ergeben geringe oder keine nennenswerten Fichtenvorkommen

Abbildung 2:
Fichtenverbreitung
in drei aufeinanderfolgenden Zeiträumen

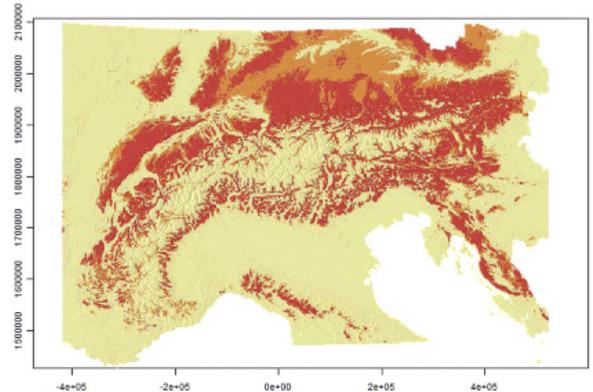


Buche

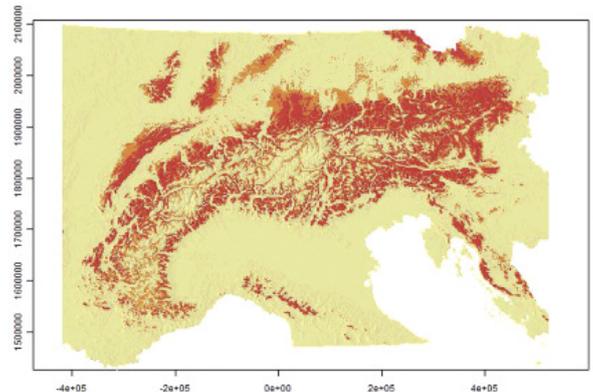
1991 – 2020



2021 – 2050



2051 – 2080



Legende:

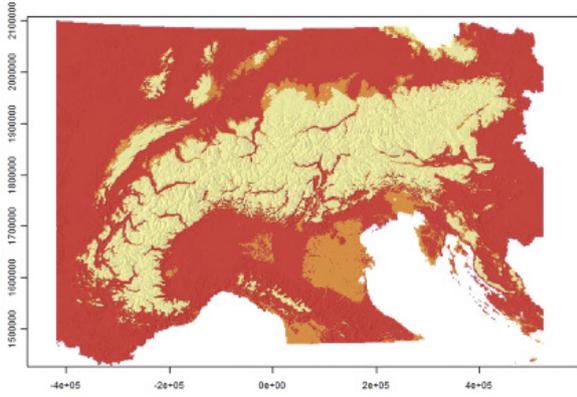
- Die Modelle prognostizieren mit großer Übereinstimmung ein Vorkommen der Buche
- Die Modelle prognostizieren teilweise ein Vorkommen der Buche
- Die Modelle ergeben geringe oder keine nennenswerten Buchenvorkommen

Abbildung 3:
Buchenverbreitung
in drei aufeinanderfolgenden Zeiträumen

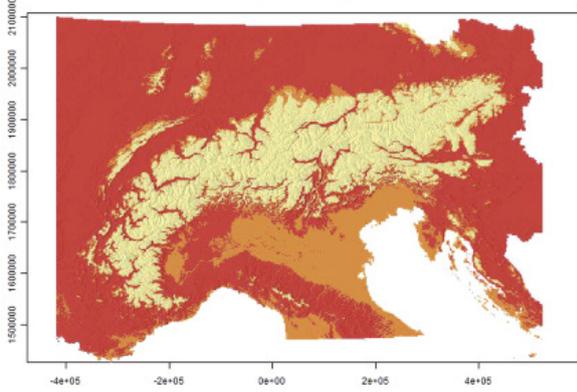


Eiche

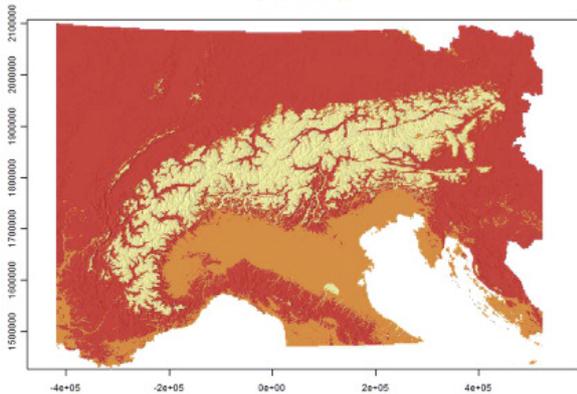
1991 – 2020



2021 – 2050



2051 – 2080



Legende:

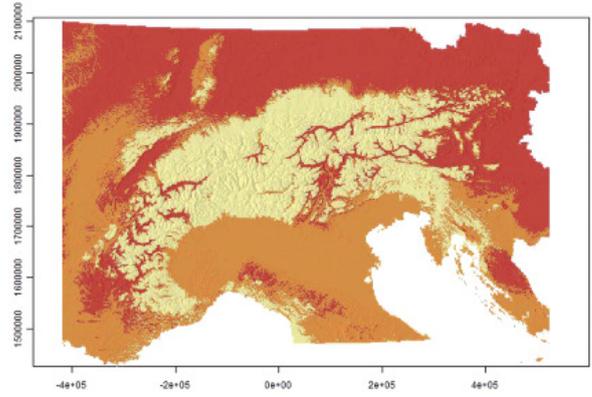
- Die Modelle prognostizieren mit großer Übereinstimmung ein Vorkommen der Eiche
- Die Modelle prognostizieren teilweise ein Vorkommen der Eiche
- Die Modelle ergeben geringe oder keine nennenswerten Eichenvorkommen

Abbildung 4:
Eichenverbreitung
in drei aufeinanderfolgenden Zeiträumen

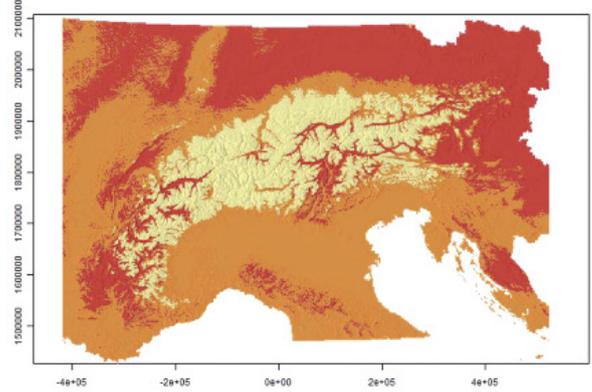


Kiefer

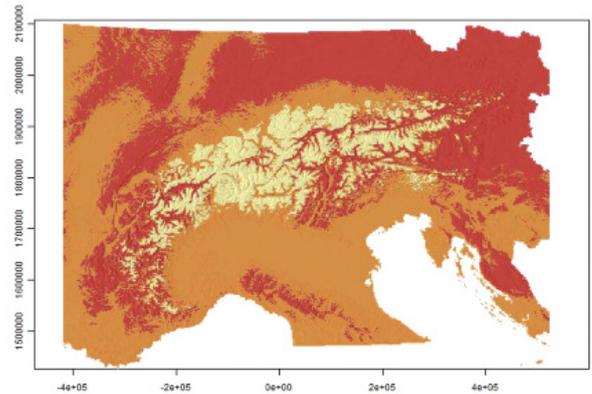
1991 – 2020



2021 – 2050



2051 – 2080



Legende:

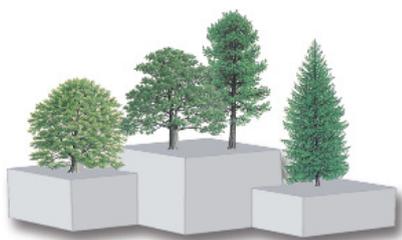
- Die Modelle prognostizieren mit großer Übereinstimmung ein Vorkommen der Kiefer
- Die Modelle prognostizieren teilweise ein Vorkommen der Kiefer
- Die Modelle ergeben geringe oder keine nennenswerten Kiefernorkommen

Abbildung 5:
Kiefernverbreitung
in drei aufeinanderfolgenden Zeiträumen

sich in Veränderungen im Verbreitungsareal und können je nach Baumart zu einer Verringerung, aber auch zu einer Ausdehnung des Vorkommens führen. Auf Standorten, auf welchen die Produktivität des Waldes derzeit durch eine kurze Vegetationsperiode limitiert ist, kann eine Temperaturerhöhung zu Wachstumszunahmen führen, falls Niederschlag und Nährstoffe im ausreichenden Maß vorhanden sind. Allerdings wird es auch Arealrückgänge und Zuwachseinbußen geben. Nicht unerwartet wird davon die Fichte besonders stark betroffen sein. Immerhin wird sie derzeit aufgrund ihrer wirtschaftlichen Relevanz deutlich außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes angebaut. Die Flächenzugewinne der Fichte treten vor allem in den Hochlagen in quantitativ bescheidenem Umfang auf. In den mittleren Höhenlagen wird sich am Vorkommen der Fichte an vielen Standorten gar nichts ändern. Arealverluste sind vorwiegend an den Randbereichen des derzeitigen Verbreitungsgebietes zu erwarten. Sollte sich das Verbreitungsgebiet der Fichte tatsächlich verändern, sind wirtschaftliche Einbußen unvermeidlich, da mit anderen Baumarten wohl kaum so erfolgreich gewirtschaftet werden kann (Hanewinkel et al., 2012).

Die Gewinner: Eiche und Kiefer

Ebenso erwartbar ist der Ausbau des Arealen von Eiche und Kiefer. Beide Baumarten gewinnen unter wärmeren und trockeneren Bedingungen an Konkurrenzkraft und erholen sich auch nach Trockenstress relativ rasch (Beck, 2010). Der anfängliche Erfolg der Buche währt den Simulationsergebnissen zur Folge nur bis zur Mitte des Jahrhunderts. Danach wird die Buche vielerorts zunehmend unter Trockenstress leiden. Die den Verbreitungskarten zugrun-



deliegenden Klimamodelle weisen ab zirka 2060 einen deutlichen Anstieg des Erwärmungstrends auf. Unter den Klimamodellierern besteht noch Uneinigkeit, ob es sich dabei um ein Artefakt der Modelle handelt oder ob der Temperaturanstieg tatsächlich zu erwarten ist.

Diskussion

Die Verbreitungskarten der Baumarten sollen in erster Linie als Diskussionsgrundlage dienen. Mit der angewendeten Methode werden potentielle Verbreitungen unter geänderten klimatischen Bedingungen dargestellt. Dabei wird nicht berücksichtigt, wie schnell eine Baumart tatsächlich wandern und neue Areale erschließen kann. Außerdem wird jede Baumart für sich allein betrachtet ohne Berücksichtigung der Konkurrenz und allfälliger Synergien zwischen den Baumarten.

Der Einfluss von Schadorganismen auf Waldökosysteme unter geänderten Klimabedingungen kann derzeit noch nicht hinreichend simuliert werden und wurde daher bei der Erstellung der Verbreitungskarten nicht einbezogen. Eine ganz entscheidende Rolle spielt der Faktor „Mensch“ für das Artenvorkommen. Durch geeignete waldbauliche Behandlungen können Baumarten auch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsareales und damit im Hauptverbreitungsgebiet von anderen Baumarten erfolgreich bewirtschaftet werden, wenn die Konkurrenzverhältnisse entsprechend gesteuert werden. Weitere Möglichkeiten, die noch nicht voll ausgeschöpft werden, liegen in der Wahl geeigneter Herkünfte, mit welchen das Standortsspektrum von Baumarten breiter gestaltet werden kann (Schüler et al., 2012b). Ganz besonders vordringlich ist die Erreichung einer Wildddichte, mit der die geplanten waldbaulichen Maßnahmen auch umsetzbar sind.

Das BFW plant das Thema der zukünftigen Baumartenverbreitung noch weiter zu bearbeiten. Da der Nordosten und Osten von Österreich am Rand des Gebietes liegt, der durch die Datensätze der Waldinventuren in der Alpenregion präsentiert wird, sind möglicher-

weise Standortstypen in trockenheitsgefährdeten Tieflagen nicht gut abgedeckt. Außerdem nutzen die derzeit verwendeten Verbreitungsmodelle die bodenkundlichen Informationen, insbesondere die Wasserspeicherkapazität, nicht vollständig aus. Diesen Fragen soll in Folgeprojekten nachgegangen werden.

Danksagung

Die Verbreitungsmodelle wurden von Niklaus Zimmermann, Eliane Meier, Signe Normand und Achilleas Psomas an der WSL im Rahmen des Interreg-Projektes Manfred errechnet.

