14. Jahrgang; Ausgabe 5-2007; ISSN 1435-4098; Einzelpreis: € 5,–

LWF Waldforschung aktuell 60

Wälder im Klimawandel

BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG

Zentrum Wald · Forst · Holz Weihenstephan

Das Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und Mitgliederzeitschrift des Zentrums Wald · Forst · Holz Weihenstephan

WÄLDER IM KLIMAWANDEL

Vorwort von Staatsminister Josef Miller	1
Der Klimawandel – zu schnell für jeden Baum	3
Die Zukunft hat schon begonnen. Unterwegs zu Wäldern im Klimawandel	5
Klimamodelle: Regionale Klima-Szenarien – kein »Spiel ohne Grenzen«!	11
Kyotoprotokoll: Wald darf mitmachen, Holz nicht	14
Intelligente Holzverwendung: Holz – ein Schlüssel zur Problemlösung	16
Anpassung und Milderung: Klimastrategien für den Wald	18
Waldbau im Zeichen des Klimawandels	21
Forstschädlinge profitieren vom Klimawandel	24
Schutzwälder: Naturgefahren auf dem Vormarsch	27
Waldnaturschutz im Klimawandel	30
Climate Change 2007 – der 4. UN-Klimabericht	34
Baumartenwahl: Bäume für die Zukunft	35
Genetik: Bedeutung der Herkunft beim Klimawandel	38
Finanzielle Förderung des Waldumbaues	40
BaySF: Klima-Konzept für den Staatswald	42
Klimawandel für Anfänger. Eine Bücherschau	45

WALDFORSCHUNG AKTUELL

Klimawandel im Bergmischwald	47
Nachrichten und Veranstaltungen	49

WALD - WISSENSCHAFT - PRAXIS

Witterungsreport: Siebenschläfer-Sommerwetter ...?	52
Sommerregen sorgt für feuchte Waldböden	54
Die Eiche – El Dorado für Insekten	56
Holzkunst im Land der Pyramiden	58
Mit ihrer Stimme Zauberklang ...	60
Dossier Eichenprozessionsspinner in waldwissen.net	61
Hantaviren	66

KURZ & BÜNDIG

Nachrichten	62
Impressum	65

Titelseite: Hanfpalmen im Tessin. Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts finden die Palmen so günstige klimatische Bedingungen, dass sie sich nicht nur in Wäldern am Lago Maggiore halten können, sondern sogar auch fruktifizieren. Somit konnten sie sich erfolgreich etablieren. (Foto: G.-R. Walther)

Liebe Leserinnen und Leser,

»Wälder im Klimawandel« ist das Schwerpunktthema dieser Ausgabe. Die Entscheidung für dieses Thema fiel vor gut einem Jahr, als wir in unserem Hause über die geplanten Veröffentlichungen für das kommende Jahr diskutierten. Es war schon damals ein heißes Thema für uns.

Seit etwa einem Jahr – mit Beginn der Oktoberausgabe von LWF aktuell Nr. 55 – berichten unsere Klimaexperten in jedem Heft über den zurückliegenden Witterungsverlauf auf den 22 Waldklimastationen.

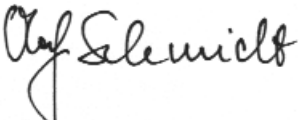
»Juli 2006 schlägt alle Rekorde«, »Nasser August«, »Ungewöhnlich warmer September und Oktober«, »Wärmster Herbst seit Beginn der Aufzeichnungen setzt sich zu Winteranfang fort«, »Ungewöhnlich milder Winter sorgte für frühen Vegetationsstart«, »Ein April wie ein Sommer und ein Mai, der ins Wasser fiel«. So in etwa lauteten die Überschriften aus unseren Witterungsreports. Es ist nun jedem schon klar. Das Wetter schlägt Kapriolen. Und wir stecken schon mitten drin im Klimawandel.

Klimawandel und Klimaschutz stehen im Mittelpunkt öffentlicher Diskussionen, der Politik und natürlich auch der Medien.

Wald und Forstwirtschaft sind vom Klimawandel ganz besonders betroffen. Die Klimaveränderungen werden vielen Baumarten Probleme bereiten. Professor Dr. Hartmut Graßl, renommierter Klimaschutzexperte und Vorsitzender des Bayerischen Klimarates, schreibt in unserem Heft von »galoppierenden Klimaänderungen« und Baumarten, die aufgrund ihrer gemächlichen Wandergeschwindigkeit nicht mit den Veränderungen Schritt halten können. Unsere Bäume werden zusehends unangepasster an ihre Umweltbedingungen.

Das muss uns Forstleute mehr als nur nachdenklich stimmen. Wir müssen in der Klimaschutzpolitik weiterkommen. Wir sind es, die als (an)treibende Kraft den Klimaschutz voranbringen müssen. Daneben wird es eine Hauptaufgabe sein, den Wald fit zu machen für den Klimawandel. Ein weiterer wichtiger Beitrag von Wald und Forstwirtschaft ist es, die wirtschaftlichen Möglichkeiten des Clusters Forst und Holz zu verbessern. Die Chancen für Wald und Holz stehen gut. Beide haben einen hohen Stellenwert in unserer Gesellschaft. Also packen wir's an.

Ihr



Olaf Schmidt

Vorwort

Der Klimawandel stellt eine der größten Herausforderungen für unsere Gesellschaft dar. Die UNO-Berichte in den letzten Monaten, aber auch das vorliegende Heft von *LWF aktuell*, sprechen eine deutliche Sprache. Als verantwortlicher Minister für Land- und Forstwirtschaft geht es mir um Konsequenzen und Lösungen: Welche Folgen hat der Klimawandel für Landwirte und Waldbesitzer? Was können wir politisch und fachlich tun, um Ursachen zu beseitigen oder zu begrenzen, Risiken zu vermeiden und Chancen zu nutzen?

Unsere Landwirte und Waldbesitzer erleben derzeit ein Wechselbad der Gefühle:

Einerseits erlebt die Landbewirtschaftung weltweit eine Renaissance. Die wachsende Bevölkerung und veränderte Ernährungsgewohnheiten steigern den Hunger nach Lebensmitteln. Das wirtschaftliche Wachstum, die Verknappung und Verteuerung der fossilen Energieträger steigern den Hunger nach Nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere auch nach Holz.

Andererseits droht der Klimawandel dieses zarte Pflänzchen buchstäblich verdorren zu lassen, denn das Problem am Klimawandel sind die extremen Wetterlagen: Der milde Winter brachte nicht die dringend benötigten Niederschläge für die Kulturen und Wälder. Stürme können in einer Nacht Millionen Bäume umreißen. Durch Hitze, Trockenheit und Dürre leiden Pflanzen und Vieh. Extremniederschläge, Hochwasser oder wochenlanger Regen machen Ernteerwartungen zunichte. Vor allen Dingen aber wird der Weg frei für Schädlinge wie die Fichtenborkenkäfer.

Auf Wald und Forstwirtschaft wird sich der Klimawandel massiv auswirken. Besonders trifft es die flach wurzelnde Fichte. Auf über eine Million Hektar ist sie bisher der »Brotbaum« der bayerischen Waldbesitzer. Häufigere Stürme und großflächige Borkenkäferschäden führen zu Preisverfall und Qualitätseinbußen der Hölzer und damit zu Ertragseinbußen von rund 250 Millionen Euro pro Jahr. Nach ersten Erhebungen müssen rd. 260.000 Hektar allein im Privat- und Körperschaftswald dringend in Mischbestände umgebaut werden.

Noch dramatischer sieht es im Gebirge aus. Hier geht es um den Erhalt, die Pflege und, wo nötig, die Sanierung der lebenswichtigen Schutzwälder. Wenn es nicht gelingt, die Schutzfähigkeit der Bergwälder zu gewährleisten, sind die Folgen für die Bevölkerung unkalkulierbar, bis weit ins Alpenvorland.

Glücklicherweise trifft uns die Entwicklung nicht unvorbereitet. Unsere Experten in der angewandten Forschung haben die alarmierenden Hinweise der Klimaforscher rechtzeitig aufgegriffen. Vielfach wurden bereits Konzepte und Handlungsempfehlungen für die betroffenen Wirtschafter vor Ort entwickelt. Ein Beispiel ist das Borkenkäfer-Warnsystem, das jedem Waldbesitzer per Internet aktuelle Informationen zur Gefährdungssituation und zu Gegenmaßnahmen liefert. Forschung und Entwicklung an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und den anderen Einrichtungen unseres Ressorts sind für die Bewältigung des Klimawandels unverzichtbar.

Mit dem Waldumbau – man denke nur an den Nürnberger Reichswald früher und heute – und mit der Schutzwaldsanierung im Gebirge setzen wir aber auch auf der Fläche seit Jahren zukunftsweisende operative Schwerpunkte.

Eine Erfolgsgeschichte sind die Nachwachsenden Rohstoffe und die Bioenergien, die längst aus der Nischenrolle herausgewachsen sind. Im Jahr 2003 wurden umgerechnet 2,5 Milliarden Liter Heizöl durch Biomasse ersetzt und damit der Ausstoß von 6,6 Millionen Tonnen CO_2 vermieden. Mit dem Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing haben wir eine europaweit einmalige Bündelung von Forschung, Entwicklung, Technologie und Wirtschaft. Hier liegt nicht

nur ein Schlüssel für angewandten Klimaschutz, sondern vor allem auch ein Sprungbrett für wirtschaftliche Erfolge und neue Perspektiven unseres Landes. Bei den Nachwachsenden Rohstoffen kommt es langfristig aber besonders auf die richtigen Prioritäten an. Wir müssen gleichzeitig die Balance zwischen den verschiedenen Funktionen der Landbewirtschaftung wahren und hochattraktive Chancen konsequent nutzen.

An der wirksamen Reduktion der Emissionen und tatkräftigen Anpassung führt kein Weg vorbei. Unser Lebensraum – im wahrsten Sinne des Wortes der Raum, in dem wir leben – wird von Land- und Forstwirtschaft geprägt. Sein Wert wird in Zukunft entscheidend davon abhängen, ob und wie diese beiden Bereiche die Herausforderungen des Klimawandels bewältigen.

Unsere wichtigsten Ziele lauten daher, Schäden durch den Klimawandel abzuwenden, Risiken für Landnutzer und Gesellschaft zu minimieren und Chancen zu nutzen. Dafür müssen wir unsere Kräfte bündeln und vernetzen, die anwendungsorientierte Ressortforschung ausbauen, die neuen Erkenntnisse und Methoden unverzüglich auf die Fläche bringen und uns auf die wichtigsten und effizientesten Bereiche konzentrieren. Ich habe deshalb für die Aufstellung des bayerischen Klimaaktionsplans ein 10-Punkte-Konzept vorgeschlagen. Kernpunkte aus forstlicher Sicht sind:

- Eine Forschungsoffensive zum Klimaschutz und zu Nachwachsenden Rohstoffen in der Land- und Forstwirtschaft.
- Der Aktionsplan »Waldumbau 2020«, der bis 2020 rd. 100.000 Hektar akut gefährdeter Fichtenwälder für den Klimawandel fit machen soll, insbesondere durch Mischwald aus klimatoleranten Baumarten.
- Eine »Bergwaldoffensive« zur Anpassung des Berg- und Schutzwaldes. Auf ganzer Fläche soll die Schutzfähigkeit untersucht, erhalten und wo nötig wiederhergestellt werden.
- Der Klimaschutz durch intelligente Holzverwendung als Bau-, Dämm- und Brennstoff (»Klimaschutz hoch 4«).
- Die verstärkte Nutzung von Biomasse als Energiequelle mit dem Ziel einer mittelfristigen Verdoppelung. Wir werden die Bürger noch stärker über die vielen Vorteile informieren.
- Leuchtturmprojekte für Nachwachsende Rohstoffe, z. B. durch Kulturen mit schnellwachsenden Baumarten (»Holz vom Acker«).

Alle diese Maßnahmen tragen zur Sicherheit der Energieversorgung sowie zur Stärkung des ländlichen Raums und der regionalen Wirtschaftskreisläufe bei. Sie kommen unserer Umwelt, der Gesellschaft, der Land- und Forstwirtschaft und dem Wald auch unabhängig vom Klimawandel zugute (»No-regret-policy«).

Klimaschutz und Anpassung werden Geld kosten. Die Folgen, wenn man nicht oder zu spät handelt, werden jedoch unbezahlbar sein. Wir können *jetzt* mit *überschaubaren* Mitteln noch *viel* erreichen. Ich bitte Sie daher, unsere Initiativen nach Kräften zu unterstützen.

Josef Miller
Staatsminister

Der Klimawandel – zu schnell für jeden Baum

Rasante Klimaänderung überfordert Anpassungsfähigkeit der Bäume

Hartmut Graßl

Die jetzt offensichtlichen, überwiegend von uns Menschen verursachten, weltweiten Klimaänderungen treffen Wälder und die Waldwirtschaft besonders stark. Warum? Weil Lebensrhythmus und Evolution unserer Bäume mit den sehr raschen Klimaveränderungen konfliktträchtig zusammenstoßen. Die gemächliche Wanderungsgeschwindigkeit der Bäume kann mit den galoppierenden Klimaänderungen der kommenden Jahrzehnte nicht mehr Schritt halten. Unsere Bäume verlieren in immer stärkerem Maße in ihrem heutigen Verbreitungsgebiet ihre seit Jahrtausenden bewährte Anpassung.

Die Nutzung der fossilen Brennstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas, aber auch die Rodung von Wäldern veränderten seit Beginn der Industrialisierung die Zusammensetzung der Erdatmosphäre beispiellos rasch. Die Emissionsrate ist gegenüber der Bildungsrate von fossilen Brennstoffen millionenfach erhöht. Alle drei wichtigen langlebigen Treibhausgase – Kohlendioxid (CO_2), Distickstoffoxid (N_2O, Lachgas) und Methan (CH_4) – überschreiten Konzentrationen, wie sie seit mindestens 800.000 Jahren nicht erreicht wurden, und stießen damit die beobachtete mittlere globale Erwärmung an (Tabelle 1).

Die mittlere Zuwachsrate der CO_2-Emissionen beträgt seit 1970 2,1 %. Sie wäre ohne Auflösung des Ostblocks noch wesentlich höher ausgefallen. Tabelle 2 informiert über die Emissionen aus verschiedenen Sektoren.

Anstieg der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre (Tabelle 1)

Treibhausgas	Millionstel Volumenanteil (ppm) im Jahr 1750	Millionstel Volumenanteil (ppm) im Jahr 2005
CO_2	280	379
CH_4	0,7	1,77
N_2O	0,275	0,319

Weltweite Treibhausgasemissionen im Jahre 2004; Angaben in Milliarden Tonnen Kohlenstoff (GtC); zur Umrechnung in Tonnen Kohlendioxid ist mit 3,75 zu multiplizieren (Quelle: IPCC-Bericht, 2007). (Tabelle 2)

Sektor	Emission 2004	Bemerkung
Kraftwerke	2,80 GtC	meist Kohleverbrennung
Verkehr	1,75 GtC	
Gebäude	1,00 GtC	
Industrie	2,50 GtC	
Land- und Forstwirtschaft	0,90 GtC	geringe Genauigkeit
Methan	4,00 GtC-Äquivalent [1)]	Zeithorizont 100 Jahre
Lachgas	1,80 GtC-Äquivalent [1)]	Zeithorizont 100 Jahre

[1)] Umrechnung in äquivalente Kohlendioxidemissionen berücksichtigt die stärkere Wirkung von Methan und Lachgas für den Strahlungshaushalt der Erde. Über ein Jahrhundert integriert gilt: 1 kg CH_4 wirkt wie 21 kg CO_2 bzw. 1 kg N_2O wie 310 kg CO_2.

Was wird die Zukunft bringen?

Die mit dem erhöhten Treibhauseffekt der Atmosphäre verbundene, rasche Klimaänderung als Folge bisher fast ungebremster Emissionen langlebiger Treibhausgase wie Kohlendioxid führt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu:

- einer mittleren globalen Erwärmungsrate, die gegenüber natürlich vorkommenden mittleren globalen Werten um mehr als den Faktor 10 erhöht, im Extremfall verhundertfacht ist (+4 bis +5°C in 10.000 Jahren gegenüber +2 bis +4°C im 21. Jahrhundert, je nach Klimaschutzpolitik);
- weiterer Austrocknung vieler Gebiete der Subtropen und ganzjährig erhöhten Niederschlägen im hohen Norden, in höheren mittleren Breiten der nördlichen Hemisphäre nur im Winter;
- Zunahme extremer Niederschlagsereignisse in mittleren Breiten auch im Verlauf trockener Sommer (also heiße, trockenere Sommer mit mehr Sturzfluten);
- Wanderung wärmeliebender Insekten, Bakterien und Pilze sowohl nach Norden als auch in größere Höhen, damit erhöhte Infektionsgefahr für die nicht wanderungsfähigen Bäume;
- drastisch erhöhtem Risiko für Vegetationsbrände im Sommerhalbjahr in vielen Regionen außerhalb der inneren Tropen und sehr hohen nördlichen Breiten.

Alle genannten Änderungen treffen insbesondere die langlebige Vegetation, deren natürliche Wanderungsgeschwindigkeit bei diesen drastischen Klimaänderungen weit überschritten wird. Mit anderen Worten: *Wälder werden ihre Anpassung an das Klima immer weiter und immer schneller verlieren.*

Klimastress und die Folgen

Ein Baum gedeiht und erreicht relativ oft ein hohes Alter, wenn er mit vielen anderen Individuen, auch anderer Arten, zusammen bei wenig verändertem Klima wachsen kann. All das war in unseren bewirtschafteten Wäldern auch vor den jetzt angelaufenen Klimaänderungen nicht mehr gegeben. In Zukunft wird dies auch in Naturwäldern nicht mehr zutreffen.

Wir fällen »Jünglinge«, treiben sie vorher oft in Monokulturen gleichen Alters beengt zu Höhenwachstum an und wir schützen sie vor in der Jugend schneller wachsenden anderen Baumarten. Dies gilt z. B. auch für die Fichte im Flachland außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. Auch wenn erfolgreiche Klimaschutzpolitik betrieben wird, die z. B. das Ziel der Europäischen Union, die mittlere Erwärmung im 21. Jahrhundert auf maximal +2°C zu begrenzen, erreichen wird, ist keine Baumart mehr über das ganze Leben eines Individuums hinweg an das Klima voll angepasst wie im größten Teil des Holozän. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit für erfolgreiche Attacken der alten und neuen Schädlinge. Fichtenborkenkäfer verursachen verheerende Schäden in Mittelfranken, in Ostösterreich und in vielen anderen mitteleuropäischen Gebieten. Auch bei gleich bleibender Sturmhäufigkeit und -stärke dehnen sich die Windwurfflächen in den gestressten Wäldern immer weiter aus.

Die »Klimahülle« als Entscheidungshilfe

Die Vorhersage zunehmend milderer und im Mittel feuchterer Winter sowie heißerer Sommer mit geringerer Bodenfeuchte für große Teile Deutschlands ist sehr wahrscheinlich korrekt. Hingegen gibt es keine in gleichem Maße wahrscheinlichen Aussagen für Wetterereignisse wie z. B. Hagel, Nassschneefälle oder Stürme. Die Forstleute stehen vor dem großen Problem, die Baumarten zu finden, die an einem bestimmten Standort an ein künftig verändertes Klima angepasst sind. Welche Strategie ist in bewirtschafteten Wäldern bei weiter bestehenden großen Unsicherheiten zu wählen?

Eine erste grobe Einschätzung liefert die Betrachtung der Klimahülle einer Baumart (s. Beitrag S. 35). Zunächst wird in einem Diagramm mit den Achsen Jahresniederschlag und Jahresmitteltemperatur die Häufigkeit einer Baumart in naturnahen Wäldern in Isolinien aufgetragen. Danach werden die in einem Gebiet vorkommenden meteorologischen Mittelwerte darüber gelegt, um die Angepasstheit für Wirtschaftswälder zu prüfen. Rotbuche, Fichte und Kiefer sind in den meisten Gebieten Bayerns an den Klimanormalwert von 1961–1990 angepasst. Verschiebt man nun die Klimamittelwerte für bestimmte Gebiete Bayerns entsprechend der Rechenergebnisse aus den Klimamodellen, so erkennt man, wie die Baumarten auf manchen Standorten aus der Zone der Angepasstheit »herauswandern«. Daraus können Forstwissenschaftler ablesen, welche Baumart mit recht hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr angepasst sein wird, z. B. die Fichte bei Jahresniederschlägen unter 650 mm. Die Förster wissen aber nicht genau, ob bestimmte Baumarten auch im (künftigen) Bestand noch gedeihen werden, weil Feinheiten der Klimaänderungen wie z. B. die Umverteilung der Niederschläge vom Sommer zum Winter nicht beachtet wurden. Außerdem existieren keine Erfahrungswerte über die Anpassungsfähigkeit von Bäumen an die anthropogenen Klimaänderungen, die gegenüber einem natürlichen Wandel so drastisch schnell ablaufen.

Förster als »Antreiber« der Klimapolitik

Der Forstwirtschaft steht eine sehr schwierige Zukunft bevor, weil das Lebewesen Baum dem bisher nicht bekannten Stressfaktor ›galoppierende Klimaänderung‹ ausgesetzt sein wird, wenn ihn nicht eine global koordinierte Klimapolitik in Jahrzehnten doch noch abmildert. Deshalb ist die Forstwirtschaft gut beraten, zum Drängenden für eine Klimapolitik zu werden. Sie kann zwar Klimaänderungen mit Hilfe des Erhaltes und der Vergrößerung der Wälder in geringem Umfang dämpfen, muss allerdings auf Erfolge bei der Minderung der Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe pochen. Sie ist einer der wirksamsten Hebel zum langfristigen Schutz der Wälder.

Prof. Dr. Hartmut Graßl ist ehemaliger Direktor am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg und Emeritus der Universität Hamburg. Als Vorsitzender des Bayerischen Klimarats berät er die Bayerische Staatsregierung in Fragen des Klimaschutzes.
hartmut.grassl@zmaw.de

Standpunkte zur Agrarpolitik: Klimawandel

In der Broschüre ›Risiken und Chancen des Klimawandels für die bayerische Land- und Forstwirtschaft‹ formuliert Staatsminister Josef Miller wesentliche Standpunkte der bayerischen Agrarpolitik zum Thema Klimawandel.

Ein Zehn-Punkte-Aktionsprogramm zeigt Maßnahmen auf, die außer zum Klimaschutz auch zur Sicherheit der Energieversorgung, Stärkung des ländlichen Raumes und der regionalen Wirtschaftskreisläufe beitragen. red

Das zehn Seiten umfassende Heft kann kostenlos beim Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten bestellt oder von der Internetseite *www.stmlf.bayern.de* heruntergeladen werden.

Die Zukunft hat schon begonnen

Unterwegs zu Wäldern im Klimawandel

Christian Kölling und Gian-Reto Walther

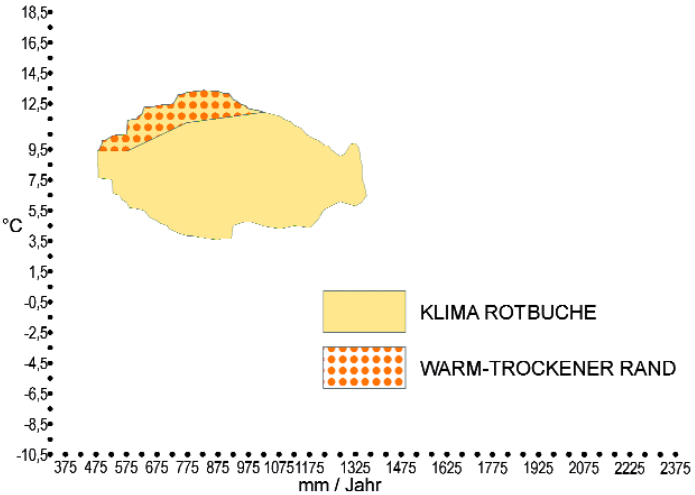
Der Klimawandel ist kein in ferner Zukunft stattfindendes Ereignis. Er hat uns und unsere Wälder schon seit geraumer Zeit im Griff. Wo und wie uns der Klimawandel begegnet, erfahren Sie auf einer Exkursionsreise zu forstlichen Randexistenzen auf sechs Stationen. Ausgehend von Mittelfranken führt uns die Reise von Europa bis nach Australien.

Wenn vom Klimawandel und seinen Auswirkungen auf alle Bereiche des Lebens geredet wird, dann entsteht häufig der Eindruck, als würde es sich um ein Ereignis der ferneren Zukunft handeln. Die Sorge darum scheint dann nicht so dringlich, die Angelegenheiten des Tagesgeschäfts gehen vor. Im forstlichen Bereich kann diese Sorglosigkeit schnell zu fatalen Folgen führen, sind doch Wälder hochgradig vom Klima abhängige Ökosysteme. Bei einer scheinbar optimistischen und das Problem vertagenden Haltung übersieht man die Tatsache, dass wir bereits mitten im Wandel stecken. Ein erstes halbes Grad globaler Erwärmung haben wir schon überschritten. Um die Auswirkungen dieses bereits abgelaufenen Klimawandels in den Wäldern zu entdecken, muss man sich allerdings auf die Reise machen und etwas näher hinschauen. Dann erkennt man die Zeichen der Zeit bereits jetzt. Klimawandel ist keine Zukunfts-, sondern eine Gegenwartsfrage.