Literatur

Beck, W. (2010): Auswirkungen von Trockenheit und Hitze auf den Waldzustand in Deutschland - waldwachstumskundliche Ergebnisse der Studie im Auftrag des BMEL. DVFFA— Sektion Ertragskunde, Jahrestagung 2010

Hanewinkel, M.; Cullmann, D. A.; Schelhaas, M.-J.; Nabuurs, G.-J. & Zimmermann, N. E. (2012): Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*

Kölling, C. (2007): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. *AFZ - Der Wald*, 23, 1242-1245

Schüler, S.; Züger, J.; Gebetsroither, E.; Jandl, R. (2012a): Wald im Klimawandel: Temperaturanstieg und sonst?? *BFW-Praxisinformation* 30: 5-8

Schüler, S.; Kapeller, S.; Huber, G.; Božič, G. (2012b): Optimierte Nutzung der genetischen Variation als Anpassungsmaßnahme für die Forstwirtschaft. *BFW-Praxisinformation* 30: 13-15

Zimmermann, N. E.; Jandl, R.; Hanewinkel, M.; Kunstler, G.; Kölling, C.; Gasparini, P.; Breznikar, A.; Meier, E. S.; Normand, S.; Ulmer, U.; Gschwantner, T.; Veit, H.; Naumann, M.; Falk, W.; Meller, K.; Rizzo, M.; Skudnik, M.; Psomas, A. (2013): Potential future ranges of tree species in the Alps. Kapitel 4. InTech, in Druck

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Robert Jandl, Dipl.-Ing. Dr. Thomas Gschwantner, Bundesforschungszentrum für Wald, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien; E-Mail: robert.jandl@bfw.gv.at

Dr. Niklaus Zimmermann, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf, Schweiz

Optimierte Nutzung der genetischen Variation als Anpassungsmaßnahme für die Forstwirtschaft

Die meisten heimischen Baumarten passten sich gut an unterschiedliche Klimabedingungen an: Diese lokalen Anpassungen treiben zum Beispiel später aus oder haben eine höhere Forstresistenz. Hinsichtlich eines Klimawandels muss allerdings beachtet werden, dass die zu erwartenden Klimaänderungen weit größer sind als die klimatischen Unterschiede zwischen Herkunftsgebieten und Höhenstufen.

Die meisten unserer Baumarten haben ein großes natürliches Verbreitungsgebiet und sind an unterschiedlichste Klimabedingungen innerhalb ihrer Verbreitung angepasst. Diese lokale Anpassung äußert sich im Austriebszeitpunkt, in der Frostresistenz und in der Wuchsleistung. Das Wissen um lokale Anpassungen ist die Grundlage für das forstliche Vermehrungsgutgesetz, zur Ausweisung von Herkunftsgebieten und die vorwiegende Nutzung von lokal angepassten Herkünften. Im Hinblick auf den Klimawandel muss diese Regel allerdings überdacht werden, denn die zu erwartenden Klimaänderungen sind weit größer als die klimatischen Unterschiede zwischen den Herkunftsgebieten und Höhenstufen. Zudem wachsen die künftig geeigneten Herkünfte vielleicht gar nicht in Österreich, sondern in südlicheren Anbaugebieten. Allerdings sollte der Anbau fremder Herkünfte keinesfalls auf gut Glück erfolgen, denn unangepasste Forstpflanzen, zum Beispiel aufgrund mangelnder Frostresistenz oder Schneebruchstabilität, können schnell große Schäden verursachen. Gezielte Herkunftstransfers sollten deshalb nur auf Basis von langjährigen Herkunftsversuchen vorgenommen werden. Im Interreg-Projekt MANFRED wurde deshalb erstmalig eine Übersicht über Herkunftsversuche im Alpenraum erstellt, wurden verfügbare Daten zusammen-



Im Interreg-Projekt MANFRED wurde erstmalig eine Übersicht über Herkunftsversuche im Alpenraum erstellt

getragen und erste Auswertungen im Hinblick auf den Klimawandel vorgenommen.

Herkunftsversuchsergebnisse vor allem aus den Ostalpen bekannt

Dabei zeigte sich, dass für die wichtigste Wirtschaftsbaumart im Alpenraum, die Fichte, Daten vor allem aus dem Ostalpenraum verfügbar sind. Auf Basis des vom Bundesforschungszentrum für Wald (BFW)

angelegten Fichtenherkunftsversuches (Nather & Holzer 1979) wurde erstmalig die innerartliche Reaktion der Fichte auf unterschiedliche Klimabedingungen analysiert. Dieser Versuch wurde im Jahr 1978 mit 480 österreichischen und 60 internationalen Herkünften auf 44 Versuchsflächen angelegt. Die Versuchsflächen umfassen einen breiten klimatischen Gradienten - von subalpinen Lagen in Tirol bis zum Weinbauklima im Weinviertel - und sind

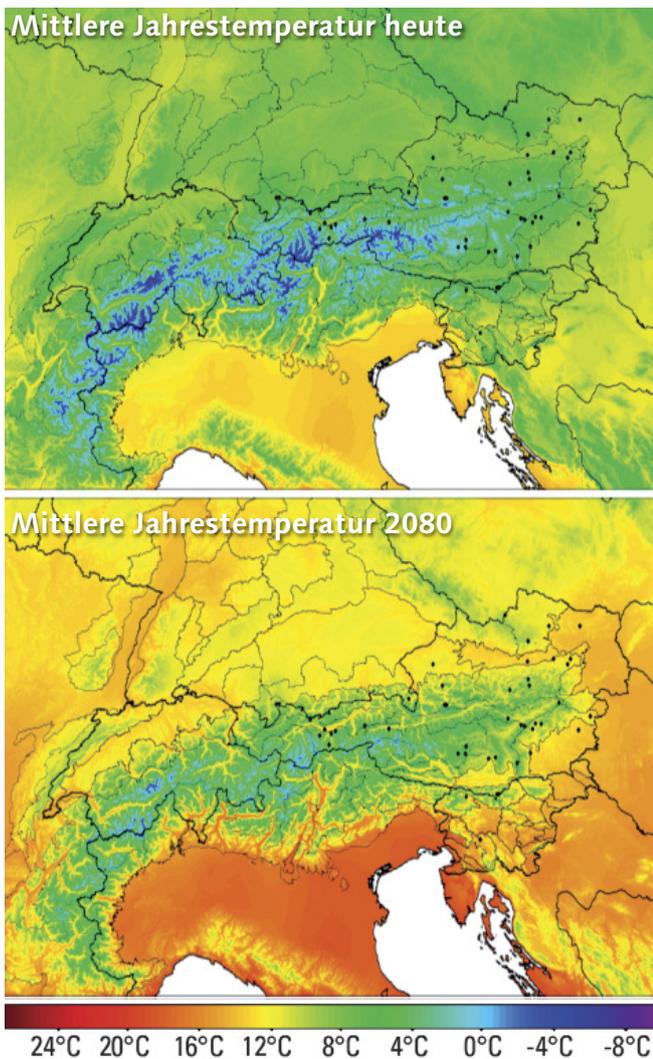


Abbildung 1: Herkunftsgebiete im Alpenraum heute und im Jahr 2080. Der Vergleich zeigt, dass Unterschiede zwischen dem Klima heute und in der Zukunft größer sind als zwischen benachbarten Herkunftsgebieten. Herkunftsversuche der Fichte im Alpenraum sind als Punkte eingezeichnet, allerdings wurden in der vorliegenden Arbeit ausschließlich österreichische Versuche berücksichtigt (Grafik modifiziert)

optimal geeignet, das Verhalten der Fichte auch unter zukünftigen Bedingungen abzuschätzen.

Anstieg der Produktivität im Alpenraum

Generell zeigt die Auswertung der etwa 110.000 Einzelbäume im Alter von 15 Jahren, dass die reine Wuchsleistung der Fichte im Alpenraum durch steigende Temperaturen und längere Vegetationsperioden größtenteils zunehmen wird. Nur in den sehr trockenen Gebieten Ostösterreichs, auf denen der Fichtenanbau auch heute bereits schwierig ist, werden tatsächlich Wachstums-

einbußen wirksam werden. Allerdings ist zu beachten, dass diese Analyse der Klimareaktion keine biotischen Schadfaktoren, wie etwa Borkenkäfer, oder Sturm berücksichtigt. Voraussichtlich werden diese das durchaus vorhandene Wuchspotenzial der Fichte in wärmeren Regionen viel stärker einschränken, wie zum Beispiel in der Klimahüllenmodellierung von Jandl et al. (2012) gezeigt. Analysiert man die Höhenentwicklung der Bäume für einzelne Herkünfte, so zeigt sich die breite genetische Variation der Fichte in Österreich auch in der Klimareaktion

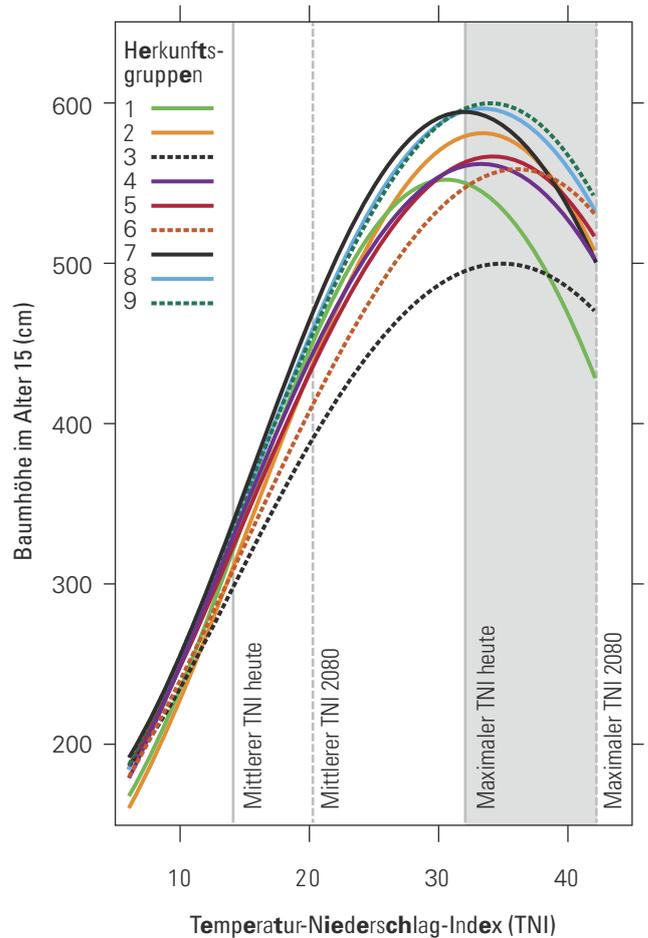


Abbildung 2: Klimareaktion von 9 Fichtenherkunftsgruppen. Die Klimavariablen Temperatur-Niederschlag-Index (TNI) nach Wang (2006) berechnet sich aus der Jahresmitteltemperatur (JT) und Jahresniederschlagssumme (JN) und kann dadurch nicht nur höhere Temperaturen und veränderte Niederschläge abbilden, sondern auch eine verstärkte Verdunstung $(JT+10)/(JN/1000)$. Höhere Temperaturen und geringerer Niederschlag führen zu hohen TNI-Werten. Die Herkunftsgruppen 7 (südöstlicher Alpenrand), 8 (nordöstliches Alpenvorland) und 9 (Mühl- und Waldviertel) zeigen bei steigenden TNI-Werten die besten Wuchsleistungen

von Herkünften. Um allgemeinere Empfehlungen für Gruppen von Herkünften abgeben zu können, wurden Herkünfte auf Basis von klimatischen Faktoren und ihrer geographischen Lage zusammengefasst (Genauere Informationen, Kapeller et al. 2012). Abbildung 2 zeigt die Baumhöhe der Fichten im Alter 15 bei verschiedenen Werten eines Temperatur-Niederschlag-Index (TNI) in Österreich. Bei den heute in österreichischen Fichtenbeständen typischen Bedingungen (TNI = 13,5) sind die Unterschiede zwischen den Herkunftsgruppen nur gering. In warm-trockenen Gebieten (= höhere

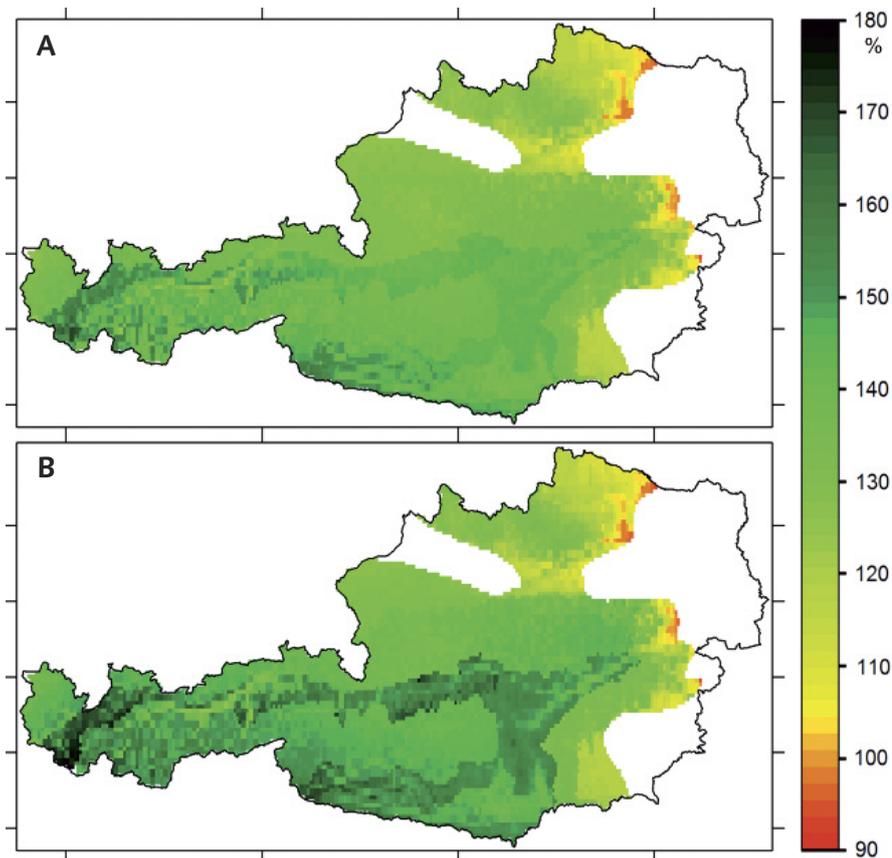


Abbildung 3: Geschätzte Zunahme der Fichtenproduktivität im Jahr 2080 in Abhängigkeit der Herkunftswahl. A) Ausschließliche Verwendung lokaler Herkünfte; B) Bei Verwendung der produktivsten Herkünfte aus Österreich werden bis zu 11 % höhere Leistungen erzielt

TNI-Werte), also am Rande der Fichtenverbreitung, zeigen sich dagegen enorme Unterschiede zwischen den Herkünften. Im Jahr 2080 werden diese auch in einem durchschnittlichen österreichischen Fichtenbestand bemerkbar sein. Insbesondere Herkünfte aus dem Wald- und Mühlviertel und dem südöstlichen Alpenrand erweisen sich unter zukünftigen Klimabedingungen wüchsiger als alpine Provenienzen.