Randexistenzen

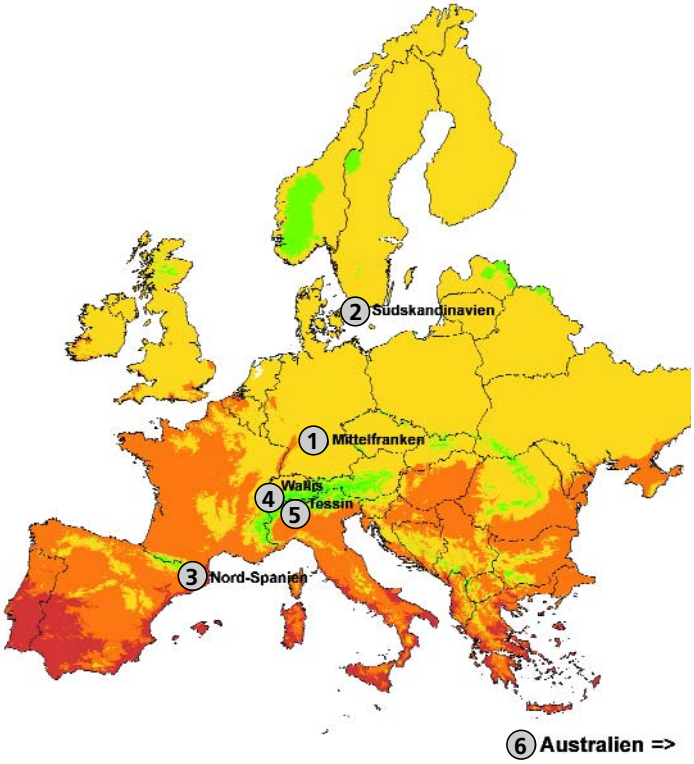
Will man den Klimawandel im Wald beobachten, muss man an die Ränder der Verbreitung der Baumarten gehen. Jede Baumart besitzt einen klimatischen Bereich, in dessen Zentrum sie optimal gedeiht. An den Rändern geht die Vitalität zurück, bis schließlich überhaupt kein Vorkommen mehr möglich ist. Die Ökologen bezeichnen diesen Bereich auch als »ökologische Nische«. Die Grafik zeigt z. B. die von Jahrestemperatur und Jahresniederschlägen gebildete Nische (oder auch »Klimahülle«) der Rotbuche. Es leuchtet unmittelbar ein, dass die mit einer Temperaturerhöhung und Abnahme der Niederschläge einhergehenden Auswirkungen des Klimawandels zuerst am äußersten linken und oberen Rand des Verbreitungsbereichs zu entdecken sind. Die jetzt schon »marginalisierten« Randexistenzen am Wärme- und Trockenrand der Verbreitung verdienen unsere besondere Aufmerksamkeit. Bei den saturierten »Mittelständlern« im Zentrum des Verbreitungsbereichs werden wir zunächst keine so großen Reaktionen auf den Klimawandel beobachten können. Am entgegengesetzten kühl-feuchten Rand ist alle Sorge überflüssig. Hier können wir im Gegenteil positive Auswirkungen des Klimawandels erwarten, weil bei dem bisher herrschenden Wärmemangel jedes Grad Wärme dankbar in Wachstum umgewandelt wird. Begeben wir uns also auf unsere Reise zu den Randexistenzen unter den Wäldern, die den Klimawandel bereits in der Gegenwart erfahren.

Wir beginnen unsere Reise im heimischen Mittelfranken am Rande des Anbaugebiets der Fichte. Dann suchen wir Südskandinavien auf, um die Wanderung der Stechpalme nach Norden zu beobachten. Wir schwenken nach Nordspanien, wo die Rotbuche ihren südwestlichsten Vorposten mehr schlecht als recht verteidigt. Weiter geht es in die Schweiz: Im Wallis zieht sich die Waldkiefer an ihrer Wärme- und Trockengrenze langsam zurück und wird von der submediterranen Flaumeiche abgelöst. Im Tessin profitieren die Hanfpalme und andere immergrüne Laubgehölze von den milden Wintern und verwildern aus den Gärten heraus in die umliegenden Wälder. Zum Schluss wechseln wir noch die Hemisphäre und begeben uns nach Australien, um uns mit den Tücken der klimatischen Spezialisierung von Baumarten vertraut zu machen. Es ist eine Fahrt ohne Reisekosten, denn die Beobachtungen wurden von Spezialisten vor Ort gemacht und für uns in der Fachliteratur aufnotiert (s. Literaturverzeichnis).



Klimahülle der Rotbuche und kritischer Randbereich für eine Klimaänderung hin zu wärmeren und trockeneren Verhältnissen

Stationen der Reise
zu Wäldern im Klimawandel



Jahresdurchschnitts-
temperatur 1951–2000

- -5–0°C
- 0–5°C
- 5–10°C
- 10–15°C
- 15–20°C

1. Station

Fichten in Mittelfranken

Mitten durch Bayern verlaufen zwei für die Brotbaumart der süddeutschen Forstwirtschaft wichtige Grenzen. Die eine markiert das Gebiet des natürlichen Vorkommens der Fichte in den Alpen und den nordostbayerischen Mittelgebirgen. Im Flachland, in etwa der Grenze von Unter- zu Mittelfranken folgend, verläuft der Rand des künstlichen Fichtenanbaus außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets. Jenseits der Anbaugrenze, in den wärmsten und trockensten Gebieten, findet man kaum noch flächige Fichtenanbauten. Entweder verhinderte die Klugheit der Förster und Waldbesitzer hier den Anbau oder die nach dem Prinzip »Versuch und Irrtum« begründeten Bestände scheiterten kläglich an den widrigen Bedingungen. Im westlichen Mittelfranken befinden wir uns an dieser Grenze des derzeitigen Anbaugebiets der Fichte. Auf der Frankenhöhe reichten die klimatischen Bedingungen in der Vergangenheit für ihren Anbau gerade noch aus. In den westlich vorgelagerten Ebenen und Hügelländern der Fränkischen Platte mit ihrem wärmeren und trockeneren Klima befand und befindet sich die Fichte bereits jenseits ihrer klimatisch begrenzten Möglichkeiten. In einer solchen Grenzsituation verschiebt bereits eine relativ kleine Temperaturerhöhung, die sich z. B. in einer Folge warmer Sommer äußert, das labile Gleichgewicht zwischen dem Pathogen Borkenkäfer und dem Wirtsbaum Fichte. Tatsächlich vernichteten die sich im Jahr 2006 im westlichen Mittelfranken massenhaft vermehrenden Borkenkäfer viele Fichtenbestände nahezu komplett. Im Schadensverlauf spielte neben der warmen und trockenen Witterung, die einen starken Fraßdruck der Käfer erzeugte, die Bodenbeschaffenheit kaum noch eine Rolle. Man kann davon ausgehen, dass die Fichte im westlichen Mittelfranken forstlich bedeutungslos wird, wenn die Klimaszenarien Wirklichkeit werden. Zu guter Letzt werden viele Waldbesitzer die Baumart aus ihren Planungen streichen, so dass in den nächsten Jahrzehnten ein landschaftsprägender Wandel der Baumartenzusammensetzung in dieser Region bevorsteht.

2. Station

Stechpalmen in Südskandinavien

Die Stechpalme gilt als klassisches Beispiel für eine nach Norden klimalimitierte Art. Der Verlauf der nördlichen Verbreitungsgrenze stimmt gut überein mit dem Verlauf der 0°-Januar-Isotherme, die als Maß für die winterlichen Bedingungen gilt. Diese Parallelität erwähnte erstmals Iversen (1944). Seither hat sich das Klima nachweislich erwärmt. Sollte sich die Beziehung des Arealrandes zur 0°-Januar-Isotherme tatsächlich auf klimatische Ursachen zurückführen lassen, müssten eigentlich deutliche Arealverschiebungen bei der Stechpalme zu beobachten sein. In Lehrbüchern wird ihre nördliche Verbreitungsgrenze häufig von Südwest-Norwegen durch Dänemark nach Nordost-Deutschland gezogen. Mittlerweile finden sich aber nicht nur weiter nördlich an der Westküste Norwegens neue Vorkommen, auch entlang der Südspitze Schwedens tritt die Stechpalme regelmäßig in Wäldern auf. Diese Individuen sind alle jüngeren Alters und etablierten sich erst in der Zeit nach Iversens Publikation. Sie zeigen eine deutliche Arealausdehnung in nördlich-nordöstliche Richtung auf. Werden nun auch die Klimadaten der Region auf den heutigen Zeitraum aktualisiert, so ergibt sich von neuem die Übereinstimmung zwischen Verbreitungsgrenze der Stechpalme und Verlauf der 0°-Januar-Isotherme. Die Beziehung ist also nach wie vor gegeben, nur verläuft sie mittlerweile durch einen anderen geographischen Raum: ein erstaunliches Beispiel einer parallel verlaufenden Veränderung des Klimas und der tatsächlich klimalimitierten Arealgrenze.

3. Station

Rotbuchen in Nordspanien

Kaum jemand kennt die Buchenwälder in Nordspanien. In den Regionen Katalonien und Navarra befindet sich die Rotbuche am oberen Rand ihrer Temperaturamplitude. Diese liegt bei einer Jahresmitteltemperatur von 13–14 °C und markiert hier die Arealgrenze. In Nordspanien ist das Vorkommen der Buche auf die kühleren Gebirgslagen beschränkt. Wo es in tieferen Lagen wärmer als 13–14 °C ist, schließen sich Wälder aus der immergrünen Steineiche und Calluna-Heiden an, nach oben in der Gipfelregion der Berge folgen Wacholderheiden und subalpine Rasen. Wärmere Verhältnisse in den letzten Jahrzehnten verschoben die Höhenzonierung der Vegetation um 70 m nach oben. Steineichen verdrängen an der Untergrenze der Buchenvorkommen die Buchenbestände. Diese wiederum dringen ihrerseits in die oberhalb liegenden subalpinen Wacholderheiden und Rasen ein. Es liegt auf der Hand, dass derartige Prozesse zum allmählichen Rückgang der Buche führen, wenn nicht Gewinne an der Obergrenze der Verbreitung die Verluste an der Untergrenze ausgleichen. Einer weiteren Höhenausbreitung der Buche nach oben sind aber allein aufgrund der Gipfelhöhen topografische Grenzen gesetzt. So wird an diesem äußersten Vorposten die Lage der Buche mit Fortschreiten des Klimawandels zunehmend prekär werden.

Ökologisch besonders interessant sind die zum Verschwinden der Buche an ihrer Wärmegrenze führenden Vorgänge. Die geschlossenen Bestände lösen sich in einzelne Kleinbestände auf, die zunehmend isoliert zwischen den immer stärker dominierenden Steineichen liegen. Am Ende dieses Verinselungsprozesses hat die Steineiche die Buche komplett abgelöst.

Historische Verbreitung der Stechpalme und Verlauf der 0°-Januar-Isotherme (links) im Vergleich zur aktuellen Verbreitung der Stechpalme mit aktualisiertem Verlauf der 0°-Januar-Isotherme (rechts); die Punkte geben die Fundorte der Neuvorkommen wieder.

4. Station

Waldkiefern im Wallis (Schweiz)

Das große Quertal der Rhone prägt den Kanton Wallis. Wie andere große Quertäler der Alpen zählt das zentrale Wallis zu den inneralpinen Trockentälern. Abgeschirmt von hohen Bergketten und bei verhältnismäßig geringer Höhenlage ist das Wallis niederschlagsarm und vor allem im Sommer sehr warm. Dort wird mit großem Erfolg Weinbau betrieben. An den Talflanken waren bis in die jüngste Vergangenheit Waldkiefernbestände weit verbreitet. Wie in anderen inneralpinen Trockentälern wurde seit ein paar Jahrzehnten auch hier ein vermehrtes Absterben der Waldkiefern beobachtet. Aufgrund des Klimawandels stiegen hier die Sommer- und Wintertemperaturen sowie die Anzahl heißer Tage stark an. Die Niederschläge blieben weitgehend unverändert. Heiße, trockene Sommer schwächen die Kiefern. Hinzu kommen durchlässige, steinige Böden mit geringem Wasserspeichervermögen. Die Bäume leiden häufig unter Trockenstress.

An den absterbenden Kiefern werden vermehrt Schädlinge beobachtet. Die Mistel befällt die Kiefer im Wallis klimabedingt sehr häufig. Mistelbefall führt zu einer Reduktion der Nadelmasse und in Kombination mit Trockenheit zu vermehrtem Absterben.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Splintholznematoden (Fadenwürmer) nachgewiesen. Im Laborversuch starben befallene Jungpflanzen ab, vor allem wenn sie gleichzeitig unter Trockenheit litten.

In vielen Kiefernbeständen des Wallis findet zur Zeit ein Baumartenwechsel statt. Die Kiefern sterben vielfach ab, während sich Laubbäume wie die wärmeliebende und trockenheitstolerante Flaumeiche ausbreiten. Der Baumartenwechsel lässt sich mit alten Vegetationsaufnahmen, Luftbildern und Inventurdaten klar belegen. Die eindringenden Laubbäume setzen die lichtbedürftige Kiefer unter Druck. Trockenheit schwächt ihre Konkurrenzkraft zusätzlich. Man erwartet, dass sich mittelfristig viele Kiefern-Flaumeichen-Mischbestände nach Ausfall der Kiefer in Flaumeichenbestände umwandeln.

Das Beispiel der absterbenden Kiefernbestände im Wallis zeigt uns, dass die Waldkiefer mitnichten eine Baumart des warmen und trockenen Südens ist. Vielmehr stößt sie in den Trockentälern an die Grenzen ihrer klimatischen Toleranz. Eine aufeinanderfolgende Reihe wärmerer Jahre hat unter diesen besonderen Verhältnissen ausgereicht, das Gleichgewicht von Kiefern und verschiedenen Parasiten zu Ungunsten des Wirtes zu verschieben. Die Kiefer zieht sich relativ rasch aus den für sie unwirtlich gewordenen Gebieten zurück und überlässt besser angepassten Baumarten das Terrain.

5. Station

Hanfpalmen im Tessin

Das Tessin ist der südlichste Kanton und weist zugleich auch die tiefstgelegenen Gebiete der Schweiz auf. Der Alpenhauptkamm schirmt diese Region weitgehend vor den sehr kalten Luftmassen aus dem Norden ab. Diese klimatischen Vorteile erlauben vielen Zierpflanzen subtropischer Herkunft, dort den Winter im Freien zu überstehen, während sie nördlich der Alpen die kalte Jahreszeit in Gewächshäusern verbringen müssen. Vom 17. bis ins frühe 19. Jahrhundert wurden viele Gärten und Parks angelegt, die noch heute wegen ihrer reichhaltigen exotischen Flora gerne besucht werden. Während die Einfuhr dieser Arten also schon Jahrhunderte zurückreicht, zeigt sich in den tiefstgelegenen Waldabschnitten an den Südufern der Seen ein ganz neues Phänomen. Wie in anderen Weltregionen hat sich auch auf der Alpensüdseite das Klima erwärmt. Diese bereits früher klimatisch privilegierte Region zeichnen jetzt eine noch längere Vegetationsperiode sowie noch mildere Winter aus. Dies kommt nicht nur den Pflanzen in Gärten und Parks zugute. Seit den 1970er Jahren treten vermehrt immergrüne Laubbaumarten auf Waldstandorten auf. Lorbeerkirsche, Echter Lorbeer, Drüsiger Kampferbaum sowie die Hanfpalme sind häufige Vertreter dieser neuen immergrünen Laubwaldgemeinschaft. Die veränderten klimatischen Bedingungen stimmen mittlerweile mit jenen des Heimatgebietes dieser immergrünen Ziergehölze überein, so dass nicht mehr nur ein Überleben in Gärten und Parks möglich ist, sondern auch die Verjüngung, Ausbreitung und Etablierung auf

Waldstandorten. Das Beispiel der Chinesischen Hanfpalme zeigt, dass im Verlaufe des 20. Jahrhunderts die winterlichen Bedingungen zusehends günstiger wurden und die im Heimatgebiet ermittelte kritische Temperaturschwelle von ca. 2 bis 2,5 °C Durchschnittstemperatur des kältesten Monats überschritten wurde (siehe Grafik).

Die aus der lokalen historischen Literatur ermittelte Ausbreitungsgeschichte der Hanfpalme stimmt mit der klimatischen Entwicklung überein. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde vom Auftreten einzelner Palmensämlinge berichtet. Ihnen war es damals nicht möglich, sich gegen die etablierte Vegetation durchzusetzen, so dass sie früher oder später wieder eingingen. Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts dauerten die Perioden günstiger Bedingungen lange genug, um ein Aufkommen der Palmen auf Waldstandorten zu ermöglichen. Heute finden sich in Seennähe an Südhängen erste fruchtende Individuen verwilderter Palmen im Wald. Somit sind diese Palmenpopulationen unabhängig vom Samennachschub aus den Gärten und können als etabliert angesehen werden.

6. Station

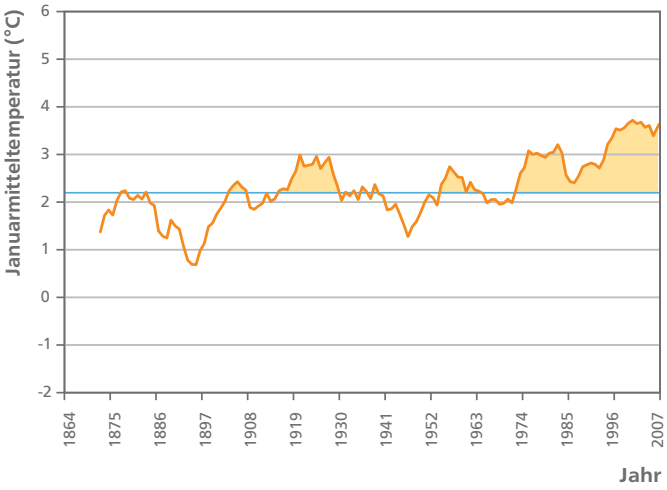
Eukalypten in Australien

Die letzte Station unserer Reise liegt in Australien. Dort findet sich mit über 800 Arten ein sehr großer Reichtum an Eukalypten. Viele Eukalyptusarten weisen kleine Areale auf, viele sind außerordentlich spezialisiert, auch im Hinblick auf ihre klimatischen Ansprüche Über 20 % der Eukalypten haben in ihrem Verbreitungsgebiet eine Temperaturamplitude von weniger als einem Grad. Auch bei den Niederschlagssummen zeigt ein Viertel der Arten eine Variationsbreite von weniger als 20 %. Ihre klimabezogenen ökologischen Nischen sind also zum Teil außerordentlich klein.

Aufgrund der besonderen Vegetationsgeschichte Australiens konnte sich die Gattung *Eukalyptus* über einen langen Zeitraum und von den Eiszeiten nur wenig gestört in viele Arten aufspalten. Dies unterscheidet sie von den meisten mitteleuropäischen Baumgattungen, die eine wesentlich geringere Differenzierung aufweisen und auch innerhalb der Arten sehr viel größere Nischen besetzen. So weist unsere Rotbuche eine Temperaturamplitude von 10 Grad auf.

Die Anfälligkeit von Bäumen gegenüber einem Klimawandel steigt umso mehr, je näher sie sich am kritischen Nischenrand befinden. Je kleiner die Nische der Baumart, desto größer ist bei gleichem Ausmaß des Klimawandels die Wahrscheinlichkeit, über den Rand der Nische hinausgedrängt zu werden. Viele Eukalyptusarten geraten schon bei mäßigem Klimawandel unter Bedingungen, die sie bis jetzt nirgendwo ertragen mussten. Ihre ausgeprägte Spezialisierung lässt sie so zu leichten Opfern des Klimawandels werden, wenn es ihnen nicht gelingt, sich an die ungewohnten Verhältnisse anzupassen oder auszuwandern, um dem Wandel auszuweichen. Form, Position und Größe der ökologischen Nische bestimmen zusammen mit dem Ausmaß der Klimaänderung das Risiko für die jeweilige Art. Man rechnet in Australien mit deutlichen Veränderungen in der Baumflora, ein komplettes Aussterben mancher Arten scheint nicht unwahrscheinlich.

Die hohe Anfälligkeit der Eukalyptenflora Australiens gegenüber dem Klimawandel wurde bisher nur vorhergesagt. Berichte zu Vitalitätseinbußen, Arealverschiebungen oder gar Aussterbeprozessen liegen bis jetzt noch nicht vor. Es leuchtet jedoch ein, dass unter den dort gegebenen Verhältnissen durchaus mit dem Schlimmsten zu rechnen ist, was einer Baumart zustoßen kann. Aus diesem Grund nahmen wir auch diese exotische Station in unsere Reiseroute auf. Die dortige Forstwirtschaft mag einen drohenden Artenverlust verschmerzen können, für die Lebensgemeinschaften bedeutet er jedoch unwiederbringliche Verluste an Biodiversität.



Januar-Durchschnittstemperaturen zwischen 1864 und 2007 an der Klimastation Lugano/CH (gleitendes Mittel über 10 Jahre): Die gelb hinterlegten Flächen weisen die für die Palmen günstigen klimatischen Perioden aus.

Es gibt viel zu tun ...

Jede Reise bringt eine Fülle von Erkenntnissen, wenn man nur die Augen offen hält. Unsere Besuche bei Wäldern im Klimawandel lehren uns, das Fehlen offensichtlicher klimabedingter Veränderungen in vielen Wäldern vor unserer Haustür nicht zu unterschätzen. Wir stehen in vielen Entwicklungen erst am Anfang, nicht alle Wälder und Baumarten sind dem Wandel gegenüber gleich anfällig. Die oben erwähnten Beispiele zeigen jedoch, wie schnell unter gewissen Bedingungen Wälder schon auf gering erscheinende Klimaveränderungen reagieren können. Umso wichtiger ist es, den Wandel mit klimapolitischen Maßnahmen zu begrenzen und schon jetzt anfällige Wälder mit Maßnahmen des Bestockungswandels ohne Zögern an die neuen Verhältnisse anzupassen.

Literatur

Ammer, C.; Dully, I.; Faißt, G.; Immler, T.; Kölling, C.; Marx, N.; Holland-Moritz, H.; Seidl, G.; Seitz, R.; Triebenbacher, C.; Wolf, M.; Wolferstetter, T. (2006): *Hinweise zur waldbaulichen Behandlung von Borkenkäferkalamitätsflächen in Mittelfranken.* LWF Wissen 54, S. 1–60

Austin, M. P.; Nicholls, A. O.; Margules, C. R. (1990): *Measurement of the realizes qualitative niche: environmental niches of five Eucalyptus species.* Ecological monographs 60, S. 161–177

Berger, S.; Walther, G.-R. (2006): *Distribution of evergreen broad-leaved woody species in Insubria in relation to bedrock and precipitation.* Bot. Helv. 116, S. 65–77

Hughes, L.; Cawsey, E.M.; Westoby, M. (1996): *Climatic range sizes of Eucalyptus species in relation to future climatic change.* Global Ecology and Biogeography Letters 5, S. 23–29

Iversen, J. (1944): *Viscum, Hedera and Ilex as Climate Indicators.* Geol. Fören. Förhandl. 66, S. 463–483

Kölling, C.; Zimmermann, L. (2007): *Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel.* Gefahrstoffe / Reinhaltung der Luft 67, Heft 6, S. 259–268

Kölling, C.; Zimmermann, L.; Walentowski, H. (2007): *Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? Entscheidungshilfen für den klimagerechten Waldumbau in Bayern.* Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 62, S. 584–588

Walther, G.-R. (2004): *Plants in a warmer world.* Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 6, S. 169–185

Walther, G.-R. (2006): *Palmen im Wald? Exotische Arten nehmen in Schweizer Wäldern bei wärmeren Temperaturen zu.* Forum für Wissen, WSL Birmensdorf, S. 55–61

Walther, G.-R.; Berger, S.; Sykes, M.T. (2005): *An ecological ›footprint‹ of climate change.* Proc. R. Soc. B 272, S. 1.427–1.432

Walther, G.-R.; Gritti, E. S.; Berger, S.; Hickler, T.; Tang, Z.; Sykes, M.T. (2007): *Palms tracking climate change.* Global Ecol. Biogeogr., Published article online: 15-May-2007 doi: 10.1111/j.1466–8238.2007.00328.x

Walther, G.-R.; Post, E.; Convey, P.; Menzel, A.; Parmesan, C.; Beebee, T.J.C.; Fromentin, J.-M.; Hoegh-Guldberg, I. O.; Bairlein, F. (2002): *Ecological responses to recent climate change.* Nature 146, S. 389–395

Penuelas, J.; Boada, M. (2003): *A global change-induced biome shift in the Montseny mauntains (NE Spain).* Global Change Biology 9, S. 131–140

Rigling, A.; Dobbertin, M.; Bürgi, M.; Gimmi, U.; Graf Pannatier, E.; Gugerli, F.; Heiniger, U.; Polomski, J.; Rebetez, M.; Rigling, D.; Weber, P.; Wermelinger, B.; Wohlgemuth, T., 2006: *Verdrängen Flaumeichen die Walliser Waldföhren?* Merkbl. Prax. WSL Birmensdorf, 16 S.

Rigling, A.; Dobbertin, M.; Bürgi, M.; Feldmeier-Christe, E.; Gimmi, U.; Ginzler, C.; Graf, U.; Mayer, P.; Zweifel, R.; Wohlgemuth, T. (2006): *Baumartenwechsel in den Walliser Waldföhrenwäldern.* Forum für Wissen, WSL Birmensdorf, S. 23–33

Rubio, A.; Sánchez-Palomares, O. (2006): *Physiographic and climatic potential areas for Fagus sylvatica L. based on habitat suitability indicator models.* Forestry 79, S. 439–451

Abbildungen zu den Stationen

Station 1: Nach Fichtenborkenkäferbefall entstandene Kahlfläche im westlichen Mittelfranken (Foto: T. Bosch)

Station 2: Weltweit nördlichstes Exemplar einer Stechpalme bei Nerdvika (~ 63°N, 8°E) auf Smøla (Norwegen) (Foto: G.-R. Walther)

Station 3: Einzelne inselartig wachsende Rotbuchen (im laublosen Winterkleid) an ihrer klimabedingten Verbreitungsuntergrenze trotzen noch dem Vordringen der immergrünen Steineiche. (Foto: J. Peñuelas und M. Boada; Universidad Autònoma de Barcelona)

Station 4: Baumartenwechsel bei Visp: Die Waldkiefern sterben ab, die Flaumeichen und andere Laubbäume breiten sich aus. (Foto: A. Rigling)

Station 5: Waldabschnitt am Lago Maggiore mit viel Lorbeer, Lorbeerkirsche und Hanfpalme im Unterwuchs (Foto: G.-R. Walther)

Station 6: *Eukalyptus microtheca* (Foto: S. Shebs, GNU License)

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet ›Standort und Bodenschutz‹ an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising. *koe@lwf.uni-muenchen.de*
Dr. Gian-Reto Walther ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Pflanzenökologie der Universität Bayreuth. *Gian-Reto.Walther@uni-bayreuth.de*

Regionale Klima-Szenarien – kein »Spiel ohne Grenzen«!

Klimamodelle belegen trotz aller Unsicherheit: »Es wird wärmer!«

Lothar Zimmermann

Regionale Szenarien aus Klimamodellen … schön und gut, aber was sagen sie uns denn eigentlich, wenn wir am liebsten »harte« Daten und Fakten zum künftigen Klimawandel hätten? Kann es so etwas wie sicheres Wissen über die Zukunft eigentlich geben? Wie wir alle wissen, ist dem nicht so, aber trotzdem gibt es Methoden, um künftige Entwicklungen abzuschätzen. Dazu gehört die Szenario-Technik.

Es ist schwierig, die Zukunft vorherzusagen, sei es nun persönlich für einen selbst oder an der Börse, wenn wir Aktien kaufen und verkaufen. Beim Wetter merken wir das schon, wenn wir wissen wollen, wie es in vier Tagen aussieht. Wir erfahren die Unsicherheit am eigenen Leib, wenn unser lang geplantes Grillfest ins Wasser fällt.

Vielfalt der Szenarien verbessert die Vorhersage

Nun wüssten wir gerne – und alle am Wald interessierten Menschen besonders – angesichts des Klimawandels, wie das Klima in der Zukunft sein wird. Welche Baumarten werden dann gut angepasst sein? Klimamodelle liefern uns hierfür Szenarien, d. h. mögliche künftige Klimaentwicklungen (sog. Klimaprojektionen), wenn bestimmte wirtschaftliche, gesellschaftliche und technologische Entwicklungen eintreffen, die den Ausstoß an Treibhausgasen und Aerosolen wesentlich bestimmen. Wenn wir viele unterschiedliche Szenarien berücksichtigen, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass wir auch die tatsächliche künftige Entwicklung damit abbilden. Solche »Ensemble«-Betrachtungen werden schon heute in der Wettervorhersage verwendet, um deren Trefferwahrscheinlichkeit zu erhöhen. Wir können wegen der chaotischen Struktur des Wetters nicht konkret vorhersagen, wie viel es beispielsweise am 31. Dezember 2043 regnen oder wie viel Niederschlag tatsächlich in den Jahren 2020–2050 fallen wird. Aber wenn wir ein gewisses Szenario der Entwicklung der Treibhausgase annehmen und mit Klimamodellen berechnen lassen, können wir sagen, wie viel Niederschlag dann im Mittel in einer hinreichenden langen Klimaperiode, beispielsweise 2021–2050, fallen wird.

Von »global« zu »regional«

Betrachten wir nun ein pessimistisches, ein mittleres und ein optimistisches Szenario der künftigen Entwicklung der Treibhausgase, so erhalten wir schon eine Bandbreite der künftig möglichen Klimaentwicklungen. In den internationalen Berichten des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) finden sich solche Spannweiten beispielsweise für die Entwicklung der globalen Temperatur in den nächsten 100 Jahren (s. Beitrag S. 34). Hier werden besonders die Ergebnisse globaler Klimamodelle dargestellt und auf Regionen wie Nordeuropa oder den Mittelmeerraum bezogen. Globale Klimamodelle erreichen wegen ihres Rechenaufwandes allerdings nur eine Auflösung von höchstens 250 km Rasterweite horizontal. Prozesse wie Wolkenbildung oder Konvektion im Ozean finden aber auf kleineren Skalen als diese Modellgitterabstände statt, so dass sie nicht direkt berechnet werden können. Ihr mittlerer Effekt jedoch lässt sich mit Hilfe einer auf physikalischen Prinzipien beruhenden Beziehung zwischen der großräumigen Strömung und diesen Vorgängen darstellen. Man spricht hier von Parametrisierung (BMBF 2003). Mit dieser Mittelung werden Änderungen beispielsweise im Niederschlag geglättet. Interessant für uns ist aber nicht die Änderung in Mitteleuropa, sondern wie sich die Niederschlagsverhältnisse in Bayern oder noch besser im borkenkäfergeplagten Westmittelfranken ändern. Deshalb rechnen regionale Klimamodelle die Ergebnisse der globalen Modelle auf diese Ebene herunter.

»Skalensprünge«

Prinzipiell gibt es zwei unterschiedliche Regionalisierungsmethoden (KLIWA 2006): Die *statistischen* Methoden gehen z. B. davon aus, dass zwischen der großräumigen Druck- und Temperaturverteilung über dem Nordatlantik und Europa und den Witterungsgrößen an Klimastationen statistische Beziehungen bestehen. Auf dieser Grundlage können dann meteorologische Größen wie Temperatur und Niederschlag auf einzelne, regional höher aufgelöste Gebiete abgebildet werden. Dabei wird angenommen, dass die am historischen Datenmaterial gewonnenen Beziehungen auch künftig gelten.

Dynamische regionale Klimamodelle basieren auf den gleichen Prinzipien wie die globalen Klimamodelle, aber sie beziehen sich lediglich auf ein begrenztes Gebiet der Erde. Dabei betrachten sie ein Rechengebiet wie z. B. Europa mit einer horizontalen Skala von 1.000 bis 5.000 km Seitenlänge. Der Antrieb der regionalen Klimamodelle an den seitlichen Modellrändern kann mit den Ergebnissen aus dem globalen Klimamodell erfolgen. Solch eine eingebettete Kombination nennt man »genestet«. Dies kann auch mehrmals wiederholt

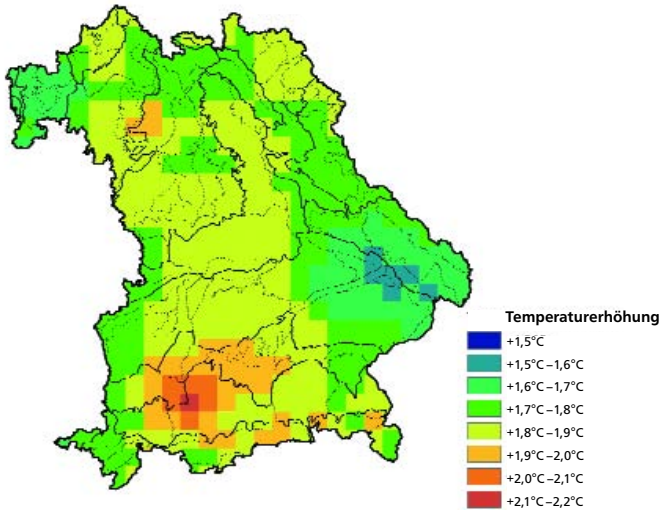


Abbildung 1: Regionales Klimamodell WETTREG (Firma CEC, Potsdam), Erhöhung der Jahresmitteltemperatur (2071–2100 zu 1961–90, SRES B1, Mittel aus 10 Realisationen) mit forstlichen Wuchsgebieten in Bayern

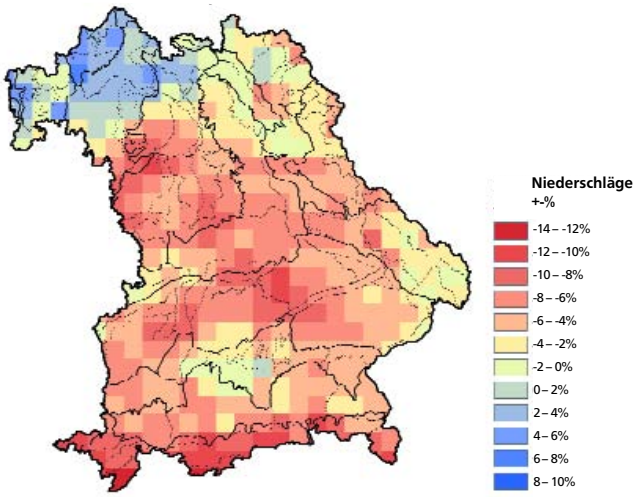


Abbildung 2: Regionales Klimamodell WETTREG (Firma CEC, Potsdam), Änderung der Niederschlagssummen (2071–2100 zu 1961–90, SRES B1, Mittel aus 10 Realisationen) mit forstlichen Wuchsgebieten in Bayern

werden (also von einem globalen Klimamodell zu einem regionalen Klimamodell mit grober Auflösung, dann zu einem regionalen Klimamodell mit feiner Auflösung), um die räumliche Auflösung über der betrachteten Region schrittweise zu erhöhen.

Nur Unsicherheiten? Es gibt nichts Besseres!

Ein entscheidender Vorteil dynamischer regionaler Klimamodelle besteht in der verbesserten Beschreibung der Wechselwirkung atmosphärischer Prozesse mit der Topographie. Große Unsicherheiten bestehen noch in der Simulation des sommerlichen Wasserkreislaufs aufgrund von Schwierigkeiten bei der Behandlung der feuchten Konvektion zur Gewitterentstehung und der Bodenhydrologie. Die Güte regionaler Klimamodelle wird damit getestet, wie gut sie das derzeitige Klima nachsimulieren können. Hierzu wird das regionale Klimamodell mit interpolierten Messdaten (sog. Reanalysen) an seinen Rändern angetrieben. Die Ergebnisraster dieses »Validierungslaufs« werden dann zum einen wieder mit Messungen von Klimastationen im Rechengebiet verglichen, und zum anderen mit einem »Kontrolllauf«, in dem die seitlichen Randbedingungen vom globalen Klimamodell kommen, unter der Annahme derzeitiger CO_2-Konzentrationen. Der Kontrolllauf ist wichtig, da sich die Klimaänderung aus dem Vergleich von Kontroll- zu Szenariolauf ergibt. Beim Szenariolauf wird das regionale Modell über die Ränder vom globalen Modell angetrieben, unter der Annahme zunehmender CO_2-Konzentrationen. Der Fehler kann bei beiden Läufen als gleich angenommen werden. Darin liegt ein entscheidender Vorteil der Ableitung der Klimaänderung aus dem Vergleich zwischen Kontroll- und Szenariolauf.

Über die Güte der Simulation der regionalen Klimamodelle entscheidet, ob bei der Simulation des Kontrolllaufs ein realistischer Antrieb des Modells an den Modellrändern durch die Ergebnisse des verwendeten globalen Klimamodells (z. B. in Bezug auf die Lage und Amplitude von Zugbahnen von Tiefdruckgebieten) vorliegt. Die Realitätsnähe der dynamischen regionalen Klimamodelle hängt damit wesentlich von der Güte der globalen Klimamodelle ab. Aber auch die statistischen Methoden setzen auf den Ergebnissen der globalen Klimamodelle auf, so dass auch statistisch basierte Regionalisierungsverfahren ungenaue Ergebnisse liefern, wenn die globalen Klimasimulationen nicht präzise sind. Je nach statistischem Verfahren (Leitgröße Temperatur oder Wetterlagen) wird die Information aus dem globalem Modell jedoch im Vergleich zu den dynamischen regionalen Klimamodellen mit einer geringeren Intensität genutzt. Damit wird auch der Fehlereinfluss des globalen Klimamodells auf die regionalen Klimaszenarien geringer.

Aktuelle regionale Klimaszenarien für Deutschland

2006 wurden im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA 2006) zwei regionale Klimamodellierungen für ganz Deutschland mit drei unterschiedlichen Emissionsszenarien A2, A1B, B1 (siehe Kasten) angefertigt, um Ensemble-Szenarien zu erhalten. Hierzu wurden das dynamische regionale Klimamodell REMO (MPI 2007) sowie das statistische Modell WETTREG (CEC Potsdam) (Abbildung 1 und 2) verwendet. Beide bedienen sich der Ergebnisse des globalen Modells ECHAM5/MPI-OM. Der Vergleich beider Regionalisierungsmethoden erhöht auch den Umfang des Ensembles. Somit liegt für ganz Deutschland eine aktuelle, einheitliche Datenbasis vor, die in der Klimafolgenforschung genutzt werden kann. Hinzu kommen regionale Klimaszenarien in einzelnen Bundesländern mit dem Vorläufermodell ECHAM4 (KLIWA 2006, HLUG 2006, SLUG 2003, TLUG 2006).

Die Weiterentwicklung globaler wie regionaler Klimamodellierung stellt einen kontinuierlichen Prozess dar, der wegen der rechenzeitintensiven Simulationen eng an die Weiterentwicklung der Rechnerkapazitäten gekoppelt ist. Sowohl bei globalen als auch bei regionalen Klimamodellen werden trotz einiger prinzipieller Schwierigkeiten große Anstrengungen zu deren Verbesserung unternommen. Sie führten in den letzten Jahren und werden auch künftig – diese Vorhersage ist berechtigt – zu vielversprechenden Fortschritten führen.

Trotzdem zeigten alle Klimaszenarien des zweiten Berichts des IPCC übereinstimmend, bestätigt im aktuellen dritten Bericht, dass es wärmer werden wird. Diese Sicherheit in der Unsicherheit haben wir und können unser Handeln danach ausrichten.

Dr. Lothar Zimmermann ist Mitarbeiter im Sachgebiet ›Klima und Wasserschutz‹ der LWF. Zuvor war er im Projekt KLIWA (»Klimaänderung und Auswirkungen für die Wasserwirtschaft«) tätig. *zimm@lwf.uni-muenchen.de*

Literatur

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2003): *Herausforderung Klimawandel.* Broschüre

HLUG – Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2006): *Integriertes Klimaschutzprogramm – INKLIM 2012*

KLIWA (Hrsg.) (2006): *Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland. Abschätzungen der Auswirkungen für Süddeutschland.* KLIWA-Berichte, Heft 9

MPI – Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg (Hrsg.) (2007): *Informationen zum regionalen Klimamodell REMO*

SLUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.) (2003): *Informationen zu den regionalen Klimaszenarien in Sachsen*

TLUG – Thüringisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.) (2006): *Informationen zu den regionalen Klimaszenarien in Thüringen*

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2006): *Neue Daten zu den Klimaänderungen*

40 neue Emissions-SRES-Szenarien beschreiben die Welt-Klimaentwicklung des 21. Jahrhunderts

Im IPCC Report 2001 wurden 40 neue SRES-Szenarien (nach: Second Report on Emission Szenarios) vorgestellt, die mögliche Entwicklungen im 21. Jahrhundert in den Bereichen Bevölkerungswachstum, ökonomische und soziale Entwicklung, technologische Veränderungen, Ressourcen-Verbrauch und Umweltmanagement berücksichtigen. Die 40 Szenarien werden in die vier Hauptgruppen A1, A2, B1 und B2 unterteilt.

Die *A1-Szenarien* beschreiben eine zukünftige Welt mit sehr starkem Wirtschaftswachstum, einer Weltbevölkerung, die in der Mitte des 21. Jahrhunderts ihr Maximum erreicht und danach abnimmt, und einer schnellen Einführung neuer und effizienterer Technologien. Die Welt wird zunehmend globaler, d. h. regionale Unterschiede bei den Einkommen, in kultureller und sozialer Hinsicht und in der technologischen Entwicklung gleichen sich weitgehend aus.

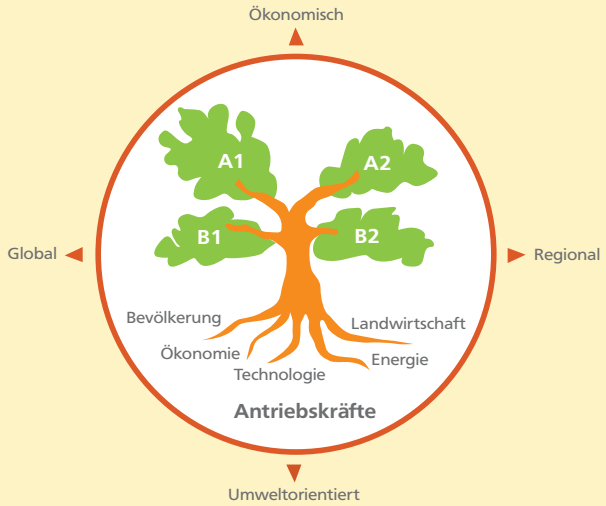
Die *A2-Szenarien* gehen von einer sehr heterogenen Welt aus, in der die lokalen Besonderheiten bewahrt bleiben, die Geburtenhäufigkeit weiter regional sehr unterschiedlich bleibt und die Weltbevölkerung daher ständig zunimmt. Die ökonomische Entwicklung ist primär regional bestimmt, das Wachstum des Bruttosozialprodukts und die technologische Entwicklung sind regional unterschiedlicher und langsamer als bei den anderen Hauptgruppen.

Die künftige Welt der *B1-Szenarien* entwickelt sich ähnlich global orientiert wie die der A1-Gruppe, jedoch mit einem schnellen Wandel der wirtschaftlichen Struktur zu einer Dienstleistungs- und Informationsökonomie, mit einer Reduktion des Materialverbrauchs und der Einführung sauberer und Ressourcen schonender Technologien. Die Entwicklung ist auf eine globale Lösung des Nachhaltigkeitsproblems im wirtschaftlichen, sozialen und Umwelt-Bereich ausgerichtet, einschließlich einer ausgewogenen Wohlstandsverteilung.

Das *B2-Szenario* setzt auf lokale Lösungen der wirtschaftlichen, sozialen und umweltorientierten Nachhaltigkeitsfragen. Die Weltbevölkerung nimmt ständig zu, wenn auch weniger stark als bei den A2-Szenarien. Die Wirtschaftsentwicklung bewegt sich auf mittlerem Niveau, der technologische Wandel ist weniger schnell und regional unterschiedlicher als bei den A1- und B1-Szenarien. Der Umweltschutz und eine ausgewogene Verteilung des Wohlstandes spielen zwar ebenfalls eine wichtige Rolle, aber auf lokaler und regionaler Ebene.

Text nach: IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis.* Summary for Policimakers and Technical Summary of the Working Group I Report, Cambridge 2001, 63 S.

SRES-Szenarien nach IPCC 2001



Kyoto: Wald darf mitmachen, Holz nicht

Noch werden Holz und Holzprodukte nicht als Kohlenstoffsenke anerkannt

Christoph Schulz

In letzter Minute hat Deutschland die Option des Kyotoprotokolls wahrgenommen, die Kohlenstoffspeicherung im Wald in die nationale Verpflichtung zur Reduktion des Treibhausgasausstoßes einzubeziehen. Damit darf im Wald gebundener Kohlenstoff jährlich bis zu einer Menge von 1,24 Millionen Tonnen angerechnet werden. Wie die Speicherung ermittelt wird, ob und wer davon profitiert und wie das mit einer verstärkten Holznutzung zusammenpasst, sind ungeklärte Fragen.

Artikel 3.4 des Kyotoprotokolls bietet die Option der Anrechnung von Senken (und Quellen) in der Forstwirtschaft. Deutschland entschied sich 2006 nach langem Zögern, diese Möglichkeit wahrzunehmen. Die Bundesrepublik kann so 0,5 % ihrer ab 2008 erlaubten jährlichen Emission von 262 Millionen Tonnen Kohlenstoff durch Speicherung im Wald kompensieren. Damit muss der im Rahmen der Bewirtschaftung der Wälder aufgenommene und freigesetzte Kohlenstoff ab 2008 bilanziert werden.

C-Speicher: Wald ja, Holzprodukte nein

In der ersten Verpflichtungsperiode (2008–2012) dürfen nur Kohlenstoffspeicher im *Wald* angerechnet werden: Lebende ober- und unterirdische Biomasse, Totholz, Streuauflage und Boden (Abbildung 1). Wenn nachgewiesen werden kann, dass ein einzelner Speicher keine Quelle ist, muss er nicht bilanziert werden. Unberücksichtigt bleibt vorläufig der in *Holzprodukten* gespeicherte Kohlenstoff. Wenn Vorräte im Wald abgebaut werden, ist das im Kyotoprozess als Kohlenstoffquelle zu rechnen, selbst wenn nachgewiesen werden könnte, dass Teile des Kohlenstoffs in Holzprodukten weiterhin gespeichert sind.

Wie kann die Speicherung ermittelt werden? Die Änderung der Holzvorräte und der Totholzmengen seit 2002 wird die Dritte Bundeswaldinventur (2011/2012) ermitteln. Um die exakte Änderung in der ersten Verpflichtungsperiode (2008–2012) zu bestimmen, wäre eine Zwischeninventur zu Beginn der Periode, also in diesem oder im nächsten Jahr nötig. Die aktuellen Kohlenstoffvorräte in Boden und Streuauflage erfasst zur Zeit die Bodenzustandserhebung, sie liefert aber keine Informationen zur Veränderung der Vorräte. Deshalb kann, entsprechend der bereits genannten Regelung, nur angenommen werden, dass Boden und Streuauflage keine Quelle für Kohlenstoff sind und deshalb nicht bilanziert werden müssen. Großräumig ist diese Annahme zur Zeit erlaubt, da im westlichen Europa Kohlenstoff in Böden und Streuauflage akkumuliert wird (Liski 2002).

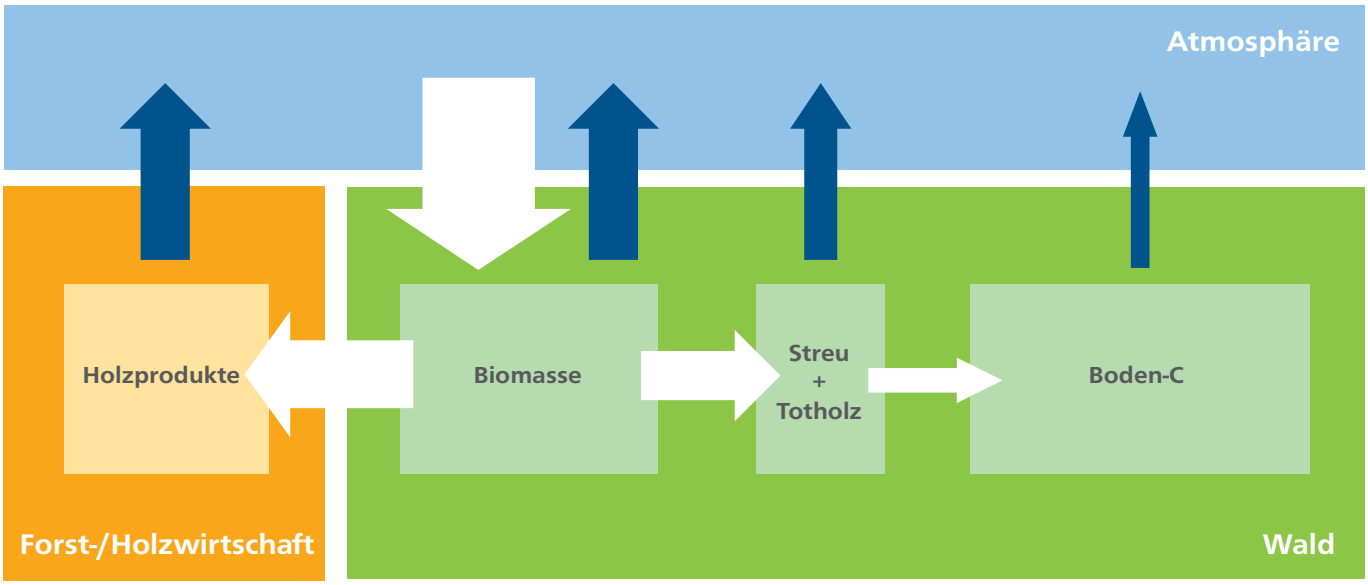


Abbildung 1: Kohlenstoff in Wald und Holz: Speicher (*Rechtecke*) und Flüsse (*Pfeile*); weiße Pfeile zeigen Bindung und Umverteilung von Kohlenstoff, blaue Pfeile Verluste.

Holzvorratsabbau = Kohlenstoffquelle

Da die Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten in der ersten Verpflichtungsperiode nicht angerechnet werden kann, müssen die Vorräte und ihre Veränderung auch nicht erfasst werden. Deutschland hat sich mit der Senkenoption jedoch über 2012 hinaus verpflichtet, die Aufnahme bzw. Freisetzung von Kohlenstoff in der Forstwirtschaft zu bilanzieren. Die *Charta für Holz* der Bundesregierung und die bayerische *Cluster-Initiative Forst und Holz* sollen dazu beitragen, die Nutzung der hohen Holzvorräte im Wald in Gang zu setzen. In Bayern ist bei einer deutlichen Intensivierung der Nutzung bereits in der ersten Verpflichtungsperiode ein Abbau der Vorräte im Wald und damit eine Kohlenstoffquelle möglich (Borchert 2005). Die Forstwirtschaft ist also gut beraten, dafür zu sorgen, dass zumindest in nachfolgenden Verpflichtungsperioden die Speicherung in Holzprodukten anerkannt wird und auch Verfahren zur Bilanzierung entwickelt werden. Um die Speicherung in Holzprodukten abzuschätzen, gibt es verschiedene Ansätze. Sie unterscheiden sich vor allem darin, wem bei grenzüberschreitendem Holzhandel die Speicherung in Holzprodukten gutgeschrieben wird (UNFCCC 2003). Die Frage ist, ob dem exportierenden Produzenten (Waldbesitzer) oder dem importierenden Konsumenten (z. B. Holzhausbauer) die Kohlenstoffspeicherung angerechnet wird.

Bisher existieren keine Regelungen, wie ein Vertragsstaat des Kyotoprotokolls die Rechte und Pflichten im Land weitergeben kann. Die Informationen aus den deutschlandweiten Waldinventuren können auf Bundesländer und Regionen heruntergerechnet und auf dieser Ebene bilanziert werden. Sollten jedoch einzelne Forstbetriebe an der Senkenanrechnung beteiligt werden, müssen andere Verfahren und Werkzeuge entwickelt werden, um die Änderungen der Kohlenstoffspeicher zu erfassen und zu bilanzieren.

Literatur

Borchert, H. (2005): *Holzaufkommensprognose für Bayern.* LWF-Wissen Nr. 50, Freising

Liski, J.; Perruchoud, D.; Karjalainen, T. (2002): *Increasing carbon stocks in the forest soils of western Europe*. Forest Ecology and Management 169, S. 159–175

UNFCCC (2003): Technical Paper: E*stimation, reporting and accounting of harvested wood products.* FCCC/TP/2003/7, UNFCCC

Christoph Schulz leitet das Sachgebiet ›Klima und Wasserschutz‹ der LWF. *chs@lwf.uni-muenchen.de*

Neun Jahre KLIWA

Gebiets- und fachübergreifende Kooperation zwischen Bayern, Baden-Württemberg und Deutschem Wetterdienst

Die Länder Baden-Württemberg und Bayern sowie der Deutsche Wetterdienst kamen im Jahr 1998 überein,

- in Erkenntnis, dass infolge des anthropogen verursachten Treibhauseffektes und einer damit einhergehenden signifikanten Klimaerwärmung erhebliche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt verbunden sein werden;
- in der gegenwärtigen Unkenntnis darüber, wie sich die Veränderungen des Wasserhaushalts auf die verschiedenen Bereiche der Wasserwirtschaft auswirken werden bzw. können;
- in Ermangelung der erforderlichen »Zahlen, Daten und Fakten«, insbesondere aus der Zeitreihenanalyse, für die
  - Bewertung der Entwicklungen des Wasserhaushaltes,
  - Erkennung möglicher Gefahren und Risiken und somit die
  - Festlegung zukunftsorientierter, nachhaltiger wasserwirtschaftlicher Handlungsstrategien und -konzepte;
- zum Thema ›Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft‹ (KLIWA) eine längerfristige gebiets- und fachübergreifende Zusammenarbeit zu vereinbaren.