Produktivitätssteigerung durch Herkunftswahl

Die Auswirkung einer gezielten Herkunftswahl auf die zukünftige Produktivität ist in Abbildung 3 zu sehen. Hier zeigt die obere Karte die zukünftige Produktivität der Fichte in ihrem natürlichen Areal in Österreich beim Einsatz von lokalen Herkünften. Die untere Karte verdeutlicht, dass durch die Wahl der jeweils am besten geeigneten Herkunft die Produktivität noch deutlich gesteigert werden kann. Bei

einer potenziellen Abnahme von geeigneten Fichtenstandorten (siehe Jandl et al., Seite 9) könnte dadurch die Gesamtproduktivität zumindest teilweise ausgeglichen werden.

Diese erste Analyse von Herkunftsversuchsdaten im Alpenraum sollte allerdings noch vorsichtig interpretiert werden, denn die Daten stammen von sehr jungen Versuchsfeldern. Wünschenswert wäre eine erneute Messung des 78er Fichtenherkunftsversuchs (Nather & Holzer 1979) und eine Integration der aus Deutschland und Slowenien vorliegenden Daten sowie des internationalen Fichtenherkunftsversuchs 1964/68. Darüber hinaus sollten neben der Wuchsleistung auch andere adaptive Merkmale der Fichte für gezielte Herkunftsempfehlungen berücksichtigt werden. Dazu werden derzeit am BFW zahlreiche Merkmale (Austrieb, Knospenabschluss, Trockenresistenz) an Sämlingen im Rahmen des Projektes „Green Heritage II“ erhoben.

Schlussfolgerungen

Trotz der derzeit noch eingeschränkten Übertragbarkeit für Herkunftsempfehlungen lassen sich aus den Versuchsergebnissen drei eindeutige Schlussfolgerungen ziehen. Erstens: Im alpinen Verbreitungsgebiet der Fichte kann mit einer höheren Wuchsleistung und einer steigenden Produktivität gerechnet werden. Zweitens: Herkunftsgruppen im Alpenraum zeigen eine unterschiedliche Reaktion auf Klimabedingungen, sodass drittens mit steigenden Temperaturen die Unterschiede in der Wuchsleistung zwischen Herkünften der Fichte zunehmen werden und damit der Wahl der richtigen Herkunft eine größere Bedeutung zukommt.

Literatur

Nather, J.; Holzer, K. (1979): Über die Bedeutung und die Anlage von Kontrollflächen zur Prüfung von anerkanntem Fichtenpflanzgut. Informationsdienst Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien 181

Kapeller, S.; Lexer, M.J.; Geburek, T.; Hiebeler, J.; Schüler, S. (2012): Intraspecific variation in climate response of Norway spruce in the eastern alpine range: Selecting appropriate provenances for future climate. *Forest Ecology and Management* 271: 46–57

Jandl, R.; Gschwantner, T.; Zimmermann, N. (2012): Die künftige Verbreitung der Baumarten im Simulationsmodell. *BFW-Praxisinformation* 30: 9-12

Wang, T.; Hamann, A.; Yanchuk, A.; O'Neill, G.A.; Aitken, S.N. (2006): Use of response functions in selecting lodgepole pine populations for future climates. *Global Change Biology*, 12, 2404–2416

Dipl.-Biol. Dr. Silvio Schüler, Mag. Stefan Kapeller, Bundesforschungszentrum für Wald, Institut für Waldgenetik, Hauptstraße 7, 1140 Wien, E-Mail: silvio.schueler@bfw.gv.at

Gerhard Huber, Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP), Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf, Deutschland, E-Mail: gerhard.huber@asp.bayern.de

Dr. Gregor Božič, Gozdarski Inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slowenien, E-Mail: Gregor.BOŽIČ@gozdis.si

Waldwachstumssimulation mit Ossiacher Modellbeständen

Bergwälder werden vom Klimawandel nach der Einschätzung des Weltklimarates der Vereinten Nationen (IPCC) besonders stark betroffen sein (Fischlin et al., 2007). Die Produktivität vieler Bergwälder könnte größer werden, wenn sich die Vegetationsperiode verlängert, gleichzeitig der Boden genug Wasser und Nährstoffe zur Verfügung hat, und Extremereignisse nicht zu einer erhöhten Schadensdynamik führen. Im Beitrag wird das Wachstum von Modellbeständen unter den Standortbedingungen des Ossiacher Tauern in Kärnten simuliert. Der Waldwachstumssimulator wird von den regionalisierten Klimaszenarien A1B und B1 des IPCC angetrieben.



Foto: BFW/Seebacher

Der Ossiacher Tauern in Kärnten

Der Ossiacher Tauern ist ein West-Ost verlaufender Rücken mit Seehöhen zwischen 500 und 1000 m. Auf den Glimmerschiefern haben sich Braunerden gebildet. Der Standort bietet optimale Bedingungen für die Fichte. In der potenziellen natürlichen Vegetation würde die Buche sehr konkurrenzstark sein. Das A1B-Szenario, das bis zum Ende des Jahrhunderts eine Erwärmung von 4°C unterstellt, wird derzeit bereits als Unterschätzung erachtet. Das B1-Szenario unterstellt eine Erwärmung, die eigentlich zu optimistisch angenommen ist und vielerorts viel früher erreicht wird. Der jährliche Niederschlag bleibt den Prognosen zufolge mehr oder weniger gleich. Die jahreszeitliche Verteilung ändert sich aber, sodass verstärkt mit Trockenperioden zu rechnen ist (Schüler et al., Seite 5). Prognosen über den künftigen Niederschlag sind vor allem in der Region südlich des Alpenhauptkammes extrem unsicher (Auer et al., 2007).

Für die Wachstumssimulation wurde das Modell CALDIS verwendet. Es handelt sich um eine Weiterentwicklung von "PrognAus" (Monserud

und Sterba, 1996), bei dem die Klimaparameter aus Klimaszenarien verwendet werden können. Die Klimaparameter enthalten Kennwerte des ganzen Jahres, der Vegetationsperiode, der letzten 30 Jahre und einen Trockenheitsparameter. Die einzelnen Baumarten reagieren unterschiedlich auf die Parameter (Kindermann, 2010).

Entwicklung mit Modell CALDIS simuliert

Die Bestandesentwicklung hängt neben den Wachstumsbedingungen auch von der Sturm- und Schneebruchdynamik und vom Druck durch Schadinsekten ab. Im Modell CALDIS ist ein Kalamitätsmodul realisiert, das mit Hilfe von Baum-, Bestandes- und Bodenparametern, der Windgeschwindigkeit und eines Trockenheitsparameters das Schadholzaufkommen abschätzt (WAMOD, 2010). Biotische Schäden sind in CALDIS nicht reflektiert.

Die zeitliche Entwicklung des Bodenkohlenstoffes wurde mit dem Modell Yasso07 berechnet (Liski et al., 2009). Dabei wurde der jährliche ober- und unterirdische Streufall in

den Boden aus der Wachstumssimulation von CALDIS geschätzt. Für die Simulation wurde als Beispiel ein Fichtenbestand der letzten Betriebsinventur des Ossiacher Tauern gewählt. Für den Vergleich verschiedener Baumarten wurde die Entwicklung des Beispielbestandes zuerst als Fichten-, dann als Buchen- und als Eichenbestand simuliert. Zur besseren Vergleichbarkeit der Entwicklung der Bestände wurde einheitlich angenommen, dass nach 30 Jahren alle Bäume über einem BHD-Schwellenwert entnommen werden und sonst keine Eingriffe stattfinden. Bei diesem Zugang zur Simulation wird ignoriert, dass sich die Bestandesdichte und der Vorrat der verschiedenen Bestandestypen vor dem Simulationszeitraum unterschiedlich entwickelt hätten. Die Vorteile sind die unmittelbare Vergleichbarkeit der Bestände und die Unterschiede in der Reaktion der einzelnen Baumarten auf dieselben Klimaszenarien.

Stärkere Erwärmung, geringerer Vorrat

Abbildung 2 zeigt die unterschiedliche Entwicklung des Stamm-

volumens für drei Baumarten und zwei Klimaszenarien. Für alle drei Baumarten ist der Vorrat beim Klimaszenario B1 höher. Bei der stärkeren Erwärmung des A1B-Szenarios zeigen etwa um das Jahr 2060 alle Baumarten einen Vorratsverfall, beim B1-Szenario tritt dieser Effekt etwa 20 Jahre später auf.

Die Entwicklung des Boden-Kohlenstoffpools ist in Abbildung 3 dargestellt. Die großen Unterschiede zwischen den Baumarten sind durch baumartenspezifische Eigenschaften bedingt. Durch die Ernte nach 30 Jahren wird der Boden kurzfristig durch Ernterückstände mit Kohlenstoff angereichert, die aber innerhalb

von 15 Jahren weitgehend abgebaut werden. Etwa ab der Mitte des Jahrhunderts nimmt der Kohlenstoffvorrat des Bodens ab, wobei der Effekt beim A1B-Szenario stärker ausfällt.

Deutlicher Effekt des Klimawandels

Die Simulationsergebnisse zeigen deutliche Effekte des Klimawandels. Bei der Fichte entwickeln sich die simulierten Vorräte unter dem Einfluss der beiden Klimaszenarien bereits ab etwa 2060 deutlich auseinander. Bei Buche und Eiche tritt der Effekt jeweils mit einem Jahrzehnt Verzögerung ein. Eine vorübergehende Zunahme der Standortseignung für Buche mit einer anschließend sich verringernenden Dominanz wurde allerdings auch unabhängig von der Simulation für ganz Europa postuliert (Hanewinkel et al. 2012).

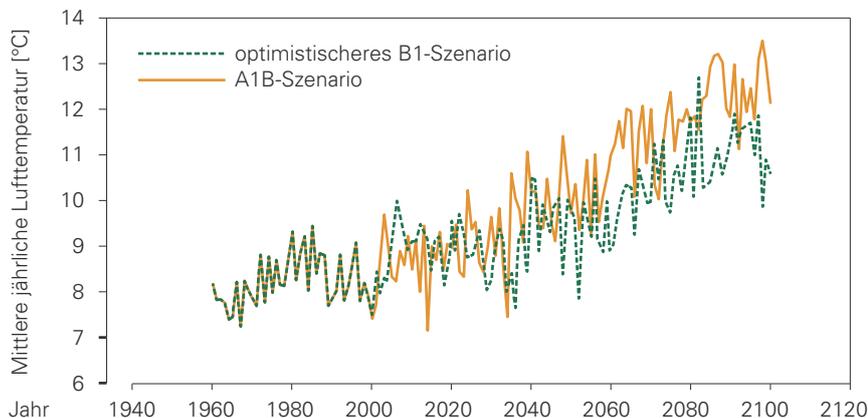


Abbildung 1: Klimaszenarien für den Ossiacher Tauern

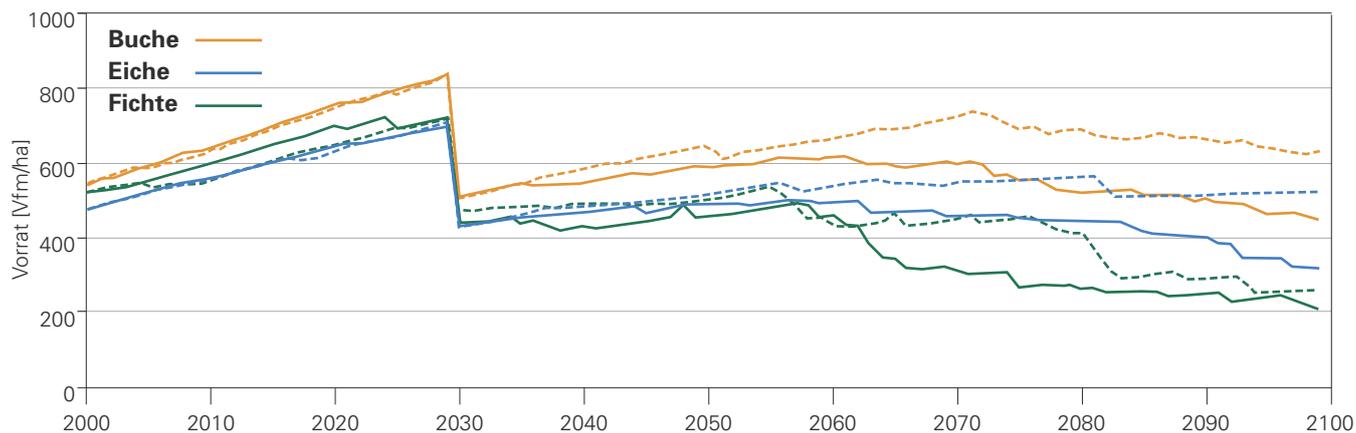


Abbildung 2: Vergleich der Vorratsentwicklung für drei Reinbestände am Ossiacher Tauern. Der Vorrat am Beginn der Simulation wurde als Referenzwert für den Vergleich auf Null gesetzt. Die strichlierte Linie stellt die Vorratsentwicklung für das Klimaszenario A1B dar, die durchgezogene für B1