Mittlerweile wurden u. a. eine Klimabroschüre, neun KLIWA-Hefte sowie Übersichtsberichte und Poster zum Klimawandel veröffentlicht. red

Mehr Informationen unter: *www.kliwa.de*

Holz – ein Schlüssel zur Problemlösung

Intelligente Holzverwendung leistet einen wichtigen Beitrag zum erfolgreichen Klimaschutz

Raimund Becher und Christoph Schulz

Wald als Kohlenstoffspeicher und Holz als Baustoff, Dämmstoff und Brennstoff: Auf diesen vier »Holzwegen« können und müssen Forst- und Holzwirtschaft dem Klimawandel entgegentreten. Die produktionstechnischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Voraussetzungen in Mitteleuropa sind günstig. Aber welche Form der Holzverwendung ist sinnvoll, welche ist die Sinnvollste? Wald und Holz können einen sehr wichtigen Beitrag für den Klimaschutz leisten, wir müssen die sich bietenden Chancen aber intelligent nutzen.

Leben und Wirtschaften der Menschen in den Industriestaaten hängen heute ganz überwiegend von Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran ab. Diese vier Energieträger werden jedoch zunehmend schwerer verfügbar sein. Die mit der Verbrennung der fossilen Energieträger verbundene Freisetzung von Kohlendioxid (CO_2) ist hauptverantwortlich für den weltweiten Klimawandel. Die Verknappung, Verteuerung und Erschöpfung dieser Energieträger führen aber auch dazu, dass das Interesse an Holz als Rohstoff und Energieträger seit einiger Zeit stark zunimmt und weiter zunehmen wird.

In Mitteleuropa bestehen besonders günstige Voraussetzungen für eine nachhaltige und produktive Forstwirtschaft. Holzernte und Holzverwendung könnten sogar deutlich gesteigert werden. Dem stehen als begrenzende Faktoren das Gebot der forstlichen Nachhaltigkeit, der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, die Schäden durch den Klimawandel sowie die Struktur des Waldbesitzes und der Strukturwandel im Privatwald entgegen.

CO_2-Speicher Wald entlastet Atmosphäre

Wenn der Wald einen Festmeter Holz produziert, entnimmt er der Luft eine Tonne CO_2. Dabei werden 250 kg Kohlenstoff in Holz, Rinde, Zweigen, Blättern sowie in Wurzeln gebunden und 750 kg Sauerstoff freigesetzt. Dieser natürliche Vorgang (Photsynthese) bildet die Lebensgrundlage unserer gesamten Biosphäre. Wenn Holz und Biomasse im Wald zerfallen, wird der Großteil des Kohlenstoffs wieder in Form von CO_2 freigesetzt. Ein Teil jedoch reichert sich als organischer oder anorganischer Kohlenstoff im Boden an. Waldökosysteme können sehr große Mengen Kohlenstoff dauerhaft in lebender Biomasse, Mineralboden, Streu und Totholz speichern und die Atmosphäre von Treibhausgasen entlasten. Forst- und Holzwirtschaft beeinflussen die Verteilung auf die unterschiedlichen Speicher. In Naturwäldern sind die Vorräte deutlich höher als im Wirtschaftswald, bei Plantagenwirtschaft werden die Holzprodukte zum größten Speicher. Tabelle 1 gibt einen Überblick zur Höhe und Änderung der Kohlenstoffvorräte in Bayern. Den größten Speicher stellt die lebende Biomasse im Wald dar, gefolgt von Mineralboden und Streuauflage. Im Totholz wird eine vergleichsweise geringe Kohlenstoffmenge gespeichert. Der Kohlenstoffvorrat in den Holzprodukten ist sehr schwer zu ermitteln, da es keine repräsentativen Inventuren gibt, die alle Holzprodukte erfassen. Die Zahl für Bayern wurde aus Werten für Deutschland (Frühwald 2002) abgeleitet. Die Größenordnung von 52 Millionen Tonnen Kohlenstoff stimmt mit einer aktuellen Studie aus Baden-Württemberg (Pistorius et al. 2007) gut überein.

Kohlenstoffbindung in Wald und Holz in Bayern (Böswald 1996, LWF 2004, Holzprodukte geschätzt nach Frühwald 2002); (Tabelle1)

CO_2-Vorräte und ihre Veränderungen	gesamt (Mio. t C)	je Hektar (t C/ha HB)
Lebende Biomasse	290	120
Mineralboden [1)]	242	98
Streuauflage	46	19
Totholz [2)]	< 8	3,2
Holzprodukte	52	–
Jährlicher Vorratsaufbau Biomasse (1987–2002)	3,8	1,5
Jährliche Nutzung Biomasse (1987–2002)	3,0	1,2
Jährliche Änderung in Auflage und Boden	unbekannt	unbekannt
Jährliche Änderung Holzprodukte	0,6	–

[1)] Unterschätzt, da die Daten auf der Waldbodeninventur basieren (Gulder und Kölbel 1993), die die organischen Kohlenstoffvorräte nur bis 30 cm Tiefe erfasste
[2)] Maximaler Wert, da die Rohdichte für frisches Holz verwendet wurde

Ökologische Rucksäcke: Holz steht für ultraleicht

Jedes Produkt schleppt einen »ökologischen Rucksack« mit sich, in dem sich u. a. die für seine Herstellung emittierten Treibhausgase befinden. Da zur Produktion von Holz und Holzprodukten sehr wenig Energie benötigt wird, schneiden

sie weitaus günstiger ab als z. B. Aluminium, Stahl oder Beton. Die Verwendung von Holz anstelle energieaufwändigerer Materialien vermeidet CO_2-Emissionen. Holzmöbel und Holzhäuser, aber auch langlebige Gebrauchsgegenstände im Alltag bremsen damit den Klimawandel. Da die Energiepreise weiter steigen und der Emissionshandel fossile CO_2-Emissionen zunehmend »einpreist«, ergeben sich Kostenvorteile für Holzprodukte und Einkommenschancen für die Waldbesitzer.

Holzenergie – Teamplayer im Klimaschutz

Die Verbrennung von Holz ist die älteste Form menschlicher Energieerzeugung. Holz sicherte zu allen Zeiten Überleben und Weiterentwicklung der Zivilisationen. In den zwei Jahrhunderten seit der massenhaften Nutzung der billigen fossilen Energieträger schien dies zeitweise nicht mehr nötig, zumindest nicht in den reichen Ländern. Die Folgekosten der fossilen Energie und des Klimawandels treffen nunmehr alle. Seit wenigen Jahren ändert sich das Bild dramatisch: Vom Kaminofen bis zum Holz-Heizkraftwerk – Holzfeuerungen stehen hoch im Kurs. Holzenergie kann damit fossile Energie ersetzen. Selbst über Treibstoff aus Holz wird diskutiert. Löst Holz unsere Energieprobleme im Alleingang? Mit Sicherheit nicht, denn die verfügbaren Mengen sind angesichts unseres hohen Bedarfs viel zu begrenzt. Holzenergie kann jedoch im künftigen Energiemix eine bedeutende Rolle spielen, wenn man sie intelligent einsetzt, sei es als abschließende thermische Verwertung nach vorheriger stofflicher Verwendung (Kaskadennutzung) oder für den (Rest-)Wärmebedarf unserer Häuser nach erfolgter Wärmedämmung und Nutzung von Solarenergie.

Dämmstoffe aus Holz – erste Klasse

Noch viel zu wenig bekannt ist die Nutzung von Holz als Dämmstoff, ob als Weichfaserplatte oder Celluloseflocken. Die hochwirksame Dämmung spart über Jahrzehnte hinweg im Winter große Mengen Erdöl und Erdgas. Der spezielle Vorteil von Weichfaserplatten ist ihre hohe Dichte. Damit schützen sie nicht nur vor Umgebungslärm, sondern auch vor Hitzelasten im Sommer, die durch den Klimawandel immer häufiger werden. Auf diese Weise ermöglichen Dämmstoffe aus Holz ein gesundheitlich erträgliches Wohnen unter dem Dach und vermeiden zusätzlichen (klimaschädlichen) Stromverbrauch für Klimaanlagen und Ventilatoren. Der Dämmstoff Holz erfordert zur Herstellung wenig Energie und hält bei richtiger Verarbeitung viele Jahrzehnte. Am Ende seiner Lebensdauer lässt sich der Dämmstoff problemlos thermisch verwerten. Damit vereinigt eine Wärmedämmung aus Holz alle vier Klimaschutzfunktionen (Kohlenstoffspeicher, Substitution von Material und Energie, Energieeinsparung) in sich und bietet einen besonders großen »Klimaschutzhebel«. Solch eine intelligente Holzverwendung ist »Klimaschutz hoch 4«.

Abbildung 1: Dämmplatten aus Holzfasern haben einen hervorragenden Wärme- und Schallschutz und bieten einen diffusionsoffenen Feuchteschutz für die tragende Konstruktion. (Foto: PAVATEX GmbH)

Holz ist vielseitig, Holzverwendung auch

Nicht jede Art der Holzverwendung ist aus Sicht des Klimaschutzes und der Energieversorgung gleich gut. Solche mit hohem CO_2-Entlastungseffekt und hoher Energieeffizienz sollten bevorzugt werden. Eine »Kaskadennutzung« mit eventuell sogar mehrfacher stofflicher Verwendung und abschließender energetischer Verwertung ist besonders effektiv. Bisher liegen jedoch noch zu wenig belastbare Zahlen vor. Im Rahmen von Forschungsprojekten sollten unterschiedliche Nutzungspfade auf ihre Klimaschutzwirkung hin geprüft werden.

Holz wird in Zukunft immer mehr nachgefragt. Es steht jedoch nur begrenzt zur Verfügung und darf deshalb nicht verschwendet werden. Besonders vielversprechend sind die Holzverwendung in der Altbausanierung sowie die aktive Kombination von Holz- und Solarenergie. Die jeweiligen Stärken und Schwächen dieser beiden erneuerbaren Energieträger ergänzen sich sehr gut. Die Forst- und Holzwirtschaft sollte auf diesen Sektor aktiv zugehen und Möglichkeiten zur Zusammenarbeit nutzen.

Literatur

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (2004): *Erfolgreich mit der Natur – Ergebnisse der Zweiten Bundeswaldinventur in Bayern*

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004): V*erstärkte Holznutzung – Zugunsten von Klima, Lebensqualität, Innovation und Arbeitsplätzen (Charta für Holz).* BMVEL (www.verbraucherministerium.de)

Böswald, K. (1996): *Zur Bedeutung des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt – Eine Analyse am Beispiel des Bundeslandes Bayern.* Forstliche Forschungsberichte, München Nr. 159

Frühwald, H.; Heuveldop, J.; Thoroe, C. (2002): *Der Stellenwert von Holz- und Forstwirtschaft in der Klimapolitik.* Forschungsreport 1/2002, BMVEL (www.bmvel-forschung.de)

Gulder, H.-J.; Kölbel, M. (1993): *Waldbodeninventur in Bayern.* Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 132; 243 S.

Pistorius, T. et al. (2007): *Untersuchungen zur Rolle des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt des Landes Baden-Württemberg.* Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Nr. 73

Raimund Becher ist Mitarbeiter im Referat ›Forstpolitik und Umwelt‹ im Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. *raimund.becher@stmlf.bayern.de*
Christoph Schulz leitet das Sachgebiet ›Klima und Wasserschutz‹ an der LWF. *chs@lwf.uni-muenchen.de*

Anpassung und Milderung

Wälder entlasten als CO_2-Senke die Atmosphäre, werden aber gleichzeitig durch den Klimawandel belastet

Christoph Schulz und Christian Kölling

Doppelgesichtig zeigt sich die Forstwirtschaft im Kontext der allgemeinen Klimadiskussion: Es geht um Milderung und Anpassung. Einerseits entlasten Wald und Forstwirtschaft die Atmosphäre von steigenden CO_2-Gehalten. Andererseits belastet der Klimawandel Wald und Forstwirtschaft besonders stark. Kaum ein anderer Wirtschaftszweig hängt so stark vom Klima ab wie die Forstwirtschaft. Die Anpassung der Wälder an das neue Klima ist die einzige Möglichkeit, anfällige Wälder vor dem Schlimmsten zu bewahren.

Auf den ersten Blick zeigen sich im Nebeneinander von Milderung und Anpassung Widersprüche. Machen effektive Maßnahmen zur Verminderung der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre und damit zur Milderung des Klimawandels Anpassungsmaßnahmen nicht von vornherein überflüssig? Sollten denn nicht vielmehr alle Kräfte darauf verwandt werden, den Klimawandel zu bremsen, anstelle mit Hilfe vorauseilender Anpassungsmaßnahmen den Wandel schicksalsergeben zu akzeptieren? Diskreditiert nicht sogar die eifrig betriebene Anpassung die Bemühungen, das Klimaproblem auf dem Wege der Milderung oder gar Beseitigung der Ursachen zu lösen?

Parallelaktion

Leider ist diese Überlegung trügerisch. Der Klimawandel ist bereits in vollem Gange und wird sich wegen der großen Trägheit des Klimasystems auch bei größter Einschränkung der Treibhausgasemissionen und höchstmöglicher CO_2-Bindung noch weiter verstärken. Selbst wenn alle Anstrengungen zur Milderung unternommen werden und auch Erfolg haben, wird der einmal in Gang gekommene Klimawandel auf Jahrzehnte nicht zu bremsen sein und Wälder und Forstwirtschaft beeinflussen.

Globale Kohlenstoffflüsse zwischen 1990 und 1999 in Gigatonnen C/Jahr (Quelle: IPCC 2007) (Tabelle 1)

Prozess	Aufnahme (-)	Freisetzung (+)
Verbrennung fossiler Brennstoffe		+6,4
Ozeane	-2,2	
Wiederbewaldung, Aufforstungen, Zuwachs	-2,6	
Waldzerstörung		+1,6
zum Vergleich: jährliche Speicherung in den Wäldern Bayerns (1987 bis 2002, nur lebende Biomasse)	-0,0038	

Abbildung 1: Nachhaltige Forst- und Holzwirtschaft erhält den Kohlenstoffspeicher Wald und füllt mit der Holznutzung den Holzproduktespeicher. Dies ist ein wichtiger Beitrag zur Milderung der CO_2-Emissionen. (Foto: M. Mößnang)

Der Beitrag der Forstwirtschaft zur Milderung des Klimawandels muss realistisch eingeschätzt werden. Die Zerstörung der Wälder verursacht weltweit ein Fünftel der Treibhausgase, gleichzeitig wird mehr als ein Viertel der gesamten Emissionen auch wieder in den Wäldern gebunden (Tabelle 1). Global findet die Waldzerstörung vor allem in den Tropen statt. In unseren Breiten verändert sich die Waldfläche kaum. Der Beitrag zur Milderung besteht hier in einer nachhaltigen Forst- und Holzwirtschaft, die den Kohlenstoffspeicher im Wald erhält bzw. aufbaut und einen Teil über die Nutzung in den Holzproduktespeicher überführt.

Milderung und Anpassung sind nicht Alternativen, sondern zwei Seiten der gleichen Medaille. Die Klimakrise ist so weit fortgeschritten, dass wir gerade in der Forstwirtschaft früh genug Strategien für eine Anpassung an kommende Veränderungen entwickeln und umsetzen müssen. Parallel dazu sind Kohlenstoffspeicherung in Wald und Holzprodukten so-

wie die energetische Nutzung von Holz Teile eines Maßnahmenpaketes, das die Atmosphäre entlastet und den Klimawandel auf ein Maß begrenzt, das die Anpassung der Systeme überhaupt noch ermöglicht. Die Wechselwirkung zwischen Anpassung und Milderung wird vollends deutlich, wenn man bedenkt, dass in Zukunft nur angepasste, stabile Wälder Kohlenstoff dauerhaft speichern können.

Wir müssen mildern, um uns überhaupt noch anpassen zu können und wir müssen uns anpassen, weil Mildern allein auch unter günstigsten Bedingungen schädliche Folgen des Klimawandels nicht mehr abwenden kann.

Milderung
Mit der Kohlenstoffspeicherung in lebendem Holz, Totholz, Waldböden und in den Holzprodukten leisten Wälder einen wirkungsvollen Beitrag zur Milderung des Klimawandels. Dazu gehört auch, dass Holz und Holzprodukte fossile Energieträger sowie energieaufwändig produzierte Materialien ersetzen.

Milderung: Wälder als »Aktivposten«

Wenn man nach Möglichkeiten zur Milderung des Klimawandels sucht, hilft zunächst ein Blick auf die Ursachen des Wandels. Die Verbrennung fossiler Energieträger steht in der Liste der Verantwortlichen für den Klimawandel ganz oben. Die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe sind weltweit von jährlich 5,4 Gigatonnen (Gt) Kohlenstoff in den achtziger über 6,4 Gt in den neunziger Jahren auf 7,2 Gt zwischen 2000 und 2005 gestiegen. Man sollte sich daher nicht der Illusion hingeben, das Problem ohne Energieeinsparung und den raschen Umstieg der Weltgemeinschaft auf erneuerbare Energien lösen zu können.

Ungeachtet dieser zentralen Aufgabe tragen aber auch Wald und Forstwirtschaft zur Milderung bei. Der Kohlenstoffspeicher Wald kann innerhalb kürzester Zeit abgebaut werden, nachdem er zuvor über Jahrzehnte bis Jahrhunderte aufgebaut wurde. Global wird deshalb in der Vermeidung von Waldzerstörung eine der effektivsten Klimaschutzmaßnahmen gesehen (Gullison et al. 2007). In den Kyoto-Nachfolgeverhandlungen prüft man deshalb ernsthaft, ob nicht die verhinderte Zerstörung von Wald belohnt werden soll. Wald wird vor allem in den Tropen zerstört. Dies führte zwischen 1990 und 1999 zu einer jährlichen Freisetzung von 1,6 Gt Kohlenstoff (Tabelle 1). Demgegenüber stand eine Aufnahme von 2,6 Gt insbesondere in Wäldern der borealen und gemäßigten Klimate. Die Kohlenstoffaufnahme der Wälder wird sich weltweit in Zukunft noch verbessern, da die Entwaldungsrate zurückgeht, die Aufforstungsfläche deutlich steigt und auch die bestehenden Wälder noch zuwachsen (UBA 2007).

In Mitteleuropa spielen Waldzerstörung und Aufforstung kaum eine Rolle. In Bayern beispielsweise wurden 2005 191 Hektar gerodet und 414 Hektar aufgeforstet. Für Energiewälder wären in Bayern Aufforstungen von mehreren zehntausend Hektar denkbar (Bauer et al. 2006). Dabei stünde jedoch ein schneller Kreislauf und die Substitution fossiler Brennstoffe im Vordergrund. Verglichen mit »echtem« Wald wäre die Kohlenstoffspeicherung in Biomasseplantagen gering.

In bewirtschafteten Wäldern lassen sich die Kohlenstoffspeicher nur vergleichsweise geringfügig verändern. Hier geht es darum, die Speicher zu erhalten, zu stabilisieren und wenn möglich zu vergrößern. Forst- und Holzwirtschaft müssen für eine optimale Verteilung des Kohlenstoffs auf lebende Biomasse, Totholz, Boden und Holzprodukte sorgen. Die effektivsten Veränderungen sind beim Holzproduktespeicher möglich, indem verstärkt Holz verwendet wird (s. Beitrag S. 16).

Anpassung: Wälder als »Passivposten«

Je anfälliger und verwundbarer ein Wirtschaftszweig gegenüber dem Klimawandel, desto notwendiger sind Anpassungsmaßnahmen. In der Forstwirtschaft passt man sich in guter Tradition schon seit alters her an die herrschenden Umweltbedingungen an. Das »Eiserne Gesetz des Standörtlichen« zwingt die Forstwirtschaft, auf bestehende und sich ändernde Umweltbedingungen zu reagieren und die Wälder an die Standorte anzupassen. Der umgekehrte Weg, die gezielte »Verbesserung« der Standorte, zeigte zumindest in Mitteleuropa kaum Erfolge und wird nur noch selten praktiziert. Im Falle des Standortfaktors Klima sind die Möglichkeiten zum gezielten Eingriff faktisch auch gar nicht gegeben. Bewässerung und Klimatisierung gehören aus gutem Grund nicht zum Repertoire der Forstwirtschaft. Wie nun kann sich die Forstwirtschaft an den unvermeidlichen Klimawandel anpassen? Wie kann sie vorbeugend und aktiv verhindern, dass Wälder zu Opfern des Klimawandels werden? In Tabelle 2 sind die wichtigsten Möglichkeiten der Forstwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel genannt.

Die einzelnen Maßnahmen, zu denen sich in diesem Heft gesonderte Beiträge finden, stehen nicht gleichberechtigt und isoliert nebeneinander. Vielmehr kommt dem Wechsel von anfälligen zu weniger anfälligen Baumarten eine besondere Rolle zu. Man sollte nicht annehmen, die Probleme des Klimawandels mit Durchforstungen, neuen und besseren Forstschutzpräparaten oder isolierten Artenschutzmaßnahmen in den Griff zu bekommen, solange man mit den falschen Baumarten und Herkünften arbeitet. Erst wenn man seine Hausaufgaben gelöst und die Baumartenzusammensetzung an die

Möglichkeiten der Forstwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel (Tabelle 2)

Maßnahme	Grundsatz
Waldverjüngung, Waldumbau, Baumartenwechsel	Wahl wenig anfälliger Baumarten und Herkünfte, Erhaltung der genetischen Vielfalt
Waldbehandlung, Durchforstung	Verbesserung der Stabilität, Verbesserung des Wasserhaushalts
Waldschutz	Anpassung an erhöhte Anfälligkeiten und neue Pathogene
Naturschutz	Anpassung der Lebensräume

Abbildung 2: In Bayern müssen über 250.000 ha Wald in den nächsten 30 Jahren durch Umbaumaßnahmen für die Zukunft fit gemacht werden. (Foto: M. Mößnang)

neuen Bedingungen angepasst hat, stellen flankierende Maßnahmen einige Erfolge in Aussicht. Wir sollten bei der Anpassung an den Klimawandel das sektorale Denken überwinden und die Aktivitäten zu einer Maßnahmenkaskade vereinigen.

Risiken und Nebenwirkungen werden bei der Diskussion von Anpassungsmaßnahmen nicht nur in der Forstwirtschaft leider viel zu wenig beachtet. Eine wichtige zukünftige Aufgabe der Wissenschaft wird es sein, die wegen der Anpassung an den Klimawandel neu einzuführenden Verfahren kritisch zu durchleuchten. Man denke beispielsweise an die möglichen Folgen des großflächigen Anbaus gebietsfremder Baumarten auf die Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren. *Wünschenswert sind bei allen Anpassungsmaßnahmen ein Maximum an Hauptwirkung, ein Maximum an erwünschten und ein Minimum an unerwünschten Nebenwirkungen.* Zusätzlich sollten die Risiken eines Misserfolgs bekannt und möglichst gering sein. In der internationalen Klimaschutzdiskussion gibt es den Begriff des »Nicht-Bedauerns«. Das bedeutet, dass Maßnahmen so gewählt werden sollen, dass man sie nicht bedauern muss, selbst wenn ihre Wirkung anders oder geringer ist als vermutet. Der ökonomische Nutzen einer Maßnahme ist dann schnell höher als die Kosten, wenn andere Probleme gleichzeitig mit gelöst werden. Dieser Ansatz ist besonders in der Forstwirtschaft leicht zu erfüllen, da es neben der Anpassung an den Klimawandel viele andere gute Gründe für einen Wechsel der Baumarten gibt.

Christoph Schulz leitet das Sachgebiet ›Klima und Wasserschutz‹ an der LWF. *chs@lwf.uni-muenchen.de*
Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet ›Standort und Bodenschutz‹. *koe@lwf.uni-muenchen.de*

Literatur

Gullison et al. (2007): *Tropical forests and climate policy.* Science 31, S. 985–986

IPCC (2007): *IPCC 4th Assessment report – climate change 2007: the scientific basis.* IPCC in www.ipcc.ch

Bauer, J.; Zormaier, F.; Borchert, H.; Burger, F. (2006): *Energieholzmarkt in Bayern.* LWF-Wissen, Nr. 53

Umweltbundesamt (UBA) (2006): *Kyoto-Protokoll: Untersuchung von Optionen für die Weiterentwicklung der Verpflichtungen für die 2. Verpflichtungsperiode; Teilvorhaben »Senken in der 2. Verpflichtungsperiode«.* Climate Change 02/07

5. Bayerisches Schutzwaldsymposium

(Foto: Fachstelle für Schutzwaldmanagement)

14.09.2007 bis 15.09.2007 in Garmisch-Partenkirchen
Regionale Klimamodelle sagen für die Alpen eine Zunahme der Jahresdurchschnittstemperatur voraus, gleichzeitig wird eine Abnahme der Niederschläge prognostiziert. Die vorhergesagte Erwärmung wird die winterliche Schneegrenze verschieben, mit einer Zunahme von Extremereignissen, wie z.B. Stürmen, Hochwassern, Felsstürzen und Muren, ist zu rechnen.

Wie wirkt sich dies auf Bevölkerung, Wirtschaft und Besiedelung im Alpenraum aus? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für den Schutzwald? Auf welche Weise bereiten die Alpenländer den Schutzwald auf die Zukunft vor?

Auf diese Fragen versucht das Symposium »Schutzwaldmanagement – Zukunftsvorsorge für den Alpenraum« Antworten zu geben.