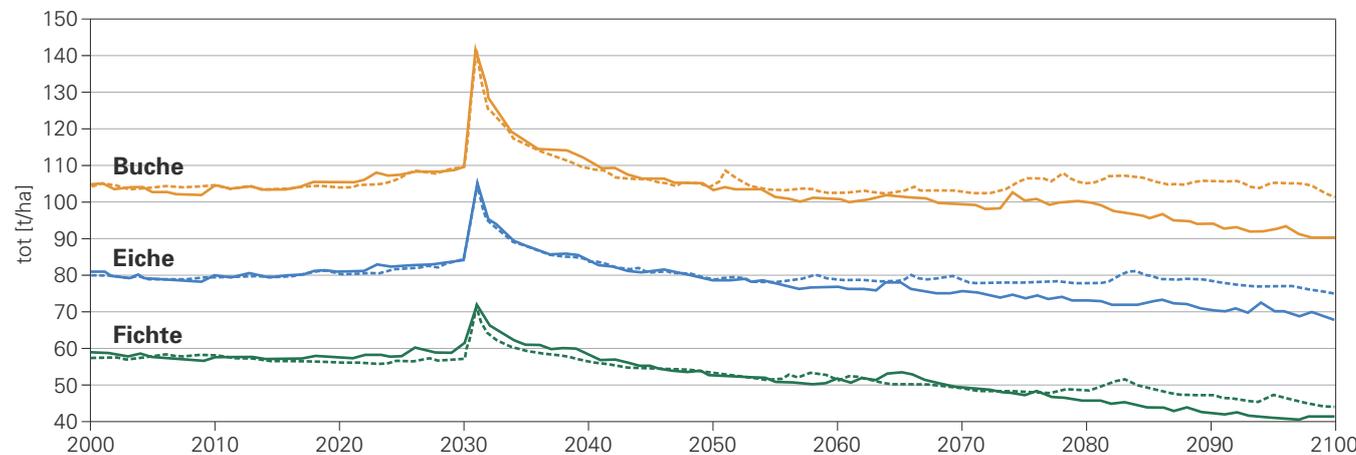


Abbildung 3: Simulierter Boden-Kohlenstoffpool für den Ossiacher Tauern durchgezogene Linien A1B-Klimaszenario, strichliert B1-Szenario

Im Modell kommt der Baumartenunterschied durch zwei Effekte zustande. Einerseits haben Monserud und Sterba (1999) einen Seneszenzeffekt gefunden, der bei Fichte wesentlich stärker ist als bei den Laubbäumen. Andererseits werden die Fichten vom Kalamitätsmodul von CALDIS stärker betroffen. Die Laubbäume sind deutlich weniger von Sturmschäden getroffen, da die Stürme überwiegend in einem Zeitraum auftreten, in dem die unbelebten Bäume weniger schad anfällig sind (WAMOD 2010).

Die derzeit am Ossiacher Tauern dominierenden Fichten werden in Zukunft im Vergleich zu Buche und Eiche weniger erfolgreich sein. Durch gezielte waldbauliche Förderung kann die Fichte auch weiterhin eine entscheidende Rolle spielen. Die mittelfristige Überlegenheit der Buche kann ein Artefakt der im Simulationsmodell unterstellten Konkurrenzskraft der Buche sein.

Nicht überinterpretiert darf die Überlegenheit der Buche im Vergleich zur Fichte in den ersten 30 Jahren des Simulationszeitraumes werden. Dieser Effekt kommt zustande, weil im Simulationsmodell der Baumartenvergleich durch Umcodieren der Baumarten erfolgte. Dadurch wurde die Buche mit einer Bestandesdichte simuliert, die sie in der Realität nicht erreichen würde. Die zeitliche Entwicklung des Bodenkohlenstoffvorrats ist realistisch. Der Boden reagiert auf die Veränderung des oberirdischen Holzvorrates. Durch die Erwärmung wird der Abbau der organischen Substanz im Boden angetrieben. Nach Trockenstress erholt sich die bodenmikrobiologische Tätigkeit wesentlich rascher als die Produktivität des Bestandes, sodass der Abbau des Boden-Kohlenstoffvorrates schneller verläuft (Allison and Treseder, 2008; Schindlbacher et al, 2012). Dieser Effekt wurde bereits in früheren Simulationen hervorgehoben (Cox et al, 2000; Conen et al, 2006).

Die Modellierungsergebnisse enthalten keine Effekte von biotischen Schäden. Zwar ist der Ossiacher Tauern derzeit nur mäßig geschädigt, dennoch wird der Druck durch

Borkenkäferbefall und invasive Schädlinge als Folge der Erwärmung künftig zunehmen (Tomiczek and Schweiger, 2012, Marini et al, 2012). Dieser Druck kann durch eine intensivere Überwachung und rasche Gegenmaßnahmen bei entsprechender Steigerung der Intensität der Waldbehandlung abgefangen werden.

Danksagung

Vielen Dank an Thomas Ledermann für die Einführung in die Verwendung von CALDIS.

Literatur

Allison, SD; Treseder KK (2008): Warming and drying suppress microbial activity and carbon cycling in boreal forest soils. *Global Change Biology* 14(12):doi: 10.1111/j.1365-2486.2008.01716.x

Auer, I.; Böhm, R.; Jurkovic, A.; Lipa, W.; Orlik, A.; Potzmann, R.; Schöner, W.; Ungersböck, M.; Matulla, C.; Briffa, K.; Jones, P.; Efthymiadis, D.; Brunetti, M.; Nanni, T.; Maugeri, M.; Mercalli, L.; Mestre, O.; Moisselin, J.-M.; Begert, M.; Müller-Westermeier, G.; Kveton, V.; Bochnicek, O.; Stastny, P.; Lapin, M.; Szalai, S.; Szentimrey, T.; Cegnar, T.; Dolinar, M.; Gajic-Capka, M.; Zaninovic, K.; Majstorovic, Z. & Nieplova, E. (2007): Histalp – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region *International Journal of Climatology*, 27, 17–46

Conen, F.; Leifeld, J.; Seth, B.; Alewell, C. (2006): Warming mineralises young and old soil carbon equally. *Biogeosciences* 3:515–519

Cox, PM.; Betts, RA.; Jones, CD.; Spall, SA.; Totterdell, IJ. (2000): Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature* 408:184–187

Fischlin, A.; Midgley, G.F.; Price, J.T.; Leemans, R.; Gopal, B.; Turley, C.; Rounsevell, M.D.A.; Dube, O.P.; Tarazona, J.; Velichko, A.A. (2007): Ecosystems, their properties, goods, and services. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 211–272

Hanewinkel, M.; Cullmann, D. A.; Schelhaas, M.-J.; Nabuurs, G.-J.; Zimmer-

mann, N. E. (2012): Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, online first

Kindermann, G. (2010): Eine klimasensitive Weiterentwicklung des Kreisflächenzuwachsmodells aus PrognAus. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 127(3/4):147–178

Liski, J.; Tuomi, M.; Rasinmäki, J. (2009): Yasso07 user-interface manual. Tech. rep., Finnish Environment Institute, URL www.environment.fi/syke/yasso

Marini, L.; Ayres, MP.; Battisti, A.; Faccoli, M. (2012): Climate affects severity and altitudinal distribution of outbreaks in an eruptive bark beetle. *Climatic Change* 10.1007/s10584-012-0463-z

Monserud, RA.; Sterba, H. (1996): A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria. *Forest Ecology and Management* 80(1-3):57 – 80

Monserud, R. A.; Sterba, H. (1999): Modeling individual tree mortality for Austrian forest species. *Forest Ecology and Management* 113, 109-123

Schindlbacher, A.; Wunderlich, S.; Borken, W.; Kitzler, B.; Zechmeister-Boltenstern, S.; Jandl, R. (2012): Soil respiration under climate change: Prolonged summer drought offsets soil warming effects. *Global Change Biology* 18:2270–2279, 10.1111/j.1365-2486.2012.02696.x

Schüler, S.; Züger, J.; Gebetsroither, E.; Jandl, R. (2012a): Wald im Klimawandel: Temperaturanstieg und sonst?? BFW-Praxisinformation 30: 5-8

Tomiczek, C.; Schweiger, C. (2012): Assessment of the regional forest protection risk in Austria on forest district level. *Forstschutz aktuell* 54:2–4

WAMOD (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf Österreichs Wälder - Entwicklung und vergleichende Evaluierung unterschiedlicher Prognosemodelle (WAMOD). Endbericht, Institut für Waldbau, Institut für Waldwachstumsforschung (BOKU); Institut für Waldwachstum und Waldbau, Institut für Waldinventur (BFW), Wien

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Robert Jandl, Dipl.-Ing. Klaus Dolschak, Bundesforschungszentrum für Wald, Fachbereich Klima-Forschungskoordination, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, E-Mail: robert.jandl@bfw.gv.at

Dipl.-Ing. Johann Zöschler, Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach des Bundesforschungszentrums für Wald, Ossiach 21, 9570 Ossiach

Klimawandel verschärft Forstschutzprobleme

Der Klimawandel, insbesondere die steigende Temperatur, wird zu einem Anstieg der Forstschutzprobleme führen. Dies zeichnet sich bereits jetzt ab, seit 1990 erklimmen die Schadholzmengen durch Sturm, Schnee und Borkenkäfer ständig neue Rekordhöhen (Abbildung 2). Gleichzeitig ist aber auch damit zu rechnen, dass neue, bisher in unseren Breiten noch nicht aufgetretene Schaderreger Neuland gewinnen und ihr Areal deutlich Richtung Norden, aber auch in höhere Gebirgslagen ausbreiten werden.

Dem rechtzeitigen Erkennen von Forstschutzproblemen und dem raschen Einleiten von Gegenmaßnahmen sowie der Forstschutzprophylaxe wird in Zukunft noch größere Bedeutung zukommen als bisher. Um hier einen Schritt weiter zu kommen, wurden im Projekt MANRED (Management strategies to adapt Alpine Space forests to climate change risk; www.manfredproject.eu) ein Internet basiertes

- transnationales Forstschutz-Monitoring-Netzwerk und
- eine Informationsplattform für Krankheiten und Schädlinge

sowie Risikokarten für das Forstschutzgrundrisiko, aber auch für diverse abiotische und biotische Schäden erstellt. Zusätzlich wurde ein sogenannter „Pest Management Guide“ entwickelt, der dem Waldbesitzer und den Behörden eine einfache Anleitung zum Erkennen von Schadfaktoren sowie die „richtigen“ Maßnahmen zur Abwendung der Gefahr an die Hand geben soll.

Beispiel Buchdrucker

Der Buchdrucker (*Ips typographus*) ist in Mitteleuropa der bedeutendste Schädling an Fichte. Bis zum Jahr 2003, dem bisher wärmsten Jahr in Österreich, produzierte der Buchdrucker in den tieferen Lagen (bis



Foto: BFW/Tomiczek

Abbildung 1: Großflächige Schäden durch den Buchdrucker in einem natürlichen Fichtenwaldgebiet

ca. 1.200 m Seehöhe) zwei Generationen, in den Hochlagen (>1.200 m) höchstens eine Generation. Im Jahr 2003, aber auch 2006 und teilweise auch 2012 wurden in Tieflagen plötzlich drei, in Hochlagen zwei Generationen gebildet. Erklärt wird dieses Phänomen einfach durch die Tatsache, dass bei höheren Umgebungstemperaturen die Entwicklung vom Ei bis zum fertigen Insekt wesentlich schneller verläuft und auch früher im Jahr beginnt. Drei statt zwei Generationen bedeutet aber, dass beispielsweise ein einziger Mutterkäfer plötzlich mehr als 30.000 Nachkommen gegenüber „nur“ 1.250 produziert. Übertragen auf die Hochlagen, stehen 50 Nachkommen im „Normalfall“ 1.250 gegenüber. Die Auswirkungen lassen sich in der Natur deutlich erkennen.

Beispiel

Amerikanischer Webebär

Der Amerikanische Webebär (*Hyphantria cunea*) ist eine ursprünglich in Nordamerika und südlich bis Mexiko beheimatete Schmetterlingsart, die im Obst- und Weinbau, aber auch im Wald spürbare Schäden verursachen kann. Im letzten Jahrhundert wurde er in Europa eingeschleppt und verbreitete sich vor allem in den wärmeren Ländern Europas (Ungarn, Slowakei, Südwestfrankreich, Italien und Tessin/Schweiz). Während der letzten Jahre ist der Amerikanische Webebär vermehrt in Ostösterreich aufgetaucht und hat zuletzt 2009 einen Laubmischwald im Burgenland auf einer Fläche von rund 16 Hektar kahlgefressen. Er ist nur ein Beispiel dafür, dass mit zunehmenden

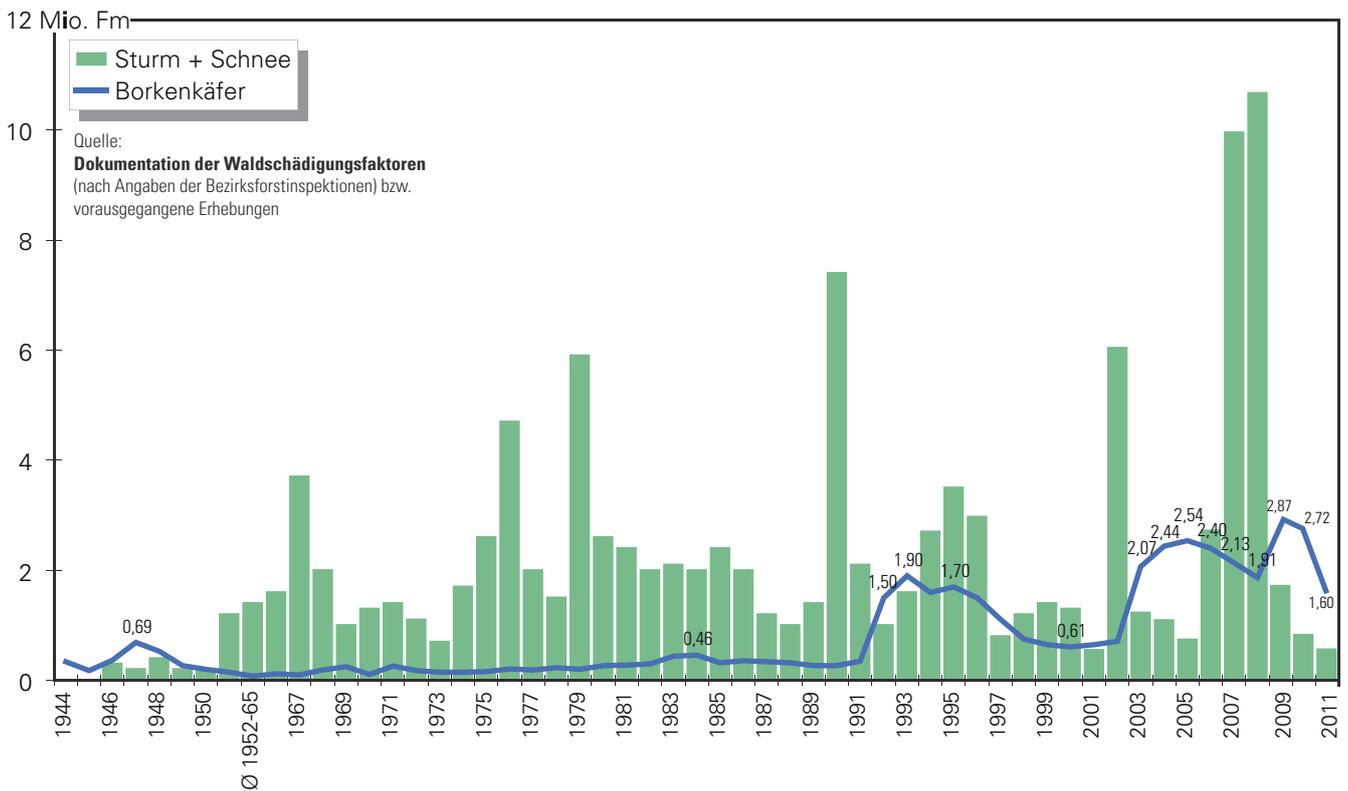


Abbildung 2: Zeitreihe der Schadholzmengen durch Sturm und Schnee sowie Borkenkäfer in Österreich seit 1945

der Klimaerwärmung sich eine Reihe „wärmeliebender Arten“ auch nördlich der Alpen ausbreiten werden.

Waldschädlingsmonitoring

Seit vielen Jahren gibt es Bemühungen, die nationalen Schädlings-Mo-

onitoringprogramme international zu vernetzen. Forstschutzprobleme sind meist nicht national begrenzt, sondern betreffen oft deutlich größere Gebiete. Um das vorhandene Wissen zu bündeln und rechtzeitig Informationen über drohende Kalamitäten

zu erhalten, wurde im EU-Projekt ein „transnationales Forstschutznetzwerk“ und eine internetbasierte Informationsplattform entwickelt, die als Frühwarnsystem fungieren können. Gefahrdrohende Entwicklungen sollen künftig von europäischen Forstschutzexperten in eine Datenbank eingegeben werden und allen interessierten Waldschützern, Waldbesitzern, Bewirtschaftern und Behörden, in einem gewissen Rahmen auch den interessierten Waldnutzern zur Verfügung stehen. Das Motto hinter der Idee lautet: „Je früher ich über eine mögliche Gefahr informiert bin, desto früher kann ich auch wirksame prophylaktische Maßnahmen oder Gegenmaßnahmen ergreifen und Schaden abwenden.“

Foto: BFW/Krehan



Abbildung 3: Raupe des wärmeliebenden Amerikanischen Webebärs beim Fraß an Eschenahorn im Burgenland

Dr. Christian Tomiczek, Bundesforschungszentrum für Wald, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, E-Mail: christian.tomiczek@bfw.gv.at

Sturmschadensprognose: mehr Schadholz durch Klimawandel oder Bewirtschaftung?

Stürme hinterlassen im Alpenraum die größten Schäden an Wäldern. Schätzungen für Europa gehen davon aus, dass Stürme für mehr als 50% aller primären abiotischen und biotischen Schadholzmengen aus Katastrophenereignissen verantwortlich sind.

Auch wenn derzeit unklar ist, ob Stürme durch den Klimawandel künftig häufiger auftreten, ist eine Vorhersage von Sturmrisiken wünschenswert. Für ein besseres Verständnis von Sturmwirkungen auf Wälder wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Modelle entwickelt. Einige basieren auf Einzelbäumen, andere auf der Ebene des Bestandes.

Statistische Modelle

Einfache statistische Sturmschadensmodelle untersuchen den Einfluss von baumabhängigen (zum Beispiel Baumhöhe, BHD, Baumart) und von bestandesabhängigen Größen (Bestandesstruktur, Standort) auf das Ausmaß von bereits aufgetretenen Sturmschäden (Schmidt et al. 2010). Dabei werden tatsächliche Sturmparameter wie die Windgeschwindigkeit allerdings vernachlässigt. Daten für derartige Schadensmodelle können vergleichsweise einfach von nationalen Waldinventuren oder lokalen Forsteinrichtungen bezogen werden. Der Vorteil dieser einfachen Modelle ist ihre gute Übertragbarkeit auf andere Regionen. Jedoch zeigen derartige Modelle keine Zusammenhänge zwischen den aufgetretenen meteorologischen Windfeldern und den Sturmschäden auf und sind daher mit einem großen Fehler behaftet (Schmidt et al. 2010).

Mechanistische Modelle

Im Gegensatz dazu sollen mechanistische Modelle die komplexe Interaktion zwischen den bei Stürmen auftretenden Windgeschwindigkei-



Foto: BFW/Tomiczek

Auch wenn derzeit unklar ist, ob Stürme durch den Klimawandel künftig häufiger auftreten, ist eine Vorhersage von Sturmrisiken wünschenswert.

ten und Sturmschäden abbilden, indem Experimente mit sich windenden Bäumen durchgeführt werden. Die Reaktion der Bäume auf verschiedene Windgeschwindigkeiten wird zum Parametrisieren der Modelle genutzt. Dementsprechend sind die Ergebnisse derartiger Modelle präziser. Da diese Modelle auf Experimenten beruhen, können sie aber nur in relativ kleinen Regionen getestet und angewendet werden. Eine Verallgemeinerung auf große Regionen ist kaum möglich und dies verhindert eine breitere Nutzung mechanistischer Modelle.

Höhere Bäume eher vom Sturm betroffen

Auch in anderen Aspekten unterscheiden sich die beiden Modell-

ansätze, wobei jedes Modell Vorteile- und Nachteile hat. Statistische und mechanistische Modelle zeigen übereinstimmend, dass die Baumhöhe und die Anfälligkeit gegenüber Sturmschäden korrelieren: Höhere Bäume sind tendenziell eher vom Sturm betroffen (Gardinar et al., 2000; Cucchi et al., 2005; FAO, 2000; Albrecht et al., 2010; Schmidt et al., 2010). Für Bestandeseseigenschaften liefern die Modelle derzeit noch widersprüchliche Ergebnisse: So bewerten verschiedene statistische Modelle die Bedeutung der Bestandesstruktur unterschiedlich. Mechanistische Modelle sind derzeit noch nicht weit genug entwickelt, um die Interaktion innerhalb von Beständen abzubilden (Gardiner et al., 2010).

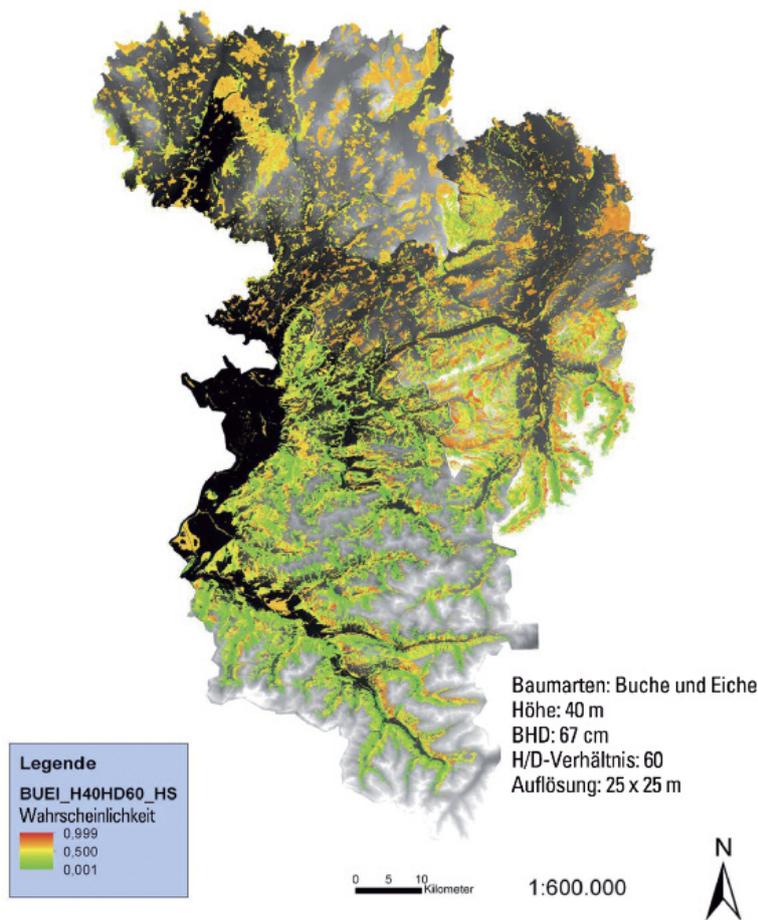
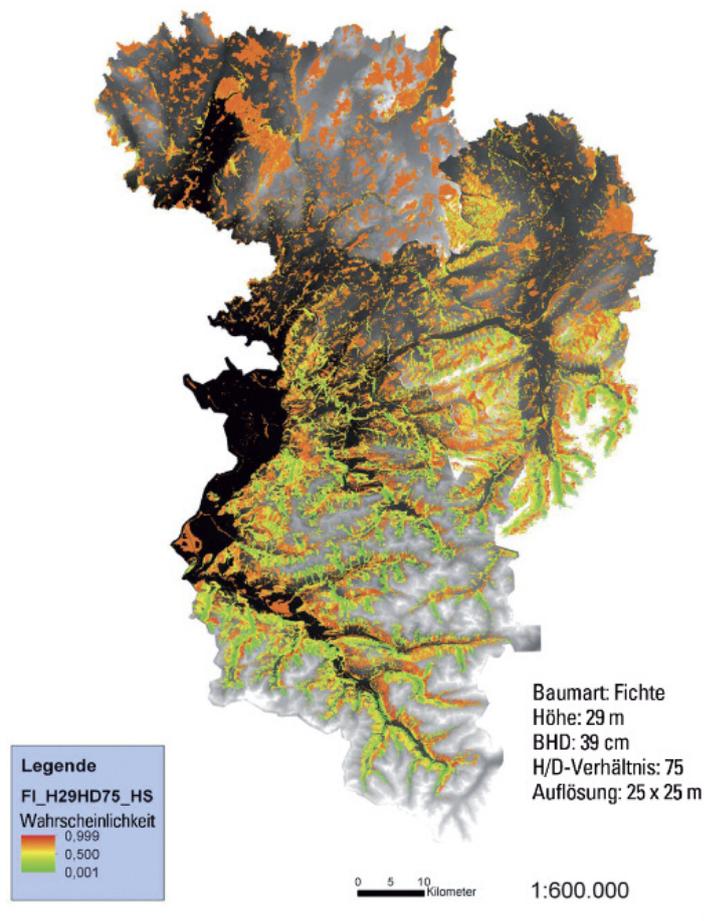


Abbildung:
Sturmrisikokarten für die Region Ravensburg (Baden-Württemberg, Deutschland), Allgäu (Bayern, Deutschland) und Vorarlberg (Österreich) – eine der im Projekt MANFRED ausgewählten grenzüberschreitenden Fallstudienregionen. Dargestellt ist das Sturmschadensrisiko für die Baumarten Fichte und Buche/Eiche beim Auftreten von extrem hohen Windgeschwindigkeiten, wie sie beim Sturm Lothar 1999 im Sturmzentrum aufgetreten sind. Die Parameterisierung dieses statistischen Modells basiert auf Daten der deutschen Bundeswaldinventur (Schmidt et al. 2010). Das Modell berücksichtigt baumspezifische Variablen (z.B. Baumhöhe), Topografie, Standortparameter und das Windfeld zur Vorhersage der Schadenswahrscheinlichkeit. Der wichtigste Faktor des Modells ist die Baumhöhe: Größere Baumhöhen (hier für Fichte: 29 m und für Buche/Eiche: 40 m) führen zu höheren Schadenswahrscheinlichkeiten. Nähere Details zum Modell und dessen Anwendung in der Modellregion finden sich in Schmidt et al. 2010 und im MANFRED Abschlussbericht (in Vorbereitung)



Region Ravensburg (Baden-Württemberg, Deutschland), Allgäu (Bayern, Deutschland) und Vorarlberg (Österreich)



Kein vollständig ausgereiftes Sturmschadensrisikomodell vorhanden

Demzufolge kann derzeit noch kein Sturmschadensrisikomodell als vollständig geeignet für Risikoprognosen im Klimawandel angesehen werden. Letzlich ist die Interaktion zwischen einem Sturmereignis und Sturmschäden im Wald ein sehr komplexer Prozess, der neben den Sturmmerkmalen zum Beispiel von den lokalen aktuellen Bodeneigenschaften, der vorhergehenden Bewirtschaftung und den Wetterbedingungen an den Tagen vor dem Sturm beeinflusst wird.