Die Veranstaltung am 14. und 15.09.2007 in Garmisch-Partenkirchen richtet sich an Entscheidungsträger, Behörden und Forstbetriebe. red

Weitere Informationen im Internet: *www.lwf.bayern.de*

Waldbau im Zeichen des Klimawandels

Anpassung durch Waldumbau und naturnahe Forstwirtschaft

Franz Brosinger und Stefan Tretter

Der Klimawandel wird große Auswirkungen auf unsere Wälder und die Forstwirtschaft haben. Einen Eindruck davon bekommen wir schon heute in Gebieten mit warm-trockenem Klima wie der Region Westmittelfranken. Deshalb müssen wir rechtzeitig geeignete Anpassungsstrategien entwickeln. Doch wie sollen diese aussehen? Wie kann der Waldbau auf die zahlreichen Unsicherheiten reagieren? Und zu welchen Maßnahmen können wir unseren Waldbesitzern guten Gewissens raten?

Der Klimawandel ist mittlerweile wissenschaftlich und politisch akzeptiert. Über aktuelle regionalisierte Klimamodelle des Hamburger Max-Planck-Instituts für Meteorologie wissen wir, dass sich in Bayern die Durchschnittstemperatur erhöhen und die Niederschlagsmenge und ihre jährliche Verteilung verändern wird. Extremereignisse wie Trockenphasen im Sommer und Stürme werden zunehmen. Artenspektren und Dominanzen unserer Forstschädlinge werden sich ändern. Aber nach wie vor werden auch kalte Winter und Spätfröste auf unsere Baumarten einwirken.

Klimawandel als Unsicherheitsfaktor

Aufgrund der langen Produktionszeiträume müssen wir bei der Waldbewirtschaftung bereits heute versuchen, die Wälder so zu gestalten, dass sie mit den Folgen des Klimawandels bestmöglich zurecht kommen werden. Um dabei komplexe Zusammenhänge, wie sie beim Klimawandel auftreten, erfassen und darstellen zu können, benötigen wir Modelle wie die Klimahüllen (Kölling, Zimmermann 2007). Das Klimahüllenmodell arbeitet mit der natürlichen Verbreitung der Baumarten und den Faktoren Niederschlagssumme und Jahresdurchschnittstemperatur. Es liefert uns damit wichtige grundsätzliche Aussagen über das Gedeihen der Baumarten unter Konkurrenz und unter den zukünftigen Klimabedingungen. Das Modell hat damit aber auch gewisse Grenzen. So werden die Anfälligkeit für Klimaextreme wie Dürreperioden oder Spätfröste, aber auch die Reaktion unterschiedlicher genetischer Herkünfte nicht erfasst. Diese Fakten müssen jedoch mit in die Überlegungen einbezogen werden, um zu konkreten standortsbezogenen Anbauempfehlungen zu kommen.

Damit bleiben zwar viele Unsicherheitsfaktoren für unsere waldbauliche Arbeit, aber so pardox es klingen mag: Gerade diese Unsicherheiten sind es, die unser Handeln bestimmen müssen. Die beste Möglichkeit, sich gegen Unsicherheiten abzusichern, ist – ähnlich wie bei einem Aktiendepot – das Risiko zu streuen. Auf ökologische Begriffe übertragen: Wir müssen eine möglichst hohe Diversität im Bezug auf Baumarten, Genetik und Waldstrukturen erreichen. Für das künftige waldbauliche Handeln gilt deshalb:

Abbildung 1: Borkenkäferschadfläche: Die Forstschutzsituation in der Region Westmittelfranken ist kritisch und mahnt die Forstwirtschaft, rechtzeitig geeignete Anpassungsstrategien für den Waldumbau zu entwickeln. (Foto: T. Bosch)

- Der Waldumbau mit klimatoleranten Baumarten muss stärker als bisher vorangebracht werden.
- Ein naturnaher Waldbau bietet geeignete Anpassungsstrategien.

Risikominderung durch Intensivierung des Waldumbaus

Das Modell der Klimahüllen zeigt, dass viele Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften mit hoher Wahrscheinlichkeit gut mit dem Klimawandel zurecht kommen werden. Es zeigt uns aber auch, dass die Fichte auf vielen Standorten in Bayern in Zukunft Probleme bekommen wird. Trotzdem wird auch künftig die Fichte auf geeigneten Standorten insbesondere in den Mittelgebirgen und den Alpen als führende Baumart in Mischbeständen eine wichtige Rolle spielen.

Der Fichtenanteil ist in den letzten Jahren in Bayern zwar zurückgegangen, liegt aber nach den Ergebnissen der Zweiten Bundeswaldinventur immer noch bei rd. 45 %. In den Wäldern bis 20 Jahre sind es 43 %. Eine Intensivierung des Waldumbaus in gefährdeten Gebieten ist also dringend erforderlich: Wir werden unsere Fichtenanteile regional deutlich stärker absenken müssen als bisher, wenn wir uns künftig nicht Katastrophen ausliefern wollen. Dies erfordert auf kritischen Standorten eine deutlich frühzeitigere Einleitung der Verjüngung von Fichtenbeständen als bisher üblich.

Was tun wir mit bereits vorhandener Fichtennaturverjüngung? Wir sollten sie akzeptieren, wo wir sie haben, aber durch geeignete Pflege- und Durchforstungsverfahren möglichst vital und stabil erziehen. Im Einzelfall kann auf ungeeigneten Standorten auch in Erwägung gezogen werden, unerwünschten Fichtenanflug aktiv zu entfernen. Hauptziel muss es aber gerade auf den kritischen Standorten sein, durch frühzeitiges Einbringen von standortgemäßen Baumarten die Anteile der Fichte deutlicher als bisher zu reduzieren.

Abbildung 2: Naturnaher Waldbau mit langfristigen und natürlichen Verjüngungsverfahren ist für die Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel von großer Bedeutung.
(Foto: Bayerische Forstverwaltung)

Abbildung 3: Buchenvoranbau unter Fichte: Eine Intensivierung des Waldumbaus in gefährdeten Gebieten ist dringend erforderlich.
(Foto: R. Nörr)

Wie sollen wir künftig mit der Kiefer umgehen? Diese zählt nach dem Klimahüllenmodell ebenfalls zu den kritischen Baumarten. Hier sind allerdings noch Fragen offen. Gerade die Pioniereigenschaft der Kiefer, ihre hohe genetische Variabilität und ihre breite ökologische Amplitude lassen sich mit den Klimahüllen nur bedingt abbilden. Andererseits werden aktuell in einzelnen warm-trockenen Regionen außerhalb Bayerns, wie der südlichen Oberrheinebene und dem Wallis, verstärkt Absterbeprozesse bei der Kiefer beobachtet. Es gibt jedoch derzeit keinen Grund, den Umbau von Kiefernbeständen in dem Umfang zu forcieren, wie es bei der Fichte notwendig ist. Die Einbringung von Laubholz in Kiefernbestände war bisher ein wichtiges waldbauliches Ziel und wird dies auch künftig sein. Viel wichtiger ist es, in Kieferngebieten die Fichte nicht zu massiv in Kiefernbestände einwachsen zu lassen. Ziel muss es sein, auf geeigneten Standorten die Kiefer als führende Baumart zu halten und wo sie sich in Einzelmischung natürlich einstellt, als Mischungselement in die nächste Waldgeneration zu übernehmen.

Der Grundsatz eines naturnahen Waldbaus, den Anteil der Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften weiter zu erhöhen, ist aktueller denn je. Buche, Eichen und Edellaubbäume scheinen mit dem Klimawandel vergleichsweise gut zurecht zu kommen. Auch die Bedeutung der Tanne wird steigen. Sie kann als massenreiche Baumart auf einem weiten Standortsspektrum die Fichte in stärkerem Umfang als bisher ersetzen. Auch die Beteiligung bewährter Fremdländer wie der Douglasie ist eine Möglichkeit, leistungsfähige und stabile Wälder zu begründen. Allerdings sollte sie nicht zu großflächig und nur in Mischung mit Laubholz eingebracht werden.

Naturnaher Waldbau – Modell mit Zukunft

Der Umbau unserer Wälder lässt sich nicht von heute auf morgen vollziehen. Kahlschläge und radikaler Bestockungswandel sind deshalb genauso wenig sinnvoll wie die Hände in den Schoß zu legen und das waldbauliche Handeln den Stürmen und den Borkenkäfern zu überlassen. Aktives waldbauliches Handeln ist auch nötig, um das zunehmende Risikopotenzial nicht auf die nächsten Generationen zu verlagern. Ein naturnaher Waldbau, wie er seit mehr als drei Jahrzehnten in Bayern mit Erfolg praktiziert wird, bietet hierfür optimale Voraussetzungen.

Neben der verstärkten Beteiligung von Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft kann auch mit waldbaulichen Verfahren die Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel unterstützt werden. So sollten wir künftig noch mehr als bisher auf langfristige und kleinräumige Verjüngungsverfahren setzen, um unsere Waldbestände ungleichaltrig aufzubauen.

Denn Ungleichaltrigkeit, also horizontale Diversität, ist ein Mittel der Anpassung: Wo Vorausverjüngung sowie Unter- und Zwischenstand vorhanden sind, können Ausfälle in der Hauptschicht besser kompensiert werden. Zugleich ist die Naturverjüngung als wesentlicher Bestandteil der naturnahen Forstwirtschaft auch für die Anpassung an den Klimawandel von hoher Bedeutung. Denn wir wissen, dass Naturverjüngungen bei den meisten Baumarten eine hohe genetische Vielfalt aufweisen. Damit erhalten wir ein breites und kostenloses Selektionspotenzial, das Klimaänderungen leichter abmildern kann. Vor allem aber sollten wir künftig bei der Waldbewirtschaftung auf möglichst viele Baumarten in trupp- und gruppenweiser Mischung setzen.

Auch bei der Waldpflege können Maßnahmen der Anpassung greifen. Durch Förderung klimatoleranter Mischbaumarten bei Pflege und Durchforstung erhöhen wir die Diversität und damit die Anpassungsfähigkeit der Bestände. Wo bereits jetzt die Mischbaumarten in der Fichte fehlen, ist der konsequente Waldschutz gegen Borkenkäfer und die frühzeitige Einbringung von Mischbaumarten dringlicher denn je. Ein weiterer Faktor sind schließlich rechtzeitige und konsequente Pflegeeingriffe, um die Vitalität der Einzelbäume zu erhöhen. Denn vitale Bäume in verringerter Konkurrenzsituation werden auch mit klimainduziertem Stress durch Trockenheit leichter fertig.

Entscheidend ist es aber vor allem, die Rahmenbedingungen für den Waldumbau optimal zu gestalten. Das gilt besonders für die Schaffung angepasster Wildbestände. Angesichts der großen Aufgaben und der hierzu nötigen hohen Investitionen, die der Waldumbau von den Waldbesitzern verlangt, ist die Umsetzung des Grundsatzes »Wald vor Wild« heute wichtiger denn je. Die Ergebnisse der forstlichen Gutachten 2006 zeigen, dass hierzu vielerorts noch große Anstrengungen nötig sind.

Neue Forschungsschwerpunkte

Die Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel müssen künftig einen breiten Raum in der forstlichen Forschung einnehmen. Dies gilt ganz besonders für die Erarbeitung von Baumartenempfehlungen. Die Klimahüllen sind hier ein wichtiges Hilfsmittel. Aber wir müssen als nächsten Schritt zu konkreten standortsbezogenen Aussagen kommen. Dabei müssen zahlreiche weitere Faktoren mit einbezogen werden. Den genetischen Fragen, vor allem der Eignung unterschiedlicher Herkünfte und lokaler Rassen, müssen wir uns dabei intensiv widmen. Gerade bei der Tanne gibt es Herkünfte, die speziell an warm-trockene Klimabedingungen angepasst sind. Auch bei der Douglasie, die von vielen als der ideale Ersatz für die Fichte gesehen wird, spielt die Frage der Genetik eine entscheidende Rolle (s. Beitrag S. 38). In ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet in Nordamerika nimmt die Douglasie mit ihren Rassen ein sehr weites Standortsspektrum ein. Aber nur ein Teil dieser Bestände wurde für Anbauten in Mitteleuropa beerntet und wiederum nur ein Teil dieser Bestände ist für die Saatgutgewinnung zugelassen. Hier müssen wir eine intensive wissenschaftliche und praxisbezogene Diskussion auf breiter Basis führen.

Um das Spektrum der künftig zur Verfügung stehenden Baumarten zu erweitern, müssen wir uns auch verstärkt mit dem Anbau von nicht heimischen Baumarten beschäftigen. Dabei können wir zum einen bereits auf ein großes Potenzial von Versuchsanbauten aufbauen. Zum anderen müssen wir uns mit weiteren erfolgversprechenden Arten beschäftigen und durch Anbauversuche entsprechende Erfahrungen sammeln.

Unser bisheriges Leitbild der naturnahen Forstwirtschaft, insbesondere die Erhöhung der Anteile von Laubholz und Tanne, die Schaffung gemischter und gestufter Bestände, bleibt auch unter den Aspekten des Klimawandels ein Modell mit Zukunft. Entscheidend ist es, den Waldbesitzern zu vermitteln, dass wir auf den Klimawandel reagieren müssen, aber auch reagieren können. Für überstürztes Handeln besteht dabei aber keinerlei Anlass. Oder wie es Dr. Lutz Spandau, Vorstand der Allianz Umweltstiftung formuliert: »Was wir brauchen, ist Sachverstand, Ruhe und Pragmatismus – und vor allem eine Haltung, die sagt, wir werden das bewältigen« (Spandau 2007).

Literatur

Kölling, C.; Zimmermann, L. (2007): *Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel.* Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, S. 259–268

Spandau, L. (2007): *Unter Palmen am Chiemsee. Der Klimawandel und seine möglichen Folgen.* Benediktbeurer Gespräche der Allianz Umweltstiftung. München, in Vorbereitung

Franz Brosinger leitet das Referat ›Waldbau und Nachhaltssicherung‹ des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten. Stefan Tretter ist stellvertretender Leiter dieses Referats.
stefan.tretter@stmlf.bayern.de

Kleinode im Wald unter besonderem Schutz

»Gesetzlich geschützte Waldbiotope« heißt dieses informative Sonderheft. 18 ausgewählte Biotop-Typen werden mit erstklassigen Bildern und verständlichen Texten präsentiert: ein Erlebnis und unentbehrliche Informationsquelle für alle Naturinteressierten.

red

Zu beziehen beim dlv-Verlag für 7,00 € zzgl. Versandkosten.

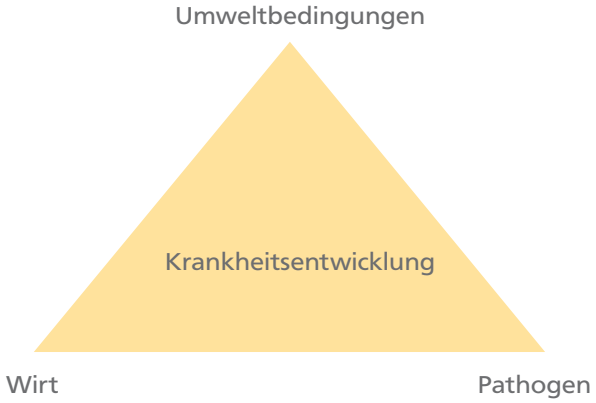
Forstschädlinge profitieren vom Klimawandel

Klimaerwärmung stellt die Waldschützer vor neue Herausforderungen

Thomas Immler und Markus Blaschke

Wie sich die Klimaerwärmung auf die Schädlinge in den nächsten 50 Jahren genau auswirken wird, wissen wir derzeit noch nicht. Die zunehmende Wärme lässt jedoch einen vermehrten Schädlingsbefall in unseren Wäldern erwarten. Zu spüren ist dies bereits heute, zum Beispiel bei Schädlingen an Eiche und Buche sowie bei den Borkenkäfern.

Die prognostizierte Erwärmung des Klimas in unseren Breiten wird in der Beziehung *Wirtsbaum – Schaderreger* eine entscheidende Rolle spielen. So beeinflusst der Klimawandel die *Umweltbedingungen* entscheidend, die neben der Wirtspflanze und dem Schädling selbst als wichtige dritte Basis für Entwicklung und Auswirkungen des Schaderregers zu berücksichtigen sind.



Temperatur: Ein wichtiges Regulativ

Vor allem warme Temperaturen greifen in die Populationsdynamik vieler Schädlinge als entscheidender Faktor ein und begünstigen ihre Vermehrung. Ob sich langfristig die Zyklen von Massenvermehrungen verändern, wissen wir derzeit noch nicht. Der an Eichen fressende, wärmeliebende Schwammspinner verkürzte seinen Zyklus zuletzt auf etwa zehn Jahre.

Bei den nadelfressenden Kiefernschädlingen (Forleule, Kiefernspanner, Kiefernblattwespen) vermutet man, dass in milden, feuchten Wintern insektenpathogene Pilze die Überlebensrate der Kokons im Boden senken. Wird der Winter wie im Nordwesten Deutschlands feucht-mild, würden weniger dieser Arten auftreten. Allerdings bieten die Jahre seit 2003 optimale Vermehrungsmöglichkeiten in den fränkischen Kieferngebieten.

Bei den Borkenkäfern sehen und verstehen wir die Auswirkungen warmer Jahre besonders gut. In einem wärmeren Frühjahr setzt der Schwärmflug ca. zwei Wochen früher ein, dem Buchdrucker steht mehr Zeit für Bruten bis zum Spätsommer zur Verfügung. Damit steigt das Risiko einer dritten Generation und mehrerer Geschwisterbruten. Auch wird die Intensität des Borkenkäferbefalls im Bergwald bis hinauf zur Waldgrenze deutlich größer. Der Kleine Buchenborkenkäfer oder der Lärchenborkenkäfer – bisher von eher geringer Bedeutung – übernehmen wegen der günstigen Vermehrungsbedingungen eine zunehmende Rolle als Primärschädlinge. Auf Prachtkäfer an Eiche, Buche und Kiefer wirkt sich die wärmebedingte Förderung der Populationsdynamik entsprechend aus.

Die Klimaerwärmung heizt unsere Atmosphäre mehr und mehr wie einen Dampfkessel auf. Die Entladungen führen in immer schnellerer Folge zu Stürmen und Orkanen, die idealen Brutraum für Borkenkäfer hinterlassen. Die regelmäßig anfallenden Schadhölzer bieten den Käfern gute Vermehrungsbedingungen (Bussler 2005, 2006, Schmidt 2004).

Die Veränderungen der Umweltbedingungen ermöglichen die Ausbreitung neuer Arten in unseren Wäldern. *Cyclorhipidion bodoanus,* der Sibirisch-nordasiatische Nutzholzborkenkäfer, sowie *Xyleborus germanus,* der Schwarze Nutzholzborkenkäfer, stellen ein Gefährdungspotenzial für heimische Baumarten dar, dessen Auswirkungen nach derzeitigem

LWF Wissen Nr. 54

Welche Auswirkungen der Klimawandel auf den Wald haben kann, zeigt sich derzeit im westlichen Mittelfranken. Um eine zukunftsfähige Wiederbestockung sicher zu stellen, hat die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ein Konzept für den Waldumbau in Mittelfranken erstellt. Dieses Konzept ist als LWF Wissen Nr. 54 ›Hinweise zur waldbaulichen Behandlung von Borkenkäferkalamitätsflächen in Mittelfranken‹ erschienen. Es bietet Förstern und betroffenen Waldbesitzer individuelle, an die jeweilige Lage angepasste Lösungen für den Aufbau stabiler Mischwälder. red

Abbildung 1: Der aus Ostasien stammende, 2,3 mm große Schwarze Nutzholzborkenkäfer ist aufgrund seiner weiten ökologischen Amplitude eine Gefahr in unseren Wäldern. (Foto: H. Bußler)

Kenntnisstand noch nicht vollständig bekannt sind. Beide Borkenkäfer verursachen nicht nur Primärbefall, sondern übertragen auch Pilze der Gattung *Ophiostoma*, von denen einige Arten die Gefäße verstopfen und damit die Wasserleitung in der Krone unterbinden (Welkekrankheit).Von den Borkenkäfern im Splint gezüchtete Ambrosiapilze mindern darüber hinaus die Qualität stehenden und lagernden Holzes. Erste Untersuchungen weisen auf das hohe Gefährdungspotenzial dieser Arten hin.

Gleichzeitig tritt mit dem Eichenprozessionsspinner ein anderer wärmeliebender Schädling in unseren Wäldern immer häufiger massenweise auf. Prozessionsspinnerarten sind insbesondere im mediterranen Bereich beheimatet. Die idealen Witterungsbedingungen der warm-trockenen Jahre seit Anfang dieses Jahrtausends ermöglichten dem Eichenprozessionsspinner, sein mitteleuropäisches Verbreitungsgebiet erheblich auszuweiten, mit Befallsgebieten v. a. in Franken, aber auch in Teilen Schwabens. Die warmen und sonnigen Flugjahre 2003 und 2006 begünstigten die Eiablage der Falter außerordentlich. Die hohe Raupendichte führte 2007 in verschiedenen Fällen zu Kahlfraß. Natürliche Feinde wie Parasiten oder Räuber haben derzeit noch keinen Einfluss. Wegen des jährlichen, zwei bis drei Monate dauernden Fraßes verlichten die Wälder; wärmeliebende Eichenprachtkäfer finden daher optimale Bedingungen. Bereits wenige der horizontal unter der Rinde fressenden Prachtkäferlarven genügen, um Teile der Eichenkrone oder den ganzen Baum zum Absterben zu bringen. Jede weitere Auflichtung führt jetzt zu noch intensiverem Prozessionsspinnerfraß und weiteren Prachtkäferschäden. Jetzt sofort in Unterbau und Verjüngung zu investieren sowie das Mikroklima in Richtung schattig-luftfeucht zu verändern, würde langfristig gesehen Abhilfe schaffen. Außerdem bieten die wegen der lichten Kronen vergrasten Bestände Mäusen optimale Bedingungen. Mäuse profitieren von warm-trockener Witterung im Sommer und mild-trockenen Wintern. Im Zuge des sofort einsetzenden Massenwechsels verursachen sie bedauerliche Verluste an den jungen Laubbäumen und können den Umbau der Bestände empfindlich stören.

Pathogene Pilze an unseren Baumarten

Die Klimaerwärmung führt zu Trockenheit und Dürre, die Abwehrkraft der Bäume gegen Schädlingsbefall sinkt. Spektakuläre Schadbilder, wie sie Borkenkäfer erzeugen, verleiten dazu, das Wirken der pilzlichen Schaderreger zu übersehen. Bei den pathogenen Pilzen an unseren heimischen Baumarten ist im Zuge des Klimawandels nicht unbedingt ein radikaler Wandel der Arten zu erwarten. Möglicherweise kommen einzelne Arten neu hinzu. Wahrscheinlich aber werden die derzeit vorhandenen weiterhin die wesentliche Rolle spielen.

Bei einer leichten Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur und einem deutlich verminderten Sommerniederschlag rechnen wir bei den Blatt-, Nadel- und Triebpilzen mit einer Verschiebung zugunsten der Pathogene. Die Pilze werden im Frühjahr weiterhin ähnlich günstige Bedingungen für eine Infektion finden wie bisher und im Sommer aufgrund der ungünstigeren Bedingungen für den Baum leichteres Spiel haben. Ausgedehntere Trockenphasen werden vermutlich die Abwehrkräfte der Bäume schwächen. Dies zeigen zum Beispiel Beobachtungen des Diplodia-Triebsterbens nach den warmen Jahren ab 2003 an Kiefern in Mittelfranken (Blaschke und Cech 2007).

Die Klimaerwärmung begünstigt Trockenheit oder Staunässe. Sie lassen Wurzeln absterben und ermöglichen den im Boden vorhandenen Erregern wie Hallimasch, Wurzelschwamm (Rotfäule) und Phytophthora, über die Wunden ein- und in den Stamm vorzudringen. Bäume haben kaum eine Chance, einem erfolgreich eingedrungenen Pilz Barrieren in den Weg zu stellen. Insbesondere müssen wir auf einen steigenden Befall durch Hallimasch gefasst sein. Nach 2003 waren seine Fruchtkörper sowohl in Nadel- als auch in Laubwäldern deutlich häufiger zu beobachten (Lobinger et al. 2005).

Abbildung 2: Hallimasch: Im Jahr 2004, ein Jahr nach der großen Sommertrockenheit, traten in vielen Landesteilen Bayerns verstärkt Hallimaschschäden auf. (Foto: H. Blesch)

Klimaschutzsymposium in Nürnberg

Rückblick auf Klimaschutzsypmosium am 12. April in Nürnberg

Auf Initiative von Staatsminister Josef Miller veranstaltete das Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten am 12. April in Nürnberg das Symposium »Klimawandel – Risiken und Chancen für die bayerische Land- und Forstwirtschaft«. Mit über 200 Teilnehmern und zahlreichen Pressevertretern fand die Veranstaltung hohe Resonanz. Der sektorübergreifende Ansatz mit Vorträgen aus dem gesamten Spektrum des Staatsministeriums erwies sich als sehr vorteilhaft.

Hauptursachen für die klimabedingten Schäden in der Landwirtschaft sind Hitze und Dürre, Stark- und Dauerregen, Bodenerosion sowie Krankheiten und Schädlinge (»Heuschrecken über Bayern?«). Die Landwirtschaft kann z. B. durch energetisch optimierte Produktionsverfahren, klimaschonenden Produktionsmitteleinsatz (u. a. Düngemittel), CO_2-Bindung im Boden und Produktion nachwachsender Rohstoffe aktive Beiträge zum Klimaschutz leisten.

Die besondere Betroffenheit der Wälder und der Forstwirtschaft (z. B. durch Trockenheit oder Borkenkäfer) sowie die Notwendigkeit zu aktiven Anpassungsmaßnahmen kamen in den Vorträgen und Wortmeldungen deutlich zum Ausdruck. Schwerpunkte sind der Umbau nicht (mehr) standortgemäßer Fichtenwälder (akuter Handlungsbedarf auf 260.000 ha allein im Privat- und Körperschaftswald) und die Schutzfunktionen des Bergwaldes. Durch intelligente Holzverwendung als Bau-, Brenn- und Dämmstoff, Erhalt der Wälder als Kohlenstoffspeicher sowie Anlage von Kurzumtriebskulturen kann der Klimawandel abgemildert werden. Die Bedeutung von Holz als Energieträger steigt weiter an.

Eine Schlüsselrolle für die künftige Rohstoff- und Energieversorgung spielen die nachwachsenden Rohstoffe. Hier gilt es, die Balance zwischen den verschiedenen Funktionen der Landbewirtschaftung zu wahren und hochattraktive Chancen konsequent zu nutzen. Überzogenen Erwartungen, nicht effizienten Verwendungen oder nicht nachhaltigen Produktionsweisen sollten wir aber aktiv entgegentreten.

In vielen Bereichen besteht erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Nicht zuletzt spielt das eigene gute Vorbild eine wesentliche Rolle zur Wahrung der Glaubwürdigkeit und Motivation der Partner für den Klimaschutz. becher

Alle Vorträge unter *www.stmlf.bayern.de/agrarpolitik* im Internet.

Pathogene Pilze besiedeln wegen ihrer guten und vor allem schnellen Verbreitungsmöglichkeiten rasch neue Areale. Das Vordringen neuer Arten ist deshalb zu erwarten. Für nicht heimische Baumarten, die im Rahmen der Vorsorge neu bei uns verbreitet werden, müssen wir damit rechnen, dass »ihre« Pilze rasch nachziehen.

Besondere Sorgen bereiten uns die Baumkomplexkrankheiten. Darunter versteht man das Wirken nicht eines Schädlings allein, sondern einer ganzen Verursacherkette. Bei aktuellen Schadbildern an Eiche, Tanne und seit 2003 auch an Kiefer vermuten wir, dass hier solche Krankheitskomplexe vorliegen. Ausgehend von einer Phase mit Wetterextremen wie ausgeprägter Nässe oder Trockenheit gewinnen einzelne Erreger die Oberhand und bereiten anderen Käfern und Pilzen den Weg. Bei heftigem Befall sterben die Bäume binnen weniger Wochen ab.

Anpassung unserer Strategien für Vorsorge- und Bekämpfungsverfahren

Die Anforderungen der Gesellschaft und des Waldbesitzes an Aussagen über das Auftreten von Forstschädlingen und den Verlauf von Massenvermehrungen nehmen mit der Klimaerwärmung rasch zu. Veränderungen bei den Schädlingen müssen frühzeitig erkannt und bei sich ändernden Klimabedingungen richtig interpretiert werden. Nur dann ist es möglich, rechtzeitig weitere Prognoseschritte einzuleiten, die Lage differenziert einzuschätzen und eventuell notwendige Bekämpfungsmaßnahmen so gering wie möglich zu halten. Als dringliche Maßnahme sehen wir daher den Aufbau eines Monitorings für die forstrelevanten Schädlinge. Es dient als Basis für die Entwicklung von Strategien für Managementmethoden zur Anpassung von Vorsorge- und Bekämpfungsverfahren.

Literatur

Blaschke, M.; Cech, T. (2007): *Absterbende Weißkiefern – eine langfristige Folge des Trockenjahres 2003?* Forstschutz Aktuell, im Druck

Bussler, H. (2005): *Asienimport auf dem Vormarsch. Nutzholzborkenkäfer aus Japan am Chiemsee nachgewiesen.* LWF aktuell 51, S. 33

Bussler, H. (2006): *Immigrant oder nur verkannt? Günstige Entwicklungsmöglichkeiten für einen wärmeliebenden Borkenkäfer.* LWF aktuell 53, S. 37

Bussler, H. (2006): Der Fremde – Eine nicht erkannte sibirisch-nordasiatische Art. NachrBl. bayer. Ent. 1/2, S. 29

Lobinger, G.; Skatulla, U.; Blaschke, M. (2005): *Borkenkäfer, Schwammspinner und Hallimasch prägten das Waldschutzjahr 2004.* LWF aktuell 49, S. 3–5

Schmidt, O. (2004): *Eingeschleppte Borkenkäferarten in Bayerischen Wäldern.* LWF aktuell 45, S. 21–22

Thomas Immler leitet das Sachgebiet ›Waldschutz‹ an der LWF. Markus Blaschke ist Mitarbeiter in diesem Sachgebiet.
imm@lwf.uni-muenchen.de

Naturgefahren auf dem Vormarsch

Die Zeit drängt, unsere Schutzwälder auf die Veränderungen vorzubereiten

Franz Binder

Hochwasser, Muren, Felsstürze und Lawinen stellen von jeher eine ständige Bedrohung im Alpenraum dar. Sie können in den dicht besiedelten Alpentälern erhebliche Schäden anrichten. Infolge des Klimawandels werden ihre Häufigkeit und Intensität zunehmen. Schutz vor den Auswirkungen von Naturgefahren bieten Mischwaldbestände. Im bayerischen Alpenraum sind sie von der Fichte geprägt. Nicht allein das Einzelereignis, sondern das Zusammenwirken verschiedener Naturgefahren wird in Zukunft verstärkt die Sicherheit der alpinen Siedlungsräume gefährden.

Eine Gefahr ist eine Situation oder ein Sachverhalt, der zu einer negativen Auswirkung führen kann. Eine Lawine, die in einem abgelegenen, unbesiedelten Tal niedergeht, verursacht dort keinen Schaden an Menschen und seinen Gütern. Löst sie sich in einem dicht besiedelten Tal, kommt es zur Katastrophe. So verschüttete 1999 in Galtür eine Lawine 52 Menschen, 32 starben in den Schneemassen.

Der Mensch fordert die Natur heraus

Im bayerischen Alpenraum nahm die Bevölkerung von 1871 bis 2000 um 362 % auf 132 Einwohner/km² zu. Auf den besiedelbaren Flächen der Alpen leben sogar mehr als 400 Einwohner/km². Naturgefahren spielen daher hier eine ganz andere Rolle als z. B. in dem mit vier Einwohnern pro km² dünn besiedelten Hochgebirge der Rocky Mountains.

Die Gefahr von Naturkatastrophen nimmt sprunghaft zu, weil die moderne Gesellschaft meist keine Umweltverantwortung mehr besitzt. Sie weicht nicht wie früher den Gefahren aus, sondern besiedelt z. B. durch Überschwemmungen gefährdete Talauen oder Lawinengebiete. So traten zwischen 1980 und 2005 im Alpenraum 800 Schadenereignisse auf mit einem Gesamtschaden von 57 Milliarden Euro (Abbildung 1).

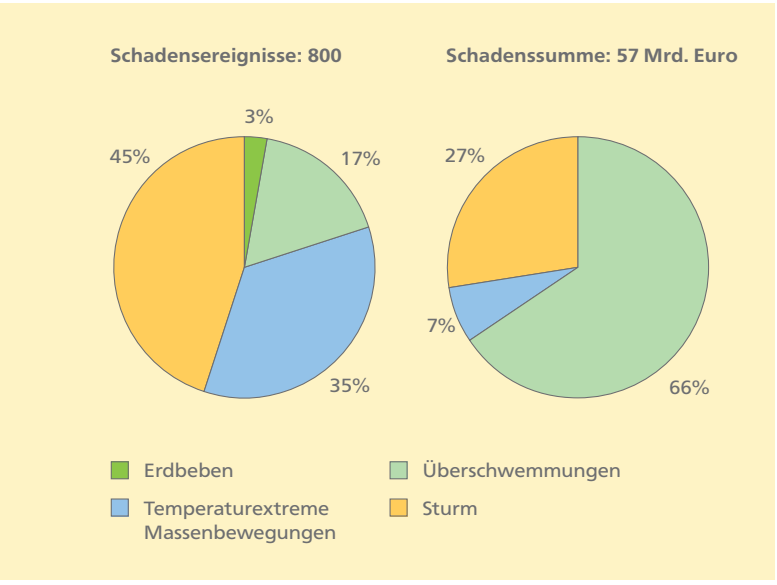


Abbildung 1: Naturkatastrophen und ihre finanziellen Schäden im Alpenraum zwischen 1980 und 2005 (nach Berz 2006, verändert)

In den letzten 25 Jahren überwogen unter den Naturgefahren im Alpenraum die Stürme. Den höheren Schaden richteten aber Hochwasser an. Der Klimawandel verschärft zusätzlich diese Problematik. Im Vergleich zum globalen Durchschnitt ändert sich das Klima der Alpen viel stärker. Innerhalb der letzten 120 Jahre stieg die durchschnittliche Temperatur um knapp 2°C, mehr als das Doppelte des globalen Mittels. Dies wirkt sich auf das Auftreten von Naturgefahren in der Zukunft aus.

Naturgefahren sind kein Phänomen der Gegenwart

Naturgefahren gehören im Alpenraum zum Alltag und sind immer aufgetreten. Sobald zerstörte oder beeinträchtigte Schutzwälder nicht mehr vor Naturgefahren schützen, hat dies gefährliche Folgen für die Menschen. Dann wird versucht, die Gefahren mit dem Einsatz aufwendiger, technischer Maßnahmen wie Lawinen-, Steinschlag- und Wildbachverbauungen zu beherrschen (Abbildung 2).

Im Gebirge werden mit Gefahren von jeher Hochwasser, Muren, Felsstürze und Lawinen verbunden. Hochwasser spielen von ihrer Anzahl her dabei eine herausragende Rolle. Barnikel (2004) ermittelte für die Untersuchungsgebiete Hindelang im Allgäu und Tegernseer Tal in Oberbayern etwa 350 Ereignisse aus den vergangenen sechs Jahrhunderten. Dabei überwogen mit knapp 70 % die Hochwasser, rund 20 % entfielen auf geologisch/geomorphologische Ereignisse und 10 % auf Lawinen. Während diese Naturgefahren die Existenz der Menschen und seiner Güter bedrohen können, setzten den Wäldern im Gebirge Stürme und Insekten immer schon zu. Plochmann und Hieke (1986) werteten Literaturquellen zu Schadereignissen in den Wäldern Bayerns aus. So fielen den Stürmen im Jahr 1885 im Bereich der damaligen Forstämter Garmisch, Partenkirchen und Mittenwald 139.000 fm Holz zum Opfer, im Jahr 1919 in Schliersee 230.000 fm und im gleichen Jahr im Murnauer Raum sogar 500.000 fm.

Abbildung 2: Technische Verbauungen zum Schutz vor Lawinen und Schneegleiten kosten bis zu 500.000 Euro pro Hektar. (Foto: P. Dimke)

Abbildung 3: Schneebrettlawinen gehören zu den gefährlichsten Naturereignissen. (Foto: Lawinenwarnzentrale Bayern)

Neben den abiotischen verursachten in der Vergangenheit auch die biotischen Naturgefahren *Insekten und Pilze* erhebliche Schäden. In den Jahren von 1704 bis 1706 erzwang im Unkener Tal der Borkenkäfer eine außerplanmäßige Nutzung von circa 550.000 fm Holz. Jungen Fichten im Gebirge kann der Schwarze Schneeschimmel gefährlich werden. In der Schweiz gilt er als der gefährlichste Pilz an dieser Baumart.

Das *Schalenwild* nimmt eine Sonderstellung ein. Während die Auswirkungen der Naturgefahren in der Regel sofort zu sehen sind, zeigen sich die Folgen überhöhter Schalenwildbestände – verlichtete und entmischte Wälder – oft erst nach Jahrzehnten. Die Wälder verlieren auf lange Sicht ihre Schutzfunktionen. Kann in Zukunft das Schalenwildproblem nicht befriedigend gelöst werden, nehmen Naturkatastrophen unabhängig vom Klimawandel zu.

Der Schutzbedarf der Alpenbewohner wächst

Über die Entwicklung der Naturgefahren im Alpenraum sind sich die Experten weitgehend einig. Die Frequenz und Intensität meteorologischer Extremereignisse werden ansteigen. Dazu zählen Starkniederschläge, in deren Folge häufig Hochwasser und Bodenerosion auftreten werden, aber auch Gewitter mit Hagel, Dürren und Stürme. Mit den Dürren werden Waldbrände zunehmen, sich Schädlinge ausbreiten und vermehren. Die Verschiebung der Permafrostgrenze lässt eine wachsende Zahl an Murenabgängen und Schlammlawinen erwarten. Zur Frage Klimawandel und Lawinen widersprechen sich die Aussagen teilweise. Während Seiler (2006) mit einer Zunahme der Lawinen im Winter aufgrund intensiverer Niederschläge und höherer Windgeschwindigkeiten rechnet, wird sich nach Hübl (2006) im österreichischen Alpenraum die Gefährdung durch Lawinen kaum ändern. Ein Schweizer Forschungsprojekt zu Klima und Lawinen kommt zu gleichen Schlussfolgerungen. Es berücksichtigt allerdings nicht die erwarteten Klimaänderungen mit dem Anstieg der Niederschläge im Winter.

Insgesamt wird wie bisher regional im Alpenraum das Gefährdungspotenzial aufgrund von Naturgefahren unterschiedlich sein. Nach allem, was wir wissen, ist aber für die Zukunft überall von einem höheren Schutzbedarf der Alpenbewohner auszugehen.

Die Szenarien der Klimamodelle beziehen sich auf den gesamten Alpenraum. Nicht alle möglichen Auswirkungen der Klimaänderung lassen sich auf Bayern übertragen. Ein Beispiel ist der Effekt der Temperaturerhöhung auf Gletscher und Permafrostböden. Mit dem Rückgang der Gletscher und dem Auftauen der Permafrostböden werden vermehrt Hangrutsche, Murenabgänge sowie Stein- und Felssturzaktivitäten erwartet, da mehr rutschfähiges Material vorhanden sein wird. In den Alpen esistieren zu Beginn des 21. Jahrhunderts etwa 5.500 Gletscher mit einer Gesamtfläche von 3.000 km². Davon liegen fünf Gletscher in Bayern mit zusammen weniger als einem Quadratkilometer. Permafrostböden kommen in den Alpen ab einer Höhe von etwa 2.500 m vor. Diese Lagen nehmen in den bayerischen Alpen nur einen geringen Flächen-

anteil ein. Aufgrund dieser Tatsachen spielen in Bayern im Unterschied zu unseren Nachbarländern Gletscher und Permafrostboden als Quellen von Lockermaterial in Zukunft keine bedeutsame Rolle.

Intakter Wald: Schutzschild gegen Naturgefahren

Wälder können gegenüber Naturgefahren Schutzwirkungen entfalten. Dazu müssen sie je nach Naturgefahr bestimmte Anforderungsprofile aufweisen. Als Beispiel werden die Anforderungen eines Lawinenschutzwaldes vorgestellt, da Lawinen eine der größten Gefahren im Gebirge sind. Bei uns treten überwiegend Schneebrettlawinen auf (Abbildung 3). Sie gehen häufig erst bei Hangneigungen über 35° nieder.
Nach Frehner et al. (2005) begünstigen folgende Wetter- und Schneeverhältnisse das Entstehen von Waldlawinen:

- Kälter als -4°C, mehr als 80 cm Neuschnee in zwei Tagen, wenig Wind während des Schneefalls, Schneehöhe über 120 cm, zudem häufig ein leichter Anstieg der Temperatur am Ereignistag;
- kälter als -4°C, mehr als 60 cm Neuschnee in drei Tagen, wenig Wind während des Schneefalls, starke Erwärmung am Ereignistag;
- mehr als 50 cm Neuschnee in drei Tagen, Schneehöhe über 120 cm, Regen.

Demnach ist heftiger Schneefall innerhalb von wenigen Tagen die Grundvoraussetzung für Lawinenabgänge. Für die zukünftige Lawinenaktivität ist daher die Entwicklung der Niederschläge im Winter von entscheidender Bedeutung und hier insbesondere die Starkniederschläge. Die derzeitigen Klimamodelle erfassen die schleichenden Klimaveränderungen. Detaillierte Analysen der Klimaszenarien zur Häufigkeit und Stärke künftiger Extremereignisse wie Starkniederschläge wären deswegen wichtig, fehlen aber derzeit noch. Die prognostizierten Zunahmen von Temperatur und Niederschlag lassen jedoch eine gesteigerte Lawinenaktivität erwarten. Die Bedeutung des Schutzwaldes als Schutzschild gegen Naturgefahren wächst.

Schutzwald kann das Anreißen und Durchfließen von Lawinen verhindern, wenn die Bäume genügend dicht stehen. Zudem muss er mehrstufig aufgebaut sein und einen geschlossenen Untergrund aufweisen. Je nach Hangneigung sollte der Bestand zum Stabilisieren der Schneedecke eine bestimmte Zahl von Bäumen pro Hektar mit einem Brusthöhendurchmesser über 8 cm aufweisen (Tabelle 1). Sehr gut erfüllt diese Funktion der Bergmischwald.

Die immergrünen Nadelbaumarten Fichte und Tanne sollten im Lawinenschutzwald mit hohen Anteilen vertreten sein. Sind sie die führenden Baumarten, ist erst ab etwa 35° Neigung mit Lawinenanrissen zu rechnen.

Eine Naturgefahr kommt selten allein

Im bayerischen Alpenraum dominiert die Fichte (Tabelle 2). In den 20- bis 40-jährigen Beständen ist die Baumartengruppe

Stammzahlen im Lawinenschutzwald in Abhängigkeit von der Hangneigung (Frey 1977) (Tabelle 1)

Stammzahl	Neigung in %
200–300	< 35
500	35
800–1.000	40

Flächenanteile (in %) von Fichte, Tanne und Buche im bayerischen Alpenraum (Tabelle 2)

	Fichte	Tanne	Buche	Summe
Hochgebirge	60,4	6,9	14,4	81,7
Schutzwald im Hochgebirge	54,8	5,9	23,5	84,2

Fichte sogar mit über 75 % Waldflächenanteil vertreten.
Der Lawinenschutzwald in Bayern stützt sich aufgrund der geschilderten Ausgangssituation bei der Erfüllung seiner Schutzfunktionen im wesentlichen auf die Fichte. Wenn sie ganz oder auch nur zum Teil ausfällt, kommt ein Kreislauf in Gang, an dessen Ende der Verlust der Schutzfunktion steht. Die Fichte benötigt einen jährlichen Niederschlag von mehr als 600 mm. Davon sollten mindestens 300 bis 350 mm in der Vegetationszeit fallen. Bleiben die Niederschläge im Sommer über mehrere Wochen aus und fällt gleichzeitig im Winter weniger Schnee, so dass die Altschneereste als Wasserlieferant ausfallen, dürfte die Vitalität der Fichte nachlassen. Auf flachgründigen, sonnseitigen Hängen könnten die Fichten sogar absterben. Gleichzeitig begünstigen die Temperaturzunahme und die prognostizierten Stürme mit vermehrtem Anfall von Brutmaterial die Entwicklung der Fichtenborkenkäfer. Eine Arealausdehnung der Borkenkäfer in höhere Lagen wird schon seit einiger Zeit beobachtet. Dieses Zusammenspiel von Sommertrockenheit, Windwürfen, Borkenkäfern und schneearmen Wintern lichtet die Schutzwälder auf. Im Idealfall fördert dies das Ankommen und die Entwicklung der Naturverjüngung von Mischbaumarten wie z. B. Tanne, Buche, Ahorn oder Bergulme. Im schlechtesten Fall entstehen Freiflächen, die künstlich verjüngt werden müssen. Kann sich die Verjüngung aufgrund überhöhter Schalenwilddichten nicht etablieren, verliert der Schutzwald seine Schutzfähigkeit.

Sollte die Prognose 2°C Temperaturerhöhung für den Zeitraum von 1991/1995 bis 2030/2035 stimmen, bleibt uns daher nicht mehr viel Zeit, um unsere Schutzwälder auf die zu erwartende Situation vorzubereiten.

Literatur

Auf Anfrage beim Verfasser und unter *www.lwf.bayern.de*

Dr. Franz Binder leitet das Sachgebiet ›Schutzwald und Naturgefahren‹ der LWF. *bin@lwf.uni-muenchen.de*

Waldnaturschutz im Klimawandel

Neue Herausforderungen für den Erhalt der Biodiversität

Stefan Müller-Kroehling, Helge Walentowski und Heinz Bußler

Die Erhaltung der biologischen Vielfalt in Bayerns Wäldern ist ein anspruchsvolles Ziel, das uns das Waldgesetz für Bayern verbindlich vorgibt. Die sich immer deutlicher abzeichnende Klimaveränderung stellt dieses Ziel vor eine weitere Herausforderung.

In erster Linie steuert das Klima die Verbreitungsareale aller Arten. Wie stark das Klima die Artenausstattung eines Gebietes bestimmt, kann jeder beobachten, der vom Hügelland in die Berge aufsteigt. Auch die aufgrund des Klimawechsels der Nacheiszeit erfolgten Tier- und Pflanzenwanderungen zeugen davon, wie sehr Tiere und Pflanzen einer Landschaft von deren Klima abhängen. Fauna und Flora sind ein so feiner Spiegel des Klimas, dass fossile Käferreste ähnlich wie Pollenanalysen für die Ergründung der Landschafts- und Klimageschichte verwendet werden können (Coope 1967).

Das Klima ist nicht Alles, aber ohne (richtiges) Klima ist Alles nichts

Das europäische Schutzgebietsnetz »Natura 2000« repräsentiert mit seinen Gebieten unser europäisches Naturerbe. Dazu zählen bekanntlich fast alle natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften sowie viele weitere natürliche und naturnahe, für Europa charakteristische Lebensraumtypen, sowie die Habitate ausgewählter Arten.

Abbildung 1: Im Trockenfrühjahr 2007 vertrocknender Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*) im Schluchtwald des Naturwaldreservats »Klamm« bei Riedenburg, Lkr. Kelheim (Foto: S. Müller-Kroehling)

Einige Modellierungen gehen davon aus, dass je nach Klimaszenarien im nächsten Jahrhundert nicht weniger als 6 bis 11 % der Arten verloren gehen könnten (Araujo et al. 2004). Bei 2 % der Arten wird es zwischen dem »alten« Verbreitungsgebiet nach aktuellem Klima und dem nach verändertem noch nicht einmal mehr eine räumliche Überschneidung geben. Diesen Arten stünde also eine vollständige »Umsiedlung« in neue, heute noch nicht zu besiedelnde Gebiete bevor.

Thomas et al. (2004) gehen sogar von einem Artenverlust in einem Größenrahmen von 15 bis 37 % aus. Demzufolge könnte also jede siebente bis jede dritte Art auf Grund des Klimawandels weltweit aussterben. Für die Region gemäßigter Laubwälder, wie in Mitteleuropa, sind es 24 % der Arten, die aussterben könnten. Normand et al. (2007) zeichnen ein weniger düsteres Bild, was das globale Aussterben angeht, sagen aber regionale Aussterbevorgänge voraus. Ihren Berechnungen zufolge würden mehr als zwei Drittel aller Arten negativ betroffen, die für die FFH-Lebensraumtypen charakteristisch sind, und somit letztlich der günstige Erhaltungszustand dieser Lebensraumtypen gefährdet.

Kostbare Kühle für klimasensible Lebensräume und Arten

In vielen Regionen Europas wird es nicht nur wärmer und (sommer)trockener. CO_2-Konzentration, verlängerte Vegetationsperiode und Stickstoff-Eutrophierung machen die Vegetation immer biomassereicher und damit auch »durstiger«. Durchschnittliche Temperaturerhöhungen um 2°C, erhöhte potenzielle Verdunstung, abnehmende Sommerniederschlagsmengen, Vertikalverschiebung der Höhenstufen um 350 m nach oben betreffen alle Wald-Lebensraumtypen, aber ganz besonders jene, die gegenüber Wassermangel, Hitzeperioden und Eutrophierung besonders empfindlich sind.

- *Moorwälder und Moore:* Wüchsigere und dichtere Bestockungen verbrauchen mehr Wasser, zudem sinkt die Wasserbilanz wegen der größeren Sommerwärme und -trockenheit. Moore sind an hohe Niederschläge gebunden. In jenen Regionen, in denen der Niederschlag bereits jetzt gerade noch zur Ausbildung von Regenwassermooren reicht, kann das lebensspendende Wasser zuerst knapp werden.
- *Bruch- und Sumpfwälder:* Besonders Quellsumpf- und -rinnenwälder und auch feuchte Eichen-Hainbuchenwälder sind

gefährdet, sofern sie an hohen Grundwasserstand gebunden sind.
- *Montane bis subalpine Nadelwälder* mit ihren boreal-montan/präalpiden Florenelementen: Erhöhte Temperaturen, verstärkt durch immer häufigere Hitzeperioden, lassen erhebliche Höhenstufenverschiebungen und Arealverluste erwarten. Die für diese Gruppen von Wäldern besonders bedrohlichen Kalamitäten (v. a. Borkenkäfer) nehmen zu.
- Teile der *Schlucht- und Blockwälder* sowie *Blockhalden*
- Sehr arme, flechtenreiche, bodensaure *Kiefernwälder*

Ambivalent ist die Situation bei den Weich- und Hartholzauen. Zwar wirken sich häufigere Überschwemmungen nach Starkregenereignissen und mehr Sommerwärme tendenziell günstig auf die biologische Vielfalt aus. Allerdings werden in den Auen die »Neophyten-Invasionen« weiter zunehmen. Darunter sind auch wärmeliebende Arten, die bis jetzt bei uns noch keine größere Rolle spielen, wie z. B. Eschen-Ahorn, Robinie, Bastard-Indigo oder Ambrosie.

Abbildung 2: Der Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) zählt zu den invasiven Arten, die v. a. im Auwald einheimische Arten gefährden könnten. (Foto: C. Hopf)

Wie in *LWF aktuell*, Heft 57, in der Serie »Klimawandel und Naturschutz« angesprochen (Walentowski 2007), weisen zahlreiche heimische Arten ebenfalls typische Gefährdungsprofile auf:
- Boreomontan und boreoalpin verbreitete Arten; nicht nur wegen der Klimaerwärmung, sondern v. a. auch wegen zunehmender Eutrophierung (Düngeeffekte durch CO_2 und N) könnten sie in Hügelländern und im montanen Bereich – dort ohnehin an der Grenze ihres Vorkommens – in Bedrängnis geraten;
- arktisch-alpine Eiszeitreliktarten (z. B. in Mooren), bei denen angesichts der Klimaszenarien weitere Aussterbevorgänge zu befürchten sind;
- allgemein stenöke hygrophile Arten, die physiologisch an dauerhaft feuchte Standortsbedingungen angepasst sind (Arten der Bruch- und Sumpfwälder, Quellen etc.; hygrophile Arten), sind wegen des temporären Versiegens der Wasservorräte bei zunehmend erratischem Klimageschehen gefährdet.