Die künftige Entwicklung von Sturmschäden im Wald wird auch von der Waldbewirtschaftung und –nutzung beeinflusst: Falls die Vorräte und das durchschnittliche Bestandesalter weiterhin zunehmen (siehe Schüler et al., 2012) – wie in den letzten 60 Jahren –, so ist auch mit einem Anstieg der Schadholzmengen zu rechnen (Gardiner et al. 2010). Dementsprechend kann eine vorausschauende Forstwirtschaft sich zum Beispiel mit kürzeren

Umtriebszeiten helfen, Sturmschäden zu verringern.

Nicht so häufig, dafür stärkere Stürme

Für den Einfluss des Klimawandels auf die Häufigkeit des Auftretens und Intensität von Stürmen wird derzeit von einem gegenläufigen Trend ausgegangen: Die Anzahl der Stürme wird eher gleichbleiben oder sogar abnehmen. Dafür ist es sehr wahrscheinlich, dass die Stürme heftiger werden (Gardiner et al. 2010).

Literatur

Albrecht, A.; Hanewinkel, M.; Bauhus, J.; Kohnle, U. (2010): How does silviculture affect storm damage in forests of south-western Germany? Results from empirical modeling based on long-term observations. *European Journal of Forest Research* DOI: 10.1007/s10342-010-0432

Cucchi, V.; Meredieu, C.; Stokes, A.; de Coligny, F.; Suarez, J.C.; Gardiner, B.A. (2005): Modelling the windthrow risk for simulated forest stands of Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management*, 213: 184-196

FAO (2000): *Forest Products Annual Market Review 1999-2000*. Timber Bulletin, Vol. LIII, ECE/TIM/BULL/53/3

Gardiner, B.; Peltola, H.; Kellomäki, S. (2000): Comparison of two models for predicting the critical wind speed required to damage coniferous trees. *Ecological Modelling*. 129, 1.–23

Gardiner, B.; Blennow, K.; Carnus, J.M. et al. (2010): *Destructive Storms in European Forests: Past and Forthcoming Impacts*, Final report to European Commission-DG Environment

Schmidt, M.; Hanewinkel, M.; Kändler, G.; Kublin, E.; Kohnle, U. (2010): An inventory based approach for modelling single-tree storm damage – experiences with the winter storm of 1999 in south-western Germany. *Can. J. For. Res.* 40: 1636-1652

Schüler, S.; Kapeller, S.; Huber, G.; Božič, G. (2012): Optimierte Nutzung der genetischen Variation als Anpassungsmaßnahme für die Forstwirtschaft. *BFW-Praxisinformation* 30: 13-15

Bin You, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Wonnhaldestraße 4, 79100 Freiburg im Breisgau, Deutschland, E-Mail: bin.you@forst.bwl.de



Klimawandel, Naturgefahren und Schutzwald

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel werden auch eine Zunahme von alpinen Naturgefahren und eine Änderung der Schutzwirkung des Waldes diskutiert. Grundsätzlich ist bei der Behandlung dieser Frage zwischen dem bisher beobachteten Trend und den möglichen, zukünftigen Folgen eines Klimawandels zu unterscheiden (ONERC 2008, Perzl & Walter 2012).

Aussagen zu den Folgen des Klimawandels in Bezug auf die Häufigkeit und Intensität von Naturgefahrenereignissen sind umso zuverlässiger, je mehr die Ergebnisse von theoretischen Überlegungen und Modellrechnungen mit dem bisher beobachteten Trend übereinstimmen (Perzl & Walter 2012). Durch die Handlungen des Menschen sind diese Trends aber verzerrt. Die inhomogene und lückenhafte Dokumentation von Naturgefahren und des Waldzustands schränken ebenfalls zuverlässige Aussagen ein. Daher sind Rückschlüsse auf den Einfluss des Klimas mit großen Unsicherheiten behaftet.

Auch die Beurteilung der Schutzwirkung des Waldes vor Naturgefahren ist noch nicht mit hoher Sicherheit möglich. Erstmals wurden 1995 in der Schweizer „Wegleitung - Minimale Pflegemaßnahmen für Wälder mit Schutzfunktion“ zusammenfassend Kriterien zur Beurteilung der Schutzwirkung des Waldes veröffentlicht. Diese Richtlinie wurde 2005 neu herausgegeben („NaiS“, Frehner et al. 2005). Weitere Richtlinien folgten, wie etwa das Schweizer „Sturmschadens-Handbuch“ (BUWAL 2000 und BAFU 2008), die französische Richtlinie „Guide des Sylvicultures de Montagne“ (GSM, Gauquelin & Courbaud 2006) und die ISDW-Merkblätter (Initiative Schutz durch Wald, BMLFUW 2008) in Österreich. Diese Richtlinien sind nach verschiedenen Konzepten auf-



Foto: Perzl, 2009

Abbildung 1: Steinschlag-Schutzwald. Durch die Erwärmung ist eine erhöhte Steinschlagaktivität zu erwarten

gebaut und unterscheiden sich im Detail erheblich (Perzl 2012a). Noch weitgehend ungeklärt sind z. B. die erforderliche Stammzahl zur Verhinderung von Lawinen in Laubholz-, Lärchen- und Nadel-Laubholz-Mischbeständen bei extremen Schneebedingungen (Abbildung 2) sowie der Einfluss des Waldes auf die Größe der Lawinen (Perzl 2012b). In NaiS wird derzeit die Beurteilung der Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag überarbeitet (Dorren, zit. aus Maier 2011). Solche Richtlinien können am Besten auf der Basis flächendeckender Modellierung potenzieller Naturgefahren-Prozesse eingesetzt werden.

Trends meteorologischer Ursachen für Naturgefahren

Ein Anstieg der Lufttemperatur ist ein gesicherter genereller klimati-

scher Trend. Eine daraus resultierende Zunahme von meteorologischen Extremereignissen und in der Folge von Naturgefahren ist jedoch fraglich und nicht gesichert (Böhm 2008 und 2012). Es gibt keinen eindeutigen Trend. Die oft kleinräumigen Effekte können nicht zufriedenstellend modelliert werden.

Schneelawinen

Bisher konnte keine Veränderung der natürlichen Lawinenaktivität festgestellt werden (Latenser & Scheebeli 2002, Eckert 2009). Es gab jedoch in den letzten Jahrzehnten überall in den Alpen einen starken Rückgang von Ereignissen mit Personen- und Sachschäden auf Siedlungs- und Verkehrsflächen, und es wurden auch bei sehr gefährlichen Schneebedingungen nur wenige Schadenslawinen direkt aus

dem Wald dokumentiert (Perzl 2012b). Grund dafür dürften vor allem die Maßnahmen im Bereich Lawinerverbauung, Aufforstung, Schutzwaldsanierung, Lawinenwarnung und Gefahrenkartierung sein. Teich et al. (2012) konnten für die Schweiz feststellen, dass tendenziell die Anzahl der Tage mit Wetter- und Schneeverhältnissen, die zu Waldlawinen führen, abnimmt.

Durch die Erwärmung sind weniger Tage mit Lawinen im Hochwinter, dafür aber mehr Lawinentage im Frühjahr wahrscheinlich (Martin et al. 2001, Eckert 2009). Diese Modell-ergebnisse sind aber durch Trendanalysen wenig belegt. Ein weiteres langfristiges Zukunftsszenario ist eine erhöhte Grunddisposition für Lawinen durch mehr Schnee und Starkschneefall (Latenser & Schneebeli 2003) in den Hochlagen, dafür eine abnehmende Grunddisposition in den tieferen Lagen durch weniger Schnee und mehr Regen im Winter. Kurz- bis mittelfristig (in den nächsten Jahrzehnten) wird auch eine Zunahme der Schneefallmenge in den Nordostalpen erwartet (Soncini & Bocchiola 2005).

Überflutung, Muren und Rutschungen

In den Alpen konnte in den letzten 30 bis 40 Jahren eine leichte Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hochwasser festgestellt werden (ONERC 2008). Es gibt aber keinen langfristigen Trend, und es ist ein Einfluss der Landnutzung auf diesen mittelfristigen Trend möglich. Die wenigen Studien auf Basis systematischer Beobachtung zeigen – obwohl das der medialen Wahrnehmung widerspricht – keinen Trend bei den Mureignissen (ONERC 2008). Für Rutschungen gibt es keine geeignete Datenbasis. Den wenigen Modellrechnungen zufolge führt die Erwärmung zu einer Bodenstabilisierung (Dehn et al. 2000, Bathurst et al. 2005, Jomelli et al. 2009). Gefahren in diesem Zusammenhang sind zunehmendes Geschiebepotenzial durch das Auftauen des Permafrostes in den Hochlagen und die Zunahme des Oberflächenabflusses durch die Bodenversiegelung.

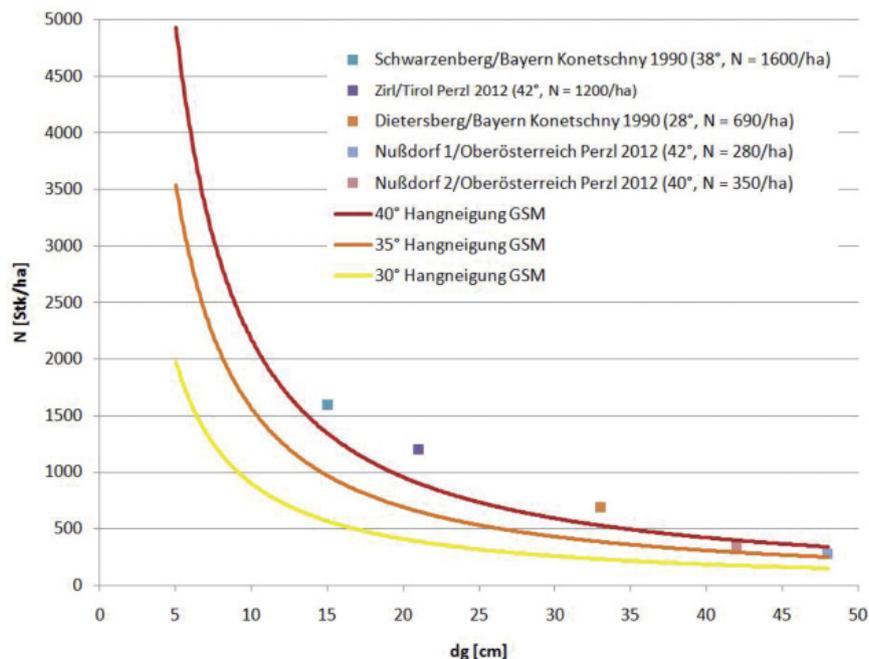


Abbildung 2: Anforderungen an den Wald zum Schutz vor Lawinen: Minimal erforderliche Stammzahl in Laub- und Nadel-Laubholz-Mischbeständen je nach Hangneigung und BHD nach der GSM-Richtlinie (Gauquelin & Courbaud 2006) mit Beispielen für gemessene Stammzahlen (ab 7 cm BHD) auf Anbruchflächen in Laub- und Laub-Nadel-Mischbeständen in Bayern und Österreich (aus Perzl 2012b)

Felssturz und Steinschlag

Klimatische Auslöseursache für Felssturz und Steinschlag sind vor allem Frostwechsel. Aufgrund des Datenmangels gibt es nur wenige Trendaussagen. Untersuchungen in der Schweiz (Stoffel et al. 2005) lassen

auf eine Zunahme der Steinschlagaktivität in Wärmeperioden und von großen Felsstürzen aus den Hochlagen nach überdurchschnittlich warmen Sommern in den Alpen schließen (Abbildung 1). Gründe dafür sind das Auftauen des Perma-



Abbildung 3: Verschüttung der Arlbergbahn (Trasse in Bildmitte) durch nasse Lockerschneelawinen aus bewaldetem Gelände im März 1988 – ein höherer Regenanteil am Winterniederschlag könnte in Zukunft in den hochmontanen bis tiefsubalpinen Lagen die Bildung von Waldlawinen fördern

frostes in den Hochlagen und ein verstärkter Frostwechsel. Die Österreichische und die Schweizer Waldinventur weisen aber in den letzten drei Inventurperioden noch keine Zunahme der Anzahl geschädigter Stämme aus.