Ganz besonders kritisch wird es jedoch für die Arten jener Lebensräume, die als reliktäre Arten kälterer Klimaperioden zu verstehen sind (oftmals vereinfachend als »Eiszeitreliktarten« bezeichnet). Diese Arten, die besonders die offenen Moore, aber auch Moorwälder sowie bestimmte Schluchtwälder und kaltlufterzeugende Blockhalden kennzeichnen, sind oftmals sehr ausbreitungsschwach und an eine ganzjährig hohe Kältesumme ihrer Lebensräume angepasst (Molenda 1996). Diese Anpassung kommt durch eine relativ weite Amplitude besiedelter Standorte in Nordeuropa oder den Alpen zum Ausdruck, der in Mitteleuropa eine extrem enge Bindung an intakte Kältestandorte (Moore, Blockhalden) oder höchste Lagen der Mittelgebirge gegenübersteht.

So ist beispielsweise der boreoalpine Laufkäfer *Patrobus assimilis* (Holdhaus und Lindroth 1939) in Nordeuropa und Großbritannien in Feuchtwäldern und in den Hochlagen weit verbreitet, besiedelt in Mitteleuropa aber ausschließlich naturnahe Fichten-Moorrandwälder der Hochlagenmoore (Müller-Kroehling 2006). Einer Klimaerwärmung bis in die höchsten Lagen kann er daher nicht »nach oben« entweichen. Er wurde in den letzten Jahren bereits auf den meisten der sehr wenigen bayerischen Nachweisorte nicht mehr gefunden.

Die Sonderstandorte tragen im Verhältnis zu ihrer geringen Fläche mit einem deutlich überproportionalen Anteil zur heimischen Artenvielfalt bei (Müller-Kroehling 2001). Gehen die prägenden Standortsbedingungen verloren, von denen viele mit dem Kleinklima und dem Wasserhaushalt zusammenhängen, riskieren wir auch den Verlust von besonders viel Artenvielfalt (Doyle und Ristow 2006).

Buchenwald betroffen?

Im »Buchenland Bayern« nehmen fast überall Buchenwald-Gesellschaften den standörtlichen Mittelbereich ein. Sie sind insgesamt weniger anfällig für Klimaveränderungen, es gibt für sie in Bayern kaum Standortsbedingungen, die aufgrund des Klimawandels verschwinden könnten. Thesen, wonach der Klimawandel auch der Buche große Probleme bereiten könnte (Rennenberg et al. 2004), sind mit erheblichen Unsicherheiten behaftet (Ammer et al. 2005; Kölling et al. 2005). Für dieses flächenhaft verbreitete Naturerbe sind im Zusammenhang mit dem Klimawandel sogar Areal(rück)gewinne zu erwarten, denn klimagerechter Waldumbau wandelt Nadelholzforste zu Buchenmischwäldern, und Bergmischwälder drängen die hangaufwärts liegenden Nadelwälder zurück. In Bezug auf die Vielfalt der Buchenwälder könnte es allerdings lokal durchaus Probleme geben: So sind die im südlichen Alpenvorland ebenfalls den Buchenwald-Lebensraumtypen zuzurechnenden Labkraut- und Wintergrün-Tannenwälder von der Klimaerwärmung negativ betroffen.

Abbildung 3: Der Labkraut-Tannenwald gehört zu den aufgrund der Klimaerwärmung gefährdeten Buchen-Lebensraumtypen. (Foto: H. Walentowski)

Auch für die »Normalstandorte« kann keine Entwarnung gegeben werden. Montane Arten der mittleren Standorte können auf ihren isolierten Vorkommen im Hügelland und in den flacheren Mittelgebirgen dort in Bedrängnis kommen, wo ihnen ein Ausweichen in höhere Lagen nicht möglich ist. Beispiele für solche Hügelländer mit sehr kleinem montanen Bereich (vgl. BayFORKLIM 1996) sind der Steigerwald und die »Isarleiten« im Mittleren Isartal. In beiden sind im letzten Jahrhundert einige montane Waldarten wie der Glatte Laufkäfer (*Carabus glabratus*) verschollen, obwohl sie hier vorher zum Teil sogar häufig waren (Kress 1856).

Wärmeliebende Arten auf dem Vormarsch

Natürlich gibt es auch »Gewinner« eines sich rasch wandelnden Klimas, beispielsweise sommerwärmegeprägte Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder. Eine Temperaturerhöhung dürfte sich günstig auf diese Lebensraumtypen auswirken. Auch die charakteristischen Tierarten der Eichen-Hainbuchen-Wälder, wie der Große Puppenräuber (*Calosoma sycophanta*), profitieren von einem wärmer und sommertrockener werdenden Klima. Eine Temperaturerhöhung wird jedoch ebenso zu einer weiteren Ausbreitung und höheren Populationsdichten thermophiler und xerothermophiler Arten an der Eiche führen, die bei uns als Schädlinge oder Lästlinge auffallen. Bekannte Beispiele sind hierfür schon jetzt Schwammspinner (*Lymantria dispar*), der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) und der Eichen-Prachtkäfer (*Agrilus biguttatus*; Lobinger und Muck 2007). Wie schnell viele wärmeliebenden Insektenarten selbst von einzelnen Wärmejahren profitieren können und dann bei uns invasionsartig zuwandern, ist bei verschiedenen Insektengruppen gut dokumentiert (z. B. Horion 1938; Müller-Motzfeld 1995).

Das Phänomen der Ausbreitung nach Norden ist jedoch nicht auf südliche, wärmeliebende Arten beschränkt. Selbst für einige nördlich getönte Arten wie das Auerhuhn (*Tatrao urogallus)* erschließen sich im hohen Norden, an ihrer bisherigen nördlichen Verbreitungsgrenze, im Klimamodell neue Lebensräume (EU-Kommission DG Umwelt 2007).

In jedem Fall handelt es sich bei diesen Arten um solche mit einer guten Ausbreitungsfähigkeit, also meist flugfähigen Arten wie die Blaue Holzbiene (*Xylocopa violacea*, Bussler 2007) oder den Bienenfresser (*Merops apiaster*).

»Kommen und Gehen« und doch kein »Nullsummenspiel«

Es gibt zwar neben den Verlieren auch Gewinner einer Klimaerwärmung. Daraus jedoch ein »Nullsummenspiel« für die Artenvielfalt zu konstruieren, wäre falsch: Gewinnen werden ausbreitungsstarke und überwiegend in südlichen Gefilden weit verbreitete Arten.

Besonders kritisch ist, dass unter den Arten, die zu den Verlierern zählen, einige endemische Arten und Unterarten sind, für deren weltweiten Erhalt wir in Mitteleuropa eine besondere Verantwortung haben. Unter den Laufkäfern besitzten beispielsweise die Mehrzahl der europäischen Endemiten (Müller-Motzfeld et al. 2004) eine starke Kältepräferenz, nur wenige sind wärmeliebend.

Ausweichen oder Sterben?

Die Möglichkeit des Ausweichens besteht nur dort, wo Lebensräume räumlich vernetzt und Arten ausreichend mobil sind. Zumal die derzeitige Klimaveränderung um eine Zehnerpotenz schneller vonstatten geht als in früheren, »natürlichen« Warmzeiten, und im Gegesatz zu jenen in einer von Verkehrswegen zerschnittenen Landschaft, sind die Anforderungen an die Mobilität der Arten hoch.

Je weniger mobil eine Art, desto mehr gewinnt die Vernetzung geeigneter Lebensräume an Bedeutung. Für alle betroffenen Lebensräume müssen die Möglichkeiten der »Ausweichmigration« verbessert werden (Normand et al. 2007). Deshalb sind Maßnahmen zur Verbesserung der Kohärenz, wie sie Artikel 10 der FFH-Richtlinie vorsieht, notwendig.

Tausche Temperatur gegen Totholz

Viele Tierarten sind an ein Zusammenspiel verschiedener Faktoren angepasst. Gerät ein Faktor ins Minimum, können ihn teilweise andere Faktoren wieder auffangen. Wird es wärmer, sorgt beispielsweise ausreichende Wasserversorgung oder ein ausreichender Totholzvorrat am Boden für einen Bodenbewohner, der kühl-feuchtes Bodenklima benötigt, für Ausgleich. Wird es jedoch wärmer, und das kühl-feuchte Bodenversteck Totholz fehlt zugleich, geht dieser Art der Lebensraum verloren. Der »Hunger« nach Energieholz verstärkt derzeit in vielen

Wäldern noch den schon stark reduzierten Vorrat an Totholz. Gleiches gilt für den Wasserhaushalt. Nur intensive Anstrengungen in der Moorrenaturierung und bei der Revitalisierung von Quellen und Bruchwäldern werden viele dieser einmaligen Naturschöpfungen und ihre »reliktären« Bewohner schützen. Vom Erhalt der Feuchtbiotope und Moore hängt es in hohem Maße ab, ob wir die heutige biologische Vielfalt unserer Wälder sichern können, oder aber erhebliche Verluste erleiden werden.

»Klimasensible Lebensräume« und ihre stenöken Arten bedürfen aktiven, raschen Handelns ganz besonders dort, wo sie wegen früherer Aktivitäten bereits vorgeschädigt sind und sich daher die Klimaänderung besonders gravierend auswirkt. Die Erfassung, Bewertung und gegebenenfalls Verbesserung des Erhaltungszustandes vor allem der Moore, wie sie derzeit im Rahmen der NATURA 2000-Kartierungen erfolgt, ist dringend erforderlich.

Stenöke Arten weisen einen nur sehr geringen Toleranzbereich im Hinblick auf bestimmte Umweltfaktoren auf. Wenn sich diese Faktoren ändern, verschwinden diese Arten oder erleiden starke Einbußen.

Forstliche Förderung und Forschung

Ausreichende Fördermittel müssen dann rasch für den Schutz und die Renaturierung dieser Lebensräume zur Verfügung gestellt werden. Die Förderung wärmeliebender Lebensgemeinschaften wie z. B. Eichen-Mittelwälder wird derzeit zum Teil mit großem Engagement betrieben, obwohl hier aus Sicht des Klimas geringere Gefahren für den Verlust der Biodiversität drohen. Einer notwendigen Umorientierung der Förderschwerpunkte des Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramm-

Abbildung 4: Entwässerungsgräben sind Gift für die Moore. Das Verschließen der Gräben ist eine wichtige Maßnahme in der Moorrenaturierung. (Foto: E. Lisges, Biolog. Station Rothaargebirge)

mes Wald (VNP Wald) sollten alle Seiten gegenüber offen sein. Um gesicherte Erkenntnisse des Klimawandels auf die Waldgesellschaften und ihre charakteristische Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten, sind weitere Untersuchungen und vor allem auch eine Langzeitbeobachtung ausgewählter Referenzflächen erforderlich. Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) erfasst auf allen 22 bayerischen Waldklimastationen seit vielen Jahren die Vegetation und seit einigen Jahren stellvertretend für die Fauna auch die Gruppe der Laufkäfer sowie die Vogelwelt. Die LWF beteiligt sich auch aktiv am »Biodiversity – Climate and Enviromental Project« (BioKLIM) und wird 2008 begleitend dazu mit einem eigenen Projekt einen Höhen- und Klimagradienten in Naturwaldreservaten des Bayerischen Waldes ökologisch untersuchen.

Literatur

Auf Anfrage beim Verfasser und unter *www.lwf.bayern.de*

Stefan Müller-Kroehling und Heinz Bußler sind Mitarbeiter im Sachgebiet ›Naturschutz‹ der LWF. Dr. Helge Walentowski leitet dieses Sachgebiet. *wal@lwf.uni-muenchen.de*

Das Umweltbundesamt

Infos zu Klima und Klimaschutz
Im Umweltbundesamt werden vielfältige Aspekte des globalen Klimawandels bearbeitet. Die Themenseite Klimaschutz behandelt Klimaänderungen und deren Folgen in den verschiedenen Systemen und Sektoren sowie die internationale Klimapolitik mit der Weiterentwicklung des internationalen Vertragswerkes zum Klimaschutz (Klimarahmenkonvention, Kyoto-Protokoll).

Aktuelle Themen:
Klimaschutz in Deutschland • Internationale Verträge • Extremereignisse durch Klimaänderungen • Internationale Konferenz Co2ol Food – klimafreundlich Kühlen im Supermarkt • Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme • Der Mensch als Klimafaktor • Wie viel CO_2 verursacht Strom aus der Steckdose? • Brüssel: Zweiter Teil des Weltklimaberichts veröffentlicht • Stromsparen für den Klimaschutz! • Bewertung des historischen Klimawandels • Spürbarer Klimawandel auch in Deutschland: Höchste Zeit zur Anpassung red

Informieren Sie sich unter: *www.umweltbundesamt.de*

Climate Change 2007 – der 4. UN-Klimabericht

Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderung (IPCC) hat seinen vierten Sachstandsbericht zum anthropogenen Klimawandel veröffentlicht (www.ipcc.ch)

Annette Menzel

Im neuen IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Report haben über 2.500 wissenschaftliche Gutachter, 800 mitarbeitende Autoren, 450 Leitautoren aus 130 Nationen in 6 Jahren die neuesten Erkenntnisse zum Klimawandel zusammengefasst.

Fünf Uhr morgens, ein großer, stickiger Sitzungssaal. Die Dolmetscherzeit für alle UN Sprachen ist längst abgelaufen. »Extreme precipitation events« sollte durch »heavy precipitation events« ersetzt werden, fordert eine Delegation. Ist die Schlussfolgerung nicht »likely« statt »very likely«? Jede Formulierung wird diskutiert, um Kompromisse gerungen. »If there are no objections, this sentence is accepted«, so bringt der Vorsitzende den Prozess weiter. Aus rund 1.000 Seiten Text jeder der drei Arbeitsgruppen des IPCC wird eine 20seitige Zusammenfassung für Politiker erstellt, die Satz für Satz einstimmig von allen beteiligten Nationen beschlossen wird.

Der erste Band der Arbeitsgruppe I über wissenschaftliche Grundlagen des Klimawandels trifft u. a. folgende Kernaussagen:

- Die globalen atmosphärischen Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas sind als Folge menschlicher Aktivitäten seit 1750 markant gestiegen. Der größte Teil des Anstiegs der globalen Mitteltemperatur in den letzten 50 Jahren ist sehr wahrscheinlich durch den Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen verursacht.
- Zahlreiche weitere langfristige Änderungen wurden beobachtet, wie beim arktischen Meereis sowie in den Niederschlagsmengen, im Salzgehalt der Ozeane, in Windmustern und bei Aspekten von extremen Wetterereignissen wie Trockenheit, Starkniederschlägen, Hitzewellen und der Intensität von tropischen Wirbelstürmen.
- Für die nächsten zwei Jahrzehnte wird in vielen Szenarien eine Erwärmung von 0,2 °C pro Jahrzehnt projiziert. Selbst wenn die Konzentrationen aller Treibhausgase und Aerosole auf dem Niveau des Jahres 2000 konstant gehalten würden, wäre eine weitere Erwärmung von 0,1 °C pro Jahrzehnt zu erwarten. Die besten Schätzungen für den Temperaturanstieg Ende dieses Jahrhunderts liegen zwischen 1,8 °C (Szenario B1, Bandbreite von 1,1 °C bis 2,9 °C) und 4,0 °C (Szenario A1FI, Bandbreite 2,4 °C bis 6,4 °C).

Der Bericht der Arbeitsgruppe II des IPCC spiegelt den wissenschaftlichen Kenntnisstand zu den Auswirkungen klimatischer Änderungen auf natürliche, bewirtschaftete und menschliche Systeme, ihre Anpassungsfähigkeit und Verwundbarkeit wider. Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen sind demnach dringlich, um schlimmste Auswirkungen und Risiken zu verringern. Wichtige Ergebnisse sind dabei:

- Der Klimawandel ist bereits heute spürbar: Beobachtungsdaten von allen Kontinenten und den meisten Ozeanen zeigen, dass viele natürliche Systeme bereits auf regionale Klimaänderungen – insbesondere gestiegene Temperaturen – reagiert haben. Beispiele für diese Auswirkungen sind Vergrößerung von Gletscherseen, Instabilität von Permafrostböden, zunehmend früher eintretende Frühlingsereignisse, wie Blattentfaltung oder Eiablage. Die Verbreitungsgebiete von Pflanzen- und Tierarten verschieben sich polwärts und in höhere Lagen. In der Forstwirtschaft werden Veränderungen im Störungsregime von Wäldern aufgrund von Feuer und Schädlingen beobachtet. Aktuelle Auswirkungen auf den Menschen umfassen erhöhte Sterblichkeit in Europa und Asien während lang andauernder Hitzewellen, verändertes Vorkommen von Krankheitsüberträgern wie Stechmücken und Zecken sowie verstärkte allergene Pollenbelastung. Neu ist, dass global diese Folgen direkt auf die anthropogenen Treibhausgase zurückgeführt werden können.
- Potenzielle Klimafolgen werden zum ersten Mal im Zusammenhang mit der erwarteten Temperaturerhöhung präsentiert. Besonders gefährdete Systemen sind alpine und mediterrane Ökosysteme, boreale Wälder, flache Küstenregionen, Korallenriffe, Wasserressourcen in ariden Ländern, Landwirtschaft in (sub)tropischen Regionen und die menschliche Gesundheit.
- In Europa werden die Klimafolgen die regionalen Nord-Süd-Unterschiede verstärken. In Mitteleuropa wird abnehmender Sommerniederschlag zu stärkerem Wasserstress führen. Gesundheitsrisiken durch Hitzewellen können zunehmen. Das Waldwachstum wird abnehmen und Moorbrände werden häufiger. In Südeuropa werden zusätzlich mehr Flächenbrände, geringere Ernteerträge und Wasserverfügbarkeit erwartet. Besondere Folgen werden durch häufigere Extremereignisse, wie Sturzfluten, winterliche Hochwässer, Überschwemmungen und Dürren erwachsen.

Der Bericht der Arbeitsgruppe III beurteilt wissenschaftliche, technische, umweltrelevante, wirtschaftliche und soziale Aspekte einer Verminderung der Klimaänderung. Er zeigt, mit welchen Maßnahmen sich die Erwärmung auf einen Anstieg um 2 bis 3 °C begrenzen lässt. Die wichtigsten Maßnahmen des UN-Berichts betreffen dabei die Energieversorgung und die Gebäudedämmung.

Prof. Dr. Annette Menzel leitet das Fachgebiet für Ökoklimatologie an der TUM. *menzel@forst.tu-muenchen.de*

Bäume für die Zukunft

Baumartenwahl in den Zeiten des Klimawandels

Christian Kölling

Für die ökonomische und ökologische Zukunft eines Waldbestandes ist die Baumartenwahl von größerer Tragweite als jede andere Entscheidung im Forstbetrieb. Nur selten machen wir uns bewusst, welche Möglichkeiten bei einer Fehlentscheidung auf diesem Gebiet vergeudet werden und welche Folgekosten entstehen können. Schon unter Normalbedingungen verdient die Baumartenwahl höchste Aufmerksamkeit. Mit dem Einsetzen des Klimawandels hat sich die Situation erheblich verschärft. Baumarten, die bisher an ihren Standort gut angepasst waren, geraten schon jetzt und erst recht in Zukunft an die Grenzen ihrer Möglichkeiten. Was sich früher als richtiges Vorgehen bewährt hatte, kann unter den neuen Vorzeichen falsch oder zumindest riskant sein.

Baumartenwahl wird nach dem Steckkastenprinzip betrieben. Die Baumarten mit ihren Ansprüchen an die Qualität des forstlichen Standorts (Boden und Klima) sind die charakteristisch geformten Klötzchen des Steckkastens (Abbildung 1). Die Ansprüche der Baumarten vergleicht man mit dem Angebot an Standortseigenschaften, das die in Frage stehenden Flächen bieten. Die Standorte entsprechen den Öffnungen des Steckkastens. Stimmen Standortsansprüche und Standort überein, eignet sich die Baumart für den Anbau, das Klötzchen passt in den Steckkasten. So gut die Theorie, so schwierig die Praxis.

Wahrheit und Methode

Tatsächlich sind die vorhandenen Grundlagen für das geschilderte Verfahren der Baumartenwahl oft weniger tragfähig als gedacht. Welche Quellen nutzen wir, um die Standortsansprüche der Baumarten kennen zu lernen? Zählen wir sie auf:

Abbildung 1: Baumartenwahl nach dem Steckkastenprinzip; die Baumarten sind die Klötzchen, die Waldstandorte die Öffnungen des Steckkastens. (Foto: Brio)

- *Versuch und Irrtum:* Viele Baumarten werden im laufenden Betrieb ausprobiert, die Überlebenden und im Daseinskampf Bewährten gelten als angepasst.
- *Örtliche Erfahrungen:* Jeder hat im Laufe seines Berufslebens erfolgreiche Anbauten gesehen, gewinnt daraus Erfahrungen und erkennt Gesetzmäßigkeiten. Im Idealfall werden die Erfahrungen von Generation zu Generation weitergegeben, z. B. in Form von Revierchroniken. Auch in den Textbänden zur Standortserkundung, den Standortsoperaten, finden sich häufig Erfahrungswerte zu den Baumartenansprüchen aufgezeichnet.
- *Lehrbuchwissen:* Man ist erstaunt, wie wenig Greifbares man zu den Standortansprüchen der Baumarten in den forstlichen Lehr- und Handbüchern findet. Offenbar ist es auf diesem Gebiet besonders schwierig, überörtlich gültige Wahrheiten zu formulieren.
- *Anbauversuche:* Wissenschaftlich angelegte, begleitete und auf die Fragestellung der Standortsansprüche ausgewertete Anbauversuche existieren in geringerem Umfang als zumeist angenommen. Man bedenke auch den enormen Zeitbedarf solcher Versuche, wenn verlässliche Daten geliefert werden sollen.

Betrachtet man die Gesamtheit dieser Quellen, stellt man fest, dass die Erkenntnisse zu den Standortsansprüchen unserer Baumarten vor allem auf Erfahrung beruhen. Bei konstanten Umweltbedingungen ist wenig dagegen einzuwenden, die Baumartenwahl auf Erfahrungen zu stützen. Der Klimawandel aber stellt das über Förstergenerationen hin angehäufte Erfahrungswissen auf eine ernste Probe. Keiner von uns und unseren Förstervorfahren war Zeuge eines Klimawandels der Geschwindigkeit und Größenordnung, wie er uns jetzt ins Haus steht. Wenn sich der Blick unter den Vorzeichen des Klimawandels in die Zukunft richtet, ist daher weniger Erfahrung, sondern vermehrt Wissenschaft gefragt:

- Das Verfahren *Versuch und Irrtum* ist für die Zukunft viel zu risikoreich und vor allem unwirtschaftlich.
- *Örtliche Erfahrungen* gelten für Vergangenheit und Gegenwart, aber nicht für eine Zukunft mit veränderten Rahmenbedingungen.

- *Lehrbuchweisheiten* sind für die neuen Verhältnisse viel zu wenig präzise.
- *Anbauversuche* unter den neuen Bedingungen müssen zumeist erst angelegt werden. Die Ergebnisse treffen Jahrzehnte später ein, wenn der Klimawandel seinen Höhepunkt erreicht hat. Außerdem ist es schwierig und teuer, alle wichtigen Kombinationen von Baumarten und Standortsfaktoren in derartigen Versuchen abzubilden.

Unter den Anforderungen des Klimawandels wächst die Notwendigkeit, viel mehr als bisher die Baumartenwahl wissenschaftlich zu begründen und aus der Sphäre der Erfahrungsentscheidung heraus zu führen. Viel Zeit bleibt uns dafür nicht, denn jede Schadfläche, jede regulär verjüngte Fläche verlangt hier und jetzt eine Entscheidung über die zu beteiligenden Baumarten. Diese müssen sich zumeist bis über das Jahr 2100 hinaus bewähren, wenn alle Klimaszenarien schon abgelaufen sein werden.

Ökologische Nischen und Klimahüllen

Einen Ausweg aus der Krise der Baumartenwahl bietet uns die ökologische Nischentheorie. Sie besagt, dass verschiedene Umweltfaktoren Vorkommen und Vitalität einer Art definieren. Das Zusammenspiel der Umweltfaktoren umgrenzt einen mehrdimensionalen Raum, innerhalb dessen sich die jeweilige Art wohl fühlt. Wie kommt man zur Abgrenzung der ökologischen Nische? Man beobachtet die Art unter allen gegebenen Umweltbedingungen, trägt das Vorkommen oder die Vitalität gegen die am Ort des Vorkommens gemessenen Umweltfaktoren auf und berechnet daraus die Grenzen des mehrdimensionalen Raums der Nische. In Abbildung 2 ist beispielhaft eine zweidimensionale Nische mit den Größen *Jahresdurchschnittstemperatur* und *Jahresniederschlagssumme* für die Baumart Tanne dargestellt. Hierzu wurden über 730.000 Rasterzellen innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Tanne nach Jahrestemperatur und Jahresniederschlagssumme ausgewertet. Aus dieser graphischen Zusammenstellung, der »Klimahülle«, erkennen wir, unter welchen klimatischen Bedingungen die Tanne in ihrem Verbreitungsgebiet existiert. Wenn wir das Ganze für andere Baumarten wiederholen, hätten wir mit den Klimaansprüchen die Form der Klötzchen für unseren Steckkasten. Die Formen der Aussparungen des Steckkastens ergeben sich analog: wir charakterisieren unser Anbaugebiet, in diesem Fall die Waldfläche Bayerns, gleichfalls anhand der Sammlung der Klimainformationen auf den bewaldeten Rasterzellen: einmal mit den Klimawerten der Gegenwart und ein zweites Mal mit den Werten eines Klimaszenarios der Zukunft. Wir erhalten auch hier zweidimensionale Klimahüllen (orange gemusterte Fläche bzw. rot umrandete Fläche in Abbildung 2). Die entscheidende Frage lautet nun: Passen die Klimaansprüche der Tanne zum derzeitigen und zukünftigen Klimaangebot auf der Waldfläche Bayerns? Wie Abbildung 2 zeigt, stimmt die Klimahülle der Tanne unter den zugrunde gelegten Annahmen gegenwärtig nahezu perfekt (99,6 % !) mit der Klimahülle Bayerns überein. Zukünftig wird sich aber die Übereinstimmung verschlechtern. In einigen Regionen Bayerns wird es zu warm und zu trocken für diese Baumart. Die aufgrund des Klimawandels bedingte Veränderung der Übereinstimmung der Klimahüllen der Baumarten mit den Klimahüllen Bayerns lässt

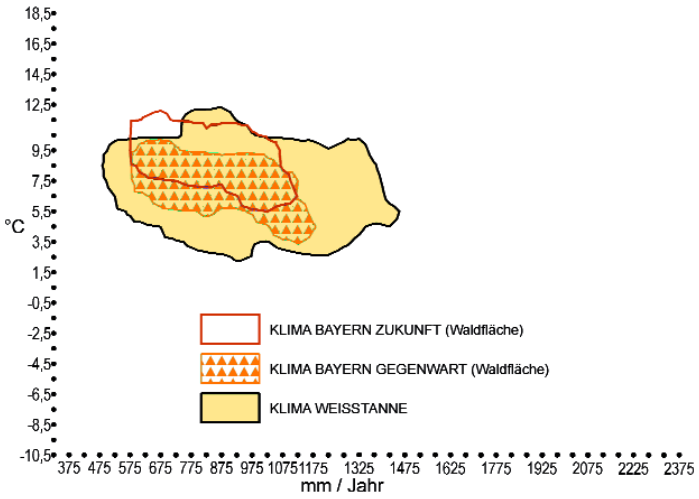


Abbildung 2: 95%-Klimahüllen für die Weißtanne (gelb), das gegenwärtige (orange gemustert) und das zukünftige (rote Linie) Klima auf der Waldfläche Bayerns

Übereinstimmung der Klimahüllen von 16 Waldbaumarten mit dem gegenwärtigen und zukünftigen Klima auf der Waldfläche Bayerns (Tabelle 1)

Baumart	Übereinstimmung		Differenz
	1950–2000 (%)	2071-2100 (%)	(%)
Douglasie (Herkünfte der Importgebiete)	8	54	+46
Flaumeiche	54	93	+39
Winterlinde	67	84	+17
Sandbirke	73	88	+15
Stieleiche	81	93	+13
Esche	88	97	+9
Spitzahorn	84	93	+9
Esskastanie	90	99	+9
Traubeneiche	90	98	+8
Sommerlinde	90	97	+7
Rotbuche	97	100	+2
Bergahorn	99	100	+1
Douglasie (alle Küstenherkünfte)	100	100	±0
Weißtanne	100	82	-18
Waldkiefer	63	26	-37
Eur. Lärche	76	26	-51
Fichte	83	17	-65

sich auch in Zahlen ausdrücken (Tabelle 1). Wärmeliebende Baumarten erzielen im Klimawandel eine größere Übereinstimmung mit den in Bayern herrschenden Bedingungen, kälteliebende Baumarten verlieren an Übereinstimmung. Unter den gegenwärtigen Bedingungen beispielsweise stimmen die Ansprüche der Tanne mit dem Angebot auf der Waldfläche Bayerns überein, in der Zukunft werden es unter den gemachten Annahmen nur noch 82 % sein, die Übereinstimmung reduziert sich um 18 %.