Waldentwicklung und Schutzwirkung

Die Daten der Österreichischen und der Schweizer Waldinventur und Arealstatistik (Bebi et al. 2009, Duc & Brändli 2010) sowie lokale Fallstudien (z. B. Lardelli 2003) zeigen eine Zunahme der Schutzwaldfläche, der Bestandesdichte und damit auch der Schutzwirkung des Waldes. Es ist in den Alpen in den letzten Jahrzehnten auch zu einer Verdichtung des Waldes an der Waldgrenze, nicht jedoch zu einem erheblichen Anstieg der Waldgrenze gekommen (Stützer 2002, Zimmermann et al. 2006, Stepanek et al. 2009). Die Lage der oberen Waldgrenze hängt in den Alpen stark von der Landnutzung (z. B. Almwirtschaft) ab, so dass sich ein Klimawandel nicht oder nur stark verzögert auswirkt. Langfristig muss diese Verdichtung des Waldes nicht zu einer besseren Schutzwirkung führen, und der Klimawandel birgt - vor allem in Wechselwirkung mit menschlich verursachten Waldgefährdungen - Gefahren für die Nachhaltigkeit der Schutzwirkung.

Bei der Zunahme der Waldfläche handelt es sich überwiegend um „Randlinieneffekte“. Das sind kleinflächige Zunahmen, die langfristig keine deutliche Erhöhung der Schutzwirkung mit sich bringen. Oft handelt es sich um monotone Fichtenaufforstungen zwischen Waldrand und Flur in tieferen Lagen. Die Verdichtung des Waldes kann lokal auch eine Folge von Pflegerückständen sein, die zu Stabilitäts- und Erosionsproblemen führen können, und in Verbindung mit dem Wildeinfluss den waldbaulichen und zeitlichen Handlungsspielraum einengen. Dichte Baumholzbestände sind etwa gegen Steinschlag sehr wirksam. Dieser Zustand lässt sich jedoch nicht dauernd erhalten. Ein Beispiel dafür ist der im Rahmen des Projektes MANFRED untersuchte Stein-

schlag-Schutzwald Kilknerwald im Montafon. Das einschichtige schwache Fichten-Baumholz hat einen Vorrat von 869 Vfm/ha und eine Stammzahl von 1160 Stämmen/ha. Der mittlere h/d-Wert von 99 zeigt, dass die hohe Dichte auf Kosten der Stabilität entstanden ist (Maier 2011). In den steilen Lawinenzügen, Rinnen und Steinschlaggassen ist aber keine generelle Verdichtung des Waldes belegt. Im Waldgrenzökoton werden weiterhin Extremereignisse (zum Beispiel Frost) in Verbindung mit menschlichem Einfluss die Ausbreitung des Waldes nach oben behindern (Wieser 2012).

Waldlawinen und Schneebruch durch mehr Nassschnee

In Österreich besteht ohne Schutzwirkung der Bestockung und von Schutzbauten auf etwa 512.000 ha Wald die Möglichkeit von Lawinenanbrüchen (13 % der Waldfläche). Betroffen von einem Rückgang der Grunddisposition für Lawinenanbruch durch die Erwärmung wären vor allem heute sub- bis mittelmontane Waldflächen, auf denen es bereits jetzt wenig Lawinenaktivität gibt (Perzl & Walter 2012). In den heute hochmontanen bis tiefsubalpinen Lagen könnten höhere Temperaturen, ein höherer Regenanteil am Winterniederschlag und stärkere Strahlung im Frühjahr häufiger zu Nassschneesituationen führen, bei denen die Schutzwirkung des Waldes vor Lawinen geringer ist (Abbildung 3) und die Schneebruchgefahr steigt (Perzl & Walter 2012).

Bodenversiegelung und Klimawandel fordern erhöhte hydrologische Ausgleichswirkung

Die in den letzten Jahrzehnten verbesserte hydrologische Ausgleichswirkung des Waldes wird durch die sukzessiv weitere Verschlechterung der hydrologischen Bodeneigenschaften der umgebenden Landbedeckungseinheiten, beispielsweise Versiegelung, wieder ausgeglichen (Stepanek et al. 2009).

Auf tiefer liegenden Standorten mit geringmächtigen Böden besteht die Möglichkeit, dass durch eine Zunahme der Temperatur und eine Ab-

nahme des Sommerniederschlags die Anzahl der Monate mit einem Defizit in der Wasserversorgung steigt (Markart et al. 2012). Dieser Trockenstress und die Verschiebung der Konkurrenzfähigkeit können langfristig eine Entmischung an Nadelholz bewirken, die Stabilität reduzieren und die Schutzwirkung von sub- bis tiefmontanen Beständen herabsetzen.

Wildeinfluss gefährdet die natürliche Anpassung an den Klimawandel

Außerdem verschlechtert der Wildeinfluss direkt und indirekt durch den Verlust von Laubholz besonders in den höheren, von Nadelholz dominierten Lagen die Qualität und Schutzleistungen des Waldbodens (Prietzl & Ammer 2008). In vielen Schutzwaldbeständen in Bayern, der Schweiz und in Österreich ist nicht ausreichend Verjüngung vorhanden. Vor allem die Entmischung durch den selektiven Verbiss und die damit verbundene Einengung der Artenvielfalt und der genetischen Diversität können langfristig die Widerstandsfähigkeit des Waldes gegen Folgen des Klimawandels und damit indirekt auch die Schutzwirkung herabsetzen.

Durch die Zunahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen auch in den steilen Hanglagen wird immer mehr Wald zum Objektschutzwald. Ohne Gegenmaßnahmen nimmt daher die Wahrscheinlichkeit für Schäden durch Naturgefahren zu, auch bei gleichbleibender Häufigkeit und Stärke prädisponierender und auslösender meteorologischer Ereignisse.

Literatur

Die Literaturliste ist auf Anfrage bei Frank Perzl erhältlich.

Dipl.-Ing Frank Perzl, Mag. Dagmar Walter, Bundesforschungszentrum für Wald, Institut für Naturgefahren, Rennweg 1, 6020 Innsbruck, E-Mail: franz.perzl@uibk.ac.at;

Mag. Bernhard Maier, Stand Montafon, Montafonerstraße 21, 6780 Schruns

Wälder mit Zukunft – ein Kommentar aus der Praxis

Als Gegensteuerung zu negativen Auswirkungen des Klimawandels ist für einen Forstbetrieb die Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse genauso wichtig wie die Umsetzung altbekannter Waldbau- und Waldschutzmaßnahmen.

Für einen Forstbetrieb ist die Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels von besonderem Interesse. Bedingt durch die langen Produktionszeiträume müssen schon jetzt Bestände begründet werden, die mit dem Klima, wie es in 100 Jahren herrschen wird, noch gut zurechtkommen. Für ein optimales Wachstum der Bäume sind neben Temperatur und Niederschlag auch Standortparameter wie Boden, Exposition, Wasserhaushalt und Nährstoffversorgung von Bedeutung. Auch Aufbau und Zustand von derzeit jungen Beständen spielen für die zukünftige Stabilität eine wichtige Rolle.

Forschungsprojekt zeigt konkrete Anpassungsoptionen auf

Mit dem Forschungsprojekt ADAPT (durchgeführt von DI Dr. Rupert Seidl, Ao. Univ.-Prof. DI Dr. Manfred J. Lexer, Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur) kann abgeschätzt werden, in welchen Wuchsgebieten und Höhenstufen welche Bestandestypen in welchen Zeiträumen durch den Klimawandel besonders gefährdet sein werden. Die Ergebnisse zeigen, dass ab Mitte des Jahrhunderts in den mittelmontanen Lagen der Kalkalpen die größten Probleme zu erwarten sind. Es gibt aber auch Regionen, in denen sich der Klimawandel durch längere Vegetationsperioden zumindest auf das Wachstum der Bäume positiv auswirkt. Auch die wahrscheinliche Anhebung der oberen Waldgrenze kann aus Sicht der Forstwirtschaft als Vorteil betrachtet



ÖBf Archiv/Wolfgang Simlinger

Ab Mitte des Jahrhunderts sind in den mittelmontanen Lagen der Kalkalpen die größten Probleme zu erwarten (Landschaft bei Gosau)

werden. In der Folge wurde untersucht, wie Maßnahmen der Baumartwahl, der Bewirtschaftungsintensität und unterschiedliche Verjüngungsverfahren die Widerstandskraft gegen den Klimawandel beeinflussen.

Interne Schulungen in Zusammenarbeit mit BOKU-Wissenschaftlern

Interne Schulungen und Workshops, die in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Universität für Bodenkultur den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern angeboten werden, sorgen dafür, dass die Erkenntnisse des Projektes auch operativ umgesetzt werden. Anhand von praktischen Beispielen im Wald wird diskutiert, welche konkreten Maßnahmen in Zukunft gesetzt werden und ob sich diese von der bisherigen Bewirtschaftung unterscheiden.

Erledigung von Hausaufgaben dringend nötig

Die Ergebnisse des Projektes unterstreichen aber auch, dass alle anderen bekannten Gefährdungen des Waldes, wie zum Beispiel Wild- und Weideschäden, Entmischung, Ernteschäden, Bodenverdichtung und Erosion, so weit wie möglich reduziert werden müssen. Die Diskussion über den Klimawandel darf also nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine Reihe von Hausaufgaben erledigt werden müssen, die auch ohne drohenden Klimawandel anstehen. Es muss allen Praktikern „auf der Fläche“ bewusst sein, dass sich negative Effekte durch den Klimawandel noch erheblich verstärken.

Nachweise für Entmischung durch selektiven Wildverbiss

Oft wird erwähnt, dass eine Erhöhung der Baumartenvielfalt die

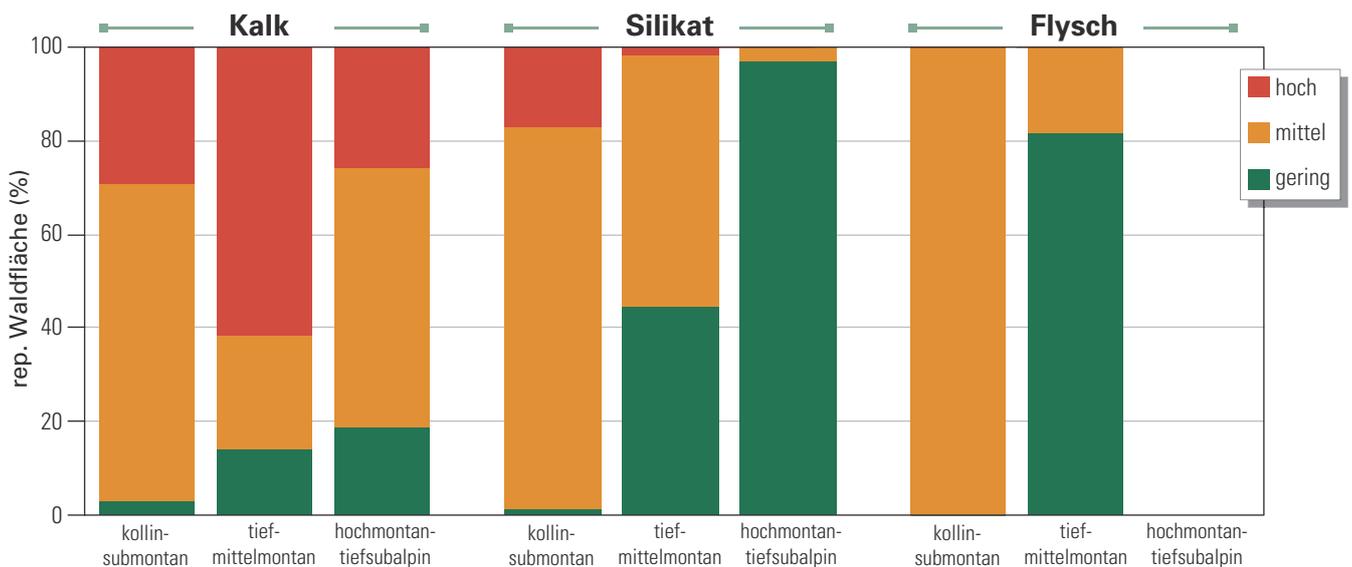


Abbildung 1: Abschätzung der Vulnerabilität nach Grundgestein und Höhenstufen für den Zeitraum 2051-2100 auf ÖBf-Flächen im Rahmen des Forschungsprojektes ADAPT

Resilienz der Wälder erhöht und damit das Risiko von Schäden sinkt. Typische Mischbaumarten sind bei der Österreichischen Bundesforste AG (ÖBf) hauptsächlich Buche, Tanne, Ahorn und Lärche. Doch gerade diese Mischbaumarten fallen sehr oft durch selektiven Wildverbiss auf großen Flächen aus. Dabei wären die natürlichen Voraussetzungen für die Verjüngung dieser Baumarten als hervorragend zu beurteilen.

Nach einem internen Controlling-System, mit dem die Erreichbarkeit der Bestockungsziele gemessen wird, sind in Altbeständen und in der ersten Verjüngungsphase vielfach ausreichend Keimlinge dieser Baumarten vorhanden. In der Dickungsphase hat sich die Situation schon verschlechtert. Tanne und Buche sind dann zwar noch vorhanden, haben aber durch den ständigen Verbiss nicht mehr als Kniehöhe erreicht, während die Fichten bereits eine Höhe von 2-3 Metern aufweisen. Später, in der Durchforstungsphase, fehlen bereits auf der Hälfte der Fläche die notwendigen Mischbaumarten.

Eine andere Sicht auf diese Problematik liefert bei den ÖBf der Bestockungsindikator. Damit wird anhand von Stichprobenpunkten die Entwicklung des Laubholzanteiles in der Verjüngung auf seicht- und

mittelgründigen Karbonatstandorten gemessen. Dabei zeigt sich, dass in Höhenlagen über 1050 Meter weitaus weniger Laubholz vorhanden ist als in tieferen Lagen. Das ist zwar nicht überraschend, aber umso dramatischer, als ein Ergebnis des Projektes ADAPT gerade in mittelmontanen Lagen auf Karbonatstandorten erhebliche Verschlechterungen der Bestände durch den Klimawandel ausweist. Das sind auch jene Gebiete, in denen das Wild auf Sonnseiten besonders gerne einsteht.

Ein weiterer Faktor ist die Waldweide. Bei den ÖBf werden ca. 250.000 Hektar von 30.000 Großvieheinheiten in unterschiedlicher Intensität beweidet, wobei im Schutzwaldbereich auch die Weide durch Schafe eine wesentliche Rolle spielt.

Investitionen in den Forstschutz

Der Fichte werden immer wieder große Forstschutzprobleme durch Buchdrucker und Kupferstecher vorausgesagt, und gerade in den letzten Jahren hatten wir auch erheblich damit zu kämpfen. Will man daher mit der Fichte weiter arbeiten, was aus wirtschaftlichen Gründen auch oft gewünscht und sinnvoll ist, muss in Zukunft wieder mehr in den Forst-

schutz investiert werden. Alte Tugenden der Waldhygiene, gepaart mit modernen Bekämpfungsmethoden, können Fichtenwälder schützen.

Rechtzeitige Dickungspflege

Grundvoraussetzung für stabile Wälder, die auch dem künftigen Klimawandel standhalten können, ist jedoch die rechtzeitig und richtig durchgeführte Dickungspflege. Damit können frühzeitig die gewünschte Mischung und die optimale Stabilität und Wurzelentwicklung des Einzelbaumes erreicht werden. Vielfach wird diese wichtige Maßnahme zu spät oder unzureichend durchgeführt. Schäden, die dann in einem labilen Bestand entstehen, sind meist Folge dieser Unterlassung und nicht Auswirkung des Klimawandels.

Die Beispiele sollen zeigen, dass neben der wichtigen Diskussion über die Auswirkungen des Klimawandels nicht auf die forstlichen Hausaufgaben vergessen werden darf, um stabile und ertragreiche Wälder für die Zukunft zu schaffen.

Dr. Norbert Putzgruber, Österreichische Bundesforste AG, Leiter Stabsstelle Wald-Naturraum-Nachhaltigkeit, Pummergasse 10-12, 3002 Purkersdorf,
E-Mail: norbert.putzgruber@bundesforste.at

Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel

Wie sich die Forstwirtschaft an den Klimawandel anpassen soll, ist umstritten. Einerseits ist das tatsächliche Ausmaß der uns erwartenden Umweltveränderungen schwer abzuschätzen. Andererseits wird den Wäldern aufgrund ihrer hohen Anpassungsfähigkeit an wechselnde Umweltbedingungen ein hohes Anpassungspotenzial zugetraut, sodass besonders negative Auswirkungen auf die Forstwirtschaft als wenig wahrscheinlich erachtet werden.

Tatsächlich sind die klimatischen Signale derzeit noch unterschiedlich, denn die bereits spürbaren Phänomene wie heißere und trockenere Sommer und eine Häufung von Extremereignissen sind statistisch noch nicht abgesichert. Gleichzeitig geben die Serie von Rekord-Jahresdurchschnittstemperaturen, der weltweite Rückgang der Gletscher und das Abschmelzen der Polkappen auch Klimaskeptikern genug Stoff zum Nachdenken.

Will man proaktiv auf den Klimawandel reagieren, können Bewirtschaftungsszenarien für den Tag X hilfreich sein. Die waldbauliche Behandlung entscheidet darüber, ob der Wald in Zukunft die vielen Ökosystemleistungen erbringen kann oder nicht. Die waldbaulichen Empfehlungen zielen oft auf bereits bekannte Maßnahmen ab:

- mehr Baumarten, das verteilt das Risiko,
- Unterbau mit fehlenden Baumarten,
- Kontrolle des Wildstandes,
- Nutzung der genetischen Variation,
- Erhöhung der Waldstruktur (Ungleichaltrigkeit) und
- Verkürzung der Umtriebszeit.

Adaptive Waldbehandlung ist per se flexibel sowie undogmatisch und ermöglicht die rasche Reaktion auf neue Erkenntnisse, die von der



Foto: BFW/Kohl J.

Weltweit gehen die Gletscher zurück (im Bild die Pasterze)

Wissenschaft und Praktikern mitgeteilt werden.

Die Beurteilung des Klimawandels aus der Perspektive der Anpassungsfähigkeit von einzelnen Baumarten greift zu kurz. Auch der Druck von Schadinsekten, die Interaktion zwischen Baumarten, die Änderung des Anspruches der Gesellschaft an die Wälder und die Rolle der Wälder bei der Entwicklung des ländlichen Raumes sind zu beachten. Trotz des dichten Informationsflusses müssen Waldbewirtschaftler ihre Entscheidung aufgrund unsicherer Szenarien machen und sollen die geforderten Funktionen des Waldes optimal ermöglichen.

Höhere Anzahl an Baumarten

Die Erhöhung der Baumartenanzahl zielt auf die Steigerung der Resilienz bei Störungseinflüssen ab. Der Be-

griff Resilienz bezeichnet die Fähigkeit eines Ökosystems, angesichts von ökologischen Störungen seine grundlegende Organisationsweise zu erhalten anstatt in einen qualitativ anderen Systemzustand überzugehen. Erforderlich ist die gezielte Förderung von möglicherweise konkurrenzschwachen Baumarten, die in einem wärmeren und trockeneren Klima voraussichtlich erfolgreich sein können. Mangels klarer Richtlinien ist Intuition gefragt.

Auf manchen Standortstypen ist die Einführung fremdländischer Baumarten sinnvoll. Die Debatte darüber wird oft emotional geführt. Entscheidend für die Waldbehandlung ist es, sich den notwendigen Spielraum nicht durch selbsterwählte Dogmen einzuengen. Immerhin werden bei einem starken Klimawandel die Standortbedingungen

so weit verändert, dass die Leitlinie der potenziellen natürlichen Vegetation bedeutungslos werden kann. Leider wird vielerorts die Zeit nicht ausreichen, die vielversprechenden neuen Baumarten auch eingehend zu testen. Wieder ist eine intensive waldbauliche Debatte sinnvoll, um schwerwiegende Fehler zu vermeiden.

Die bisher erfolgreiche Strategie der Favorisierung von Fichte auf einem weiten Bereich von Standortstypen ist vermutlich langfristig nicht erfolgreich, da Windwürfe, Schädlingsdruck und trockenheitsbedingte Produktivitätseinbußen wenig attraktiv sind.

Auf die Herkunft achten

Die adaptive genetische Variation der Baumarten ist in der Realität nicht voll ausgeschöpft. Insbesondere Herkünfte aus anderen Teilen des Verbreitungsgebietes unserer Baumarten und für künftige Klimabedingungen gut angepasste Herkünfte sollten verstärkt berücksichtig

werden. Die wissenschaftliche Grundlage für gezielte Empfehlungen wird stetig verbreitert. Der nächste Schritt ist die Bereitstellung von entsprechendem Saatgut.

Kürzere Umtriebszeit

Die Option der Verkürzung der Umtriebszeit ist aus verschiedenen Gründen attraktiv. Einerseits kann der Erhöhung der Produktivität der Wälder durch Stickstoffeinträge, einer besseren Genetik und geänderten Marktsituationen Rechnung getragen werden. Die eventuell erforderliche vorzeitige Nutzung von besonders gefährdeten Wäldern ist aber wirtschaftlich nicht darstellbar oder mit den Bestimmungen des Forstgesetzes nicht vereinbar.

Gängige Formen der Waldbehandlung überdenken

Aufgrund der erheblichen Unsicherheiten über das Ausmass des Klimawandels können waldbauliche Anpassungsmaßnahmen nicht allein

aufgrund dieser Prämisse empfohlen werden. Vielmehr ist der Klimawandel ein Anlass, die gängigen Formen der Waldbehandlung kritisch zu hinterfragen und einen engagierten Austausch zwischen Praktikern und Wissenschaftlern herbei zu führen. Dabei werden auch vertraute ungelöste Probleme wie etwa die Wald-Wild-Frage neu zu diskutieren sein, da selbst die kreativsten Formen der Waldbehandlung verpuffen, wenn die erreichten Ziele durch überhöhte Wildstände zunichte gemacht werden.

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Robert Jandl, Dipl.-Biol. Dr. Silvio Schüler, Bundesforschungszentrum für Wald, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, E-Mail: robert.jandl@bfw.gv.at



Pilzfächer über 44 Holz zerstörende Baumpilze Einteilung nach Gefahrenstufen

<http://bfw.ac.at/pilzfaecher>

Holz zerstörende Pilze

ideal für den Wald und den Garten

- Hilfestellung zur Erstbestimmung von Baumpilzen
- Anschauungsmaterial über Baumpilze
- Entscheidungshilfe für weitere Untersuchungen von Bäumen im Wald, in Parkanlagen, Gärten und im urbanen Bereich
- Einteilung hinsichtlich Stand- und Bruchrisikogefahr
- Ausführliche Beschreibung der Besonderheiten der Pilzarten und des Holzabbaus
- Symbolbeschreibung am Deckblatt
- Wettertauglich, feuchtigkeitsabweisend und schmutzbeständig

Der Fächer ist ab sofort wieder am BFW erhältlich:

Tel. +43-1-87838 1216; Fax. + 43-1-878 38 1250; E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at
Preis: 13,50 Euro (exkl. Versand)

ISBN 978-3-902762-18-4

4. Auflage
€ 13,50



Einteilung
in drei Gefahrenstufen

Brandstetter M., Müller-Riemenschneider K., Tomiczek C.

BFW-Praxistag 2013

Fichte - Brotbaum oder Problemkind?

Die Fichte, die von Natur aus bei weitem häufigste Baumart in Österreich, fand durch die Bewirtschaftung unserer Wälder weite Verbreitung auch über ihr natürliches Areal hinaus. Sie wurde damit zu einer starken ökonomischen Basis der heimischen Forstwirtschaft und zum wesentlichen Rohstoff für die weiterverarbeitende Holzindustrie. Diese starke Dominanz wird derzeit wegen der höheren Risikogefährdung, der möglichen Probleme bei sich wandelndem Klima und aus Naturschutzüberlegungen zunehmend hinterfragt.

Termine

16. Jänner 2013 – 9:00-17:00 Uhr

Veranstaltungsort:

Forstliche Ausbildungsstätte Pichl
Rittisstraße 1,
8662 Mitterdorf im Mürtal

Anmeldung:

Tel.: +43 (0)3858/2201-0
Fax: +43 (0)3858/2201-7251
E-Mail: helga.wochinz@lk-stmk.at

www.fastpichl.at

17. Jänner 2013 – 9:00-17:00 Uhr

Veranstaltungsort:

Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach
9570 Ossiach 21

Anmeldung:

Tel.: +43 (0)4243/2245-0
Fax: +43 (0)4243/2245-55
E-Mail: fastossiach@bfw.gv.at

www.fastossiach.at

22. Jänner 2013 – 9:00-17:00 Uhr

Veranstaltungsort:

BFW Mariabrunn
Hauptstraße 7, 1140 Wien

Anmeldung:

Christian Lackner
Tel.: +43 (0)1/878 38 1218
E-Mail: christian.lackner@bfw.gv.at

<http://bfw.ac.at>

23. Jänner 2013 – 9:00-17:00 Uhr

Veranstaltungsort:

BFW - Innsbruck
Hofburg, Rennweg 1, 6020 Innsbruck,
Seminarraum des Institutes für
Naturgefahren

Anmeldung:

Tel.: +43 (0)512/573933-5100
E-Mail: simone.willburger@uibk.ac.at

<http://bfw.ac.at>

24. Jänner 2013 – 9:00-17:00 Uhr

Veranstaltungsort:

Forstliche Ausbildungsstätte Ort
Johann-Orth-Allee 16, 4810 Gmunden

Anmeldung:

Tel.: +43 (0)7612/64 419-0
E-Mail: fastort@bfw.gv.at

www.fastort.at

Programm

- ▶ **Fichte – ökologisches Desaster oder Highlight der Biodiversität?**
Dr. Georg Frank (BFW)
- ▶ **Fichte – fit für den Klimawandel?**
Dipl.-Biol. Dr. Silvio Schüler (BFW)
- ▶ **Fichte und Standort – Ist die Fichte besser als ihr Ruf?**
Dr. Michael Englisch, Dipl.-Ing. Edwin Herzberger, Dr. Ernst Leitgeb (BFW)
- ▶ **Fichte – Brotbaum auch für Schädlinge?**
Dipl.-Ing. Dr. Gernot Hoch (BFW)
- ▶ **Fichte – Verbreitung und Leistung in Österreich**
Dr. Klemens Schadauer, Dipl.-Ing. Richard Büchsenmeister (BFW)
- ▶ **Fichte - Modelle für künftige Waldbewirtschaftung**
Dr. Thomas Ledermann (BFW)
- ▶ **Die Bedeutung der Fichte aus der Sicht der Praxis**
OFM Dr. Lutz Pickenpack (FAST Pichl und BFW-Wien)
Dipl.-Ing. Hubert Malin (FAST Ossiach)
Dipl.-Ing. Johannes Wohlmacher (FAST Ort)
N.N. (BFW-Innsbruck)

Teilnahmegebühren:
FAST Ort, FAST Ossiach, BFW: 30 Euro
FAST Pichl: 40 Euro
Mittagessen: 12 Euro