Karten für die Zukunft

Nun ist zwar interessant, welche Veränderungen sich auf der Summe der bayerischen Waldfläche abspielen. Für die Baumartenwahl vor Ort helfen die Klimahüllen allein jedoch wenig. Hierzu sind Karten der zukünftigen Klimabedingungen zu erstellen und für jede Rasterzelle ist zu überprüfen, ob die von den Klimahüllen der Baumarten vorgegebenen Anbaubedingungen erfüllt sind oder nicht. Abbildung 3 zeigt, welche Flächen gegenwärtig und zukünftig innerhalb der Klimahülle der Tanne liegen.

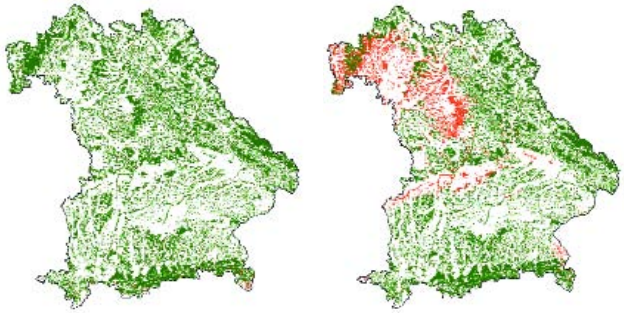


Abbildung 3: Kartendarstellung der Klimahüllen in Abbildung 2 für das Klima 1950–2000 (links) und für ein mögliches Klima 2071–2100 (rechts). Flächen mit nicht übereinstimmendem Klima sind rot markiert.

Was ist zu tun?

Die Bestimmung der ökologischen Nischen unserer Waldbaumarten ist weiter zu verfeinern. Es ist notwendig, sowohl die Datengrundlage zu verbessern als auch weitere Faktoren, darunter auch Bodeneigenschaften, einzubeziehen. Statistische Verfahren müssen die mehrdimensionalen Räume zutreffend und mit kalkulierter Ungewissheit beschreiben. Damit wären die Standortsansprüche unserer Waldbäume und ihr charakteristischer »Wohlfühlbereich« nach den Regeln der Wissenschaft beschrieben.

Wenn wir das neu hergeleitete Wissen über die Standortansprüche der Baumarten auf die einzelnen Waldbestände in Bayern anwenden wollen, dann kommen wir nicht umhin, unsere vorhanden Standortskarten zu modernisieren. Für jeden Umweltfaktor, der die Wohlfühlbereiche unserer Baumarten definiert, brauchen wir entsprechende Informationen in Karten. Nur dann können wir überprüfen, ob eine örtliche Situation innerhalb oder außerhalb der ökologischen Nische liegt. Eine großer Anspruch, ohne dessen Erfüllung jedoch der klimagerechte Waldumbau nicht gelingen wird.

Gäste willkommen?

Selbstverständlich kann man das geschilderte Verfahren auch auf außereuropäische Gastbaumarten ausdehnen. Hier hilft der ökologische Blick in die Heimatländer, um mit den dortigen Umweltdaten verlässliche ökologische Nischen abzuleiten. Wenn wir Misserfolge vermeiden wollen, müssen wir die Standortsansprüche der Gastbaumarten mit allen ihren Wechselwirkungen besonders gut studieren und alle mit ihrem Anbau möglicherweise verbundenen Nebenwirkungen bedenken. »Vorsicht ist die Mutter der Baumartenwahl«, dieser Satz gilt ganz besonders für die Gastbaumarten, deren ökologisches Verhalten unter mitteleuropäischen Bedingungen nicht in einer langen Bewährungszeit erprobt ist. Völlig falsch wäre es, in einer panischen Reaktion auf den Klimawandel weit hergeholte Gastbaumarten ohne sorgfältige Prüfung zur Lösung der Probleme zu verwenden. Sowohl bewährte als auch neue Baumarten haben sich einer strengen Prüfung auf ihre Tauglichkeit zu unterziehen. Die Baumartenwahl darf kein Glücksspiel sein, sondern eine auf wissenschaftlicher Grundlage betriebene seriöse Betriebsentscheidung.

Literatur

Kölling, C.; Ammer, C. (2006): *Waldumbau unter den Vorzeichen des Klimawandels. Zahlen der Bundeswaldinventur zeigen Anpassungsschwerpunkte.* AFZ/Der Wald 61, S. 1086–1089

Kölling, C.; Zimmermann, L. (2007): *Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber Klimawandel.* Gefahrstoffe–Reinhaltung der Luft 67(6), S. 259–268

Kölling, C.; Zimmermann, L.; Walentowski, H. (2007): *Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? Entscheidungshilfen für den klimagerechten Waldumbau in Bayern.* AFZ/Der Wald 62, S. 584–588

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet ›Standort und Bodenschutz‹ der LWF. *koe@lwf.uni-muenchen.de*

Dossier Klimawandel in www.waldwissen.net

Das Informationsportal für alle am Wald Interessierten hat ein Dossier zum Thema Klimawandel zusammengestellt. Die Beiträge spannen einen weiten Bogen von »A« wie Anpassung bis »W« wie Waldbaukonzept.

www.waldwissen.net
Informationen für die Forstpraxis

Bedeutung der Herkunft beim Klimawandel

Genetische Ausstattung der Waldbäume ist Grundlage für ihre Anpassungsfähigkeit

Monika Konnert

Der Klimawandel geht rasch voran. Für unsere Baumarten wird die Situation schwieriger sein als nach der letzten Eiszeit. Ihre Anpassungsfähigkeit, die maßgeblich von ihrer genetischen Ausstattung abhängt, wird in fast allen Klimaszenarien leider nicht berücksichtigt. Aber der Mensch könnte helfen: Erstens über den künstlichen Transfer von forstlichem Vermehrungsgut und zweitens, indem er die Erforschung der genetischen Diversität weiter intensiviert.

Waldbäume können sich über genetische Prozesse wie Migration, Genfluss und natürliche Auslese an neue Bedingungen anpassen. Diese Anpassungsfähigkeit wird bei fast allen Modellen und Szenarien zur Klimaänderung und Baumartenverteilung nicht oder zu wenig berücksichtigt. Die entscheidende Frage ist, wie schnell diese Anpassung ablaufen kann.

Insbesondere zwei wichtige Datenquellen belegen die Fähigkeit der Baumarten, sich an veränderte Bedingungen (auch klimatischer Art) anzupassen:

- *Anbau- und Einbringungsversuche* bestätigen, dass ein Transfer von Baumarten über große Strecken möglich ist und in den meisten Fällen zu einer schnellen Differenzierung (Entstehung lokaler Rassen oder Populationen) und damit Anpassung an die neuen Bedingungen führt.
- *Langjährige Herkunftsversuche* zeigen, dass die einzelnen Individuen einer Population eine hohe individuelle Plastizität und die Populationen eine große Anpassungsspanne aufweisen. Sie können sowohl auf Veränderungen der Temperatur als auch auf Veränderungen der Niederschläge unterschiedlich reagieren.

Zusätzlich ermöglichen inzwischen genetische Laboruntersuchungen eine schnelle Bestimmung des Ausmaßes an genetischer Variation innerhalb der und zwischen den Populationen. Auf diese Weise lassen sich Ähnlichkeit und Unterschiedlichkeit in den Erbanlagen erkennen.

Beispiel Douglasie

Die Douglasie wird bei uns seit etwa 120 Jahren angebaut. Dieser Zeitraum bietet die Möglichkeit, abzuschätzen, wie schnell Anpassungsvorgänge ablaufen können, und zeigt gleichzeitig, wie der Anbauerfolg von der Wahl der passenden Herkunft abhängt. Zahlreiche Anbau- und Herkunftsversuche, darunter 24 Flächen in Bayern, belegen, dass sich in Süddeutschland unter den derzeitigen Klimabedingungen die Grüne Douglasie, d. h. Küstenherkünfte, zum Anbau gut eignet. Demgegenüber wächst die Graue Douglasie aus dem Inland der USA bei uns weit weniger gut und ist sehr anfällig für die Nadelschütte. Die ältesten Douglasien-Provenienzversuche zeigen die klare Überlegenheit der Grünen Douglasie. Bis zum Alter 80 weist sie mit 1708 m³/ha eine mehr als doppelt so hohe Gesamtwuchsleistung auf als die beste Herkunft der Grauen Douglasie. Der wirtschaftliche Verlust bei falscher Herkunft ist sehr hoch. Graue und Grüne Douglasie kann man heute mit Hilfe von Laboruntersuchungen eindeutig trennen. In Bayern gibt es Bestände beider Rassen mit hoher, aber auch geringer genetischer Diversität. Ein Teil davon ist zur Saatguternte zugelassen. Derzeit werden alle Douglasien-Erntebestände in Bayern genetisch überprüft. Die Ergebnisse zur Rassenzugehörigkeit und Diversität werden in die Entscheidung zur Aufrechterhaltung oder Aberkennung der Zulassung einfließen. Ziel ist es sicherzustellen, dass mit dem bei uns geernteten Saatgut auch weiterhin leistungsfähige und anpassungsfähige Douglasienpopulationen begründet werden können.

Abbildung 1: Douglasien-Saatguterntebestand im Premeuseler Wald bei Presseck/Oberfranken, derzeit wird die genetische Diversität in allen Saatguterntebeständen untersucht. (Foto: M. Luckas)

Beispiel Rotbuche

In Mitteleuropa besitzt die Buche eine vergleichsweise hohe genetische Variation. Daraus lässt sich ein erhebliches Anpas-

sungspotenzial ableiten. Die genetische Differenzierung, so wie sie mit Genmarkern bestimmt werden kann, ist zwischen Beständen in Mitteleuropa gering. Die heute verfügbaren Genmarker sagen jedoch nichts über Anpassungsfähigkeit aus. Daher müssen solche Feststellungen mit Feldversuchen ergänzt werden. Darin zeigen sich durchaus Unterschiede im Wuchsverhalten und in der phänotypischen Ausprägung der Herkünfte.

So ist z. B. in einem Herkunftsversuch (Alter acht Jahre) im Fichtelgebirge die slowenische Herkunft Postojna Javor wüchsiger als zwei Herkünfte aus Ebrach, die Schwarzwaldherkunft Urach und die holländische Herkunft Aarnink. Die slowenische Herkunft hat aber deutlich mehr Ausfälle als die Herkünfte aus Ebrach zu verzeichnen (Abbildung 2). Isoenzymuntersuchungen am Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht zeigen, dass sie sich durch eine vergleichsweise hohe genetische Variation und einen hohen Grad an Gemischterbigkeit auszeichnet. Die Ausfälle sind zwar hoch, die überlebenden Pflanzen wachsen aber sehr gut. Der Versuch wird zeigen, ob der hier ablaufende Prozess letztendlich zu einer gut angepassten Population führt.

Beispiel Tanne

Im Gegensatz zur Buche ist die Tanne eine Baumart mit ausgeprägten genetischen Unterschieden zwischen den Herkünften. So weisen z. B. in Bayern Herkünfte aus dem Frankenwald/Fichtelgebirge eine deutlich geringere genetische Diversität auf als Herkünfte aus dem Alpenraum.

Großräumig unterscheiden sich Herkünfte aus Osteuropa in ihrer genetischen Zusammensetzung deutlich von solchen aus Mitteleuropa. In den Herkunftsversuchen aus Bayern bewähren sich Herkünfte aus Ost- und Südosteuropa (Karpaten, Slowakei, Rumänien) wegen ihrer geringen Ausfälle und ihrer guten Wuchsleistung. Sie kommen aus einem Klima, das kontinentaler ist als unseres, mit wärmeren und trockeneren Sommern und kälteren Wintern. Sie könnten sich bei den erwarteten wärmeren und trockeneren Situationen bei uns durchaus zum Anbau eignen. Ihre genetische Diversität ist höher als die der meisten mitteleuropäischen Tannenherkünfte, d. h. auch ihr Anpassungspotenzial ist positiv zu beurteilen.

Bedeutung der genetischen Diversität

Im Zuge des Klimawandels kommt es nicht nur auf die Wahl der richtigen Baumart an, sondern auch auf die Wahl der richtigen Herkunft. Als »Herkunft« wird eine in einem begrenzten Teil des Verbreitungsgebietes der Art vorkommende Population bezeichnet. Sie ist gekennzeichnet durch eine bestimmte Ausstattung an Genen (Erbanlagen), die sie befähigt, unter bestimmten Umweltbedingungen zu überleben (Angepasstheit). Sie besitzt aber auch die Fähigkeit, sich auf neue Bedingungen einzustellen (Anpassungsfähigkeit), wenn ihre genetische Diversität ausreichend hoch ist. Große und genetisch variable Baumpopulationen werden mit Sicherheit die größten Chancen zum Überleben haben.

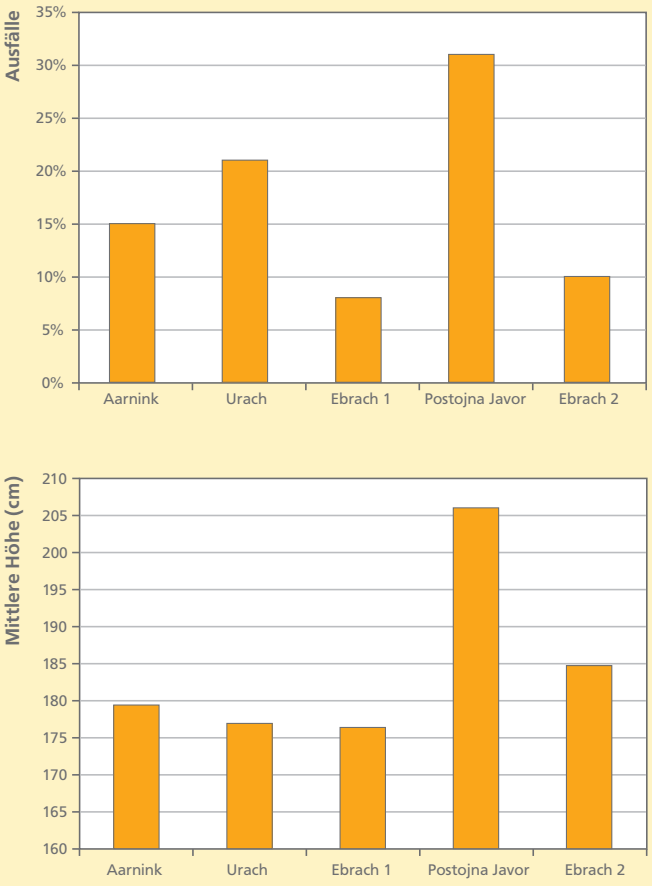


Abbildung 2: Ausfälle und mittlere Pflanzenhöhe bei fünf Herkünften im Buchenprovenienzversuch Fichtelberg

Die Situation zur Anpassung beim derzeitigen Klimawandel wird für die Baumarten komplizierter eingeschätzt als die Anpassung nach der letzten Eiszeit. Zum einen gehen die heutigen Klimaänderungen viel schneller vonstatten als damals, zum anderen ist die natürliche Migration in unserer intensiv genutzten und mit verschiedensten Pflanzenarten besetzten Landschaft schwierig. Der Mensch kann hier aber helfend eingreifen, z. B. mit Hilfe des künstlichen Transfers von forstlichem Vermehrungsgut. Er unterstützt und beschleunigt so die natürliche Migration. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Baumarten nicht nur an Temperatur und Niederschlag, sondern auch sehr stark an die Photoperiode (Tageslänge) angepasst sind. Vor allem letztere wird den künstlichen Transfer eingrenzen.

Leider existieren kaum Daten, die den ökonomischen Wert der genetischen Diversität belegen. Die Sensibilisierung der Öffentlichkeit (Waldbesitzer, Politiker, Entscheidungsträger) für die große Rolle der genetischen Diversität bei der Abschwächung der Auswirkungen der Klimaänderung ist daher schwierig, aber dringend notwendig.

Dr. Monika Konnert leitet das Bayerische Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf. *monika.konnert@asp.bayern.de*

Finanzielle Förderung des Waldumbaues

260.000 Hektar Waldumbauflächen im Privat- und Körperschaftswald in Bayern sind eine gewaltige Herausforderung

Klaus Bernhart

Angesichts der Klimaänderung und ihrer Auswirkungen auf den Wald rückt die Forstverwaltung noch mehr als bisher die Beratung und Förderung der Waldbesitzer beim Aufbau zukunftsfähiger Waldbestände in den Mittelpunkt ihrer Aufgaben. Allein die vorrangig umzubauenden Waldbestände machen bereits 260.000 ha aus. Auch wenn dabei alle Möglichkeiten der standortgerechten Naturverjüngung ausgeschöpft werden, erfordert die Begründung klimaangepasster Laub- und Mischwälder außerordentliche Anstrengungen aller Beteiligten. Ziel ist es, jährlich 9.000 ha Umbauflächen zu realisieren.

Die Försterinnen und Förster der Bayerischen Forstverwaltung beraten und unterstützen die Waldbesitzer in allen Fragen der nachhaltigen und zukunftsfähigen Waldbewirtschaftung und der Förderung. (Foto: R. Günter)

Die finanzielle Förderung privater oder körperschaftlicher Waldbesitzer beim Umbau von Nadelholzreinbeständen zu stabilen Mischbeständen hat in Bayern eine jahrzehntelange Tradition. Zwischen 1987 und 2006 haben der Freistaat, Bund und die EU über 60.000 ha Laub- und Mischwälder mit 223 Millionen Euro gefördert.

Die Klimaänderung stellt die Waldbesitzer nun vor völlig neue Herausforderungen. In nicht wenigen Regionen Bayerns lösen sich Nadelreinbestände rascher auf als bisher angenommen. Auf den entstandenen Kahlflächen gilt es, stabile Laub- und Mischwälder zu begründen. Die Verluste der vorzeitigen Bestandsauflösung und die Kosten der notwendigen Neupflanzungen führen bei den Waldbesitzern zu erheblichen finanziellen Belastungen. In den trocken-warmen Regionen Bayerns wird die Baumart Fichte klimabedingt auf den allermeisten Standorten keine bestandsbildende Rolle mehr spielen können. Insbesondere Schadinsekten wie Borkenkäfer oder Fichtenblattwespe erlauben dort künftig keine erfolgreiche Fichtenwirtschaft mehr.

Trotz gewisser Unsicherheiten über die künftige Entwicklung müssen Waldbesitzer heute beraten werden und müssen heute über ihren Wald von morgen entscheiden. Das erfordert Weitsicht und Mut zur Investition. Eine lösungsorientierte Beratung, finanzielle Förderung und angepasste Schalenwildbestände können die Waldbesitzer dabei unterstützen.

Die klimatischen Veränderungsprozesse beruhen ganz wesentlich auf menschlichen Ursachen. Deshalb gewährt der Staat den Waldbesitzern, die bei der Wiederaufforstung von Schadensflächen zukunftsfähige Laub- oder Mischbestände begründen oder vorsorgend aktiven Waldumbau betreiben, beträchtliche finanzielle Zuwendungen. Denn auch Staat und Gesellschaft haben ein hohes Interesse an standortgemäßen, stabilen und leistungsfähigen Wäldern.

Waldumbau ist Zukunftsvorsorge

Der dringend notwendige Waldumbau auf rund 260.000 ha besonders gefährdeter Waldbestände in den kommenden Jahrzehnten wird nur möglich sein, wenn

- die staatliche Beratung und finanzielle Förderung intensiviert werden kann und vom Waldbesitzer angenommen wird,
- private und körperschaftliche Waldbesitzer den nötigen Waldumbau auch aus Eigeninteresse umsetzen wollen,
- angepasste Schalenwildbestände und minimierte Aufwendungen für Waldschutz gegen Wild die Kosten des Waldumbaus für den Waldbesitzer auf das erforderliche Mindestmaß begrenzen und
- die notwendigen Erstinvestitionen durch finanzielle Förderung erleichtert werden.

Der Zeithorizont für die Umsetzung dieser vordringlichen Aufgabe sollte 30 Jahre nicht überschreiten. Dafür müssen jährlich rund 9.000 ha Waldumbau realisiert werden. Dies wird zum Kraftakt für alle Beteiligten, für die Forstverwaltung bei Beratung und Förderung ebenso wie für die Waldbesitzer beim Umbau der betreffenden Waldbestände. Das Vorsorgeprinzip sollte dabei grundsätzlich im Vordergrund stehen, auch wenn immer häufiger eintretende Schadensereignisse zur Nachsorge, zur notwendigen Reparatur zwingen.

Klaus Bernhart leitet das Referat ›Privat- und Körperschaftswald‹ des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten.
klaus.bernhart@stmlf.bayern.de

Waldbesitzer – aufgepasst!
Finanzielle Förderung in Bayern

Sie wollen sich als Waldbesitzer beim Aufbau zukunftsfähiger Wälder, beim Wegebau oder Naturschutz im Wald engagieren? Dann wird Ihnen dieses Engagement, das sie zum Wohl der Allgemeinheit über das Eigeninteresse hinaus erbringen, finanziell honoriert. Außerdem erhalten Sie Unterstützung bei Katastrophenschäden.

Die finanzielle Förderung von EU, Bund und Freistaat soll einen Anreiz bieten, notwendige Maßnahmen auch dann durchzuführen, wenn sie nicht kostendeckend sind. Das Bewirtschaftungsinteresse ist der Garant für die Pflege und den Schutz des Waldes und somit für den dauerhaften Erhalt seiner Schutz- und Erholungsfunktionen.

Ansprechpartner zum Förderantrag und aktuellen Stand der Förderung sind unsere Revierförster am Amt für Landwirtschaft und Forsten vor Ort.

Folgende Förderprogramme stehen zur Verfügung:

- Waldbauliche Maßnahmen (WALDFÖPR 2007)
- Walderschließung (FORSTWEGR 2007)
- Förderung der forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse (FORSTZUSR 2007)
- Maßnahmen des Natur-, Biotop- und Artenschutzes im Wald (Vertragsnaturschutzprogramm Wald VNPWaldR 2007)

zum Beispiel: WALDFÖPR 2007

Folgende waldbauliche Maßnahmen fördert WALDFÖPR:

2.1 Waldumbau

2.1.1 Wiederaufforstung (inkl. Vorbau und Umbau)
Gefördert wird die Verjüngung von Wald mit Laubbäumen im Rahmen einer Wiederaufforstung durch Pflanzung oder Saat.

2.1.2 Unterbau, Unterpflanzung, Nebenbestand
Gefördert wird der Unterbau von Beständen, die Unterpflanzung in verlichteten erhaltenswerten Beständen und die Begründung eines Laubnebenbestandes.

2.1.3 Nachbesserung
Gefördert wird die einmalige Nachbesserung in geförderten Waldumbaumaßnahmen nach den Nrn. 2.1.1 und 2.1.2 dieser Richtlinie auf der gesamten ausgefallenen Fläche während der Bindefrist.

2.1.4 Naturverjüngung
Gefördert wird der Erhalt bereits gesicherter, standortgemäßer Naturverjüngungen als Misch- oder Laubbestand.

2.1.5 Räumen bei Umbau
Gefördert wird das Räumen des für einen Umbau hinderlichen Bestandes, wenn der Umbau auf eine vom Waldbesitzer nicht zu vertretende Zwangslage zurückzuführen ist und der Bestand nicht älter als 15 Jahre ist.

2.2 Verstärkte Förderung von Schutz- und Erholungswäldern
Zur Bewirtschaftung von Schutzwäldern nach Art. 10 Abs. 1 BayWaldG und von Erholungswäldern nach Art. 12 BayWaldG wird gemäß Art. 22 Abs. 1 BayWaldG eine verstärkte Förderung gewährt.

2.2.1 Ausgleich erschwerter Arbeitsbedingungen im Schutz- und Erholungswald
Verstärkt gefördert werden die Maßnahmen Nrn. 2.1.1 mit 2.1.4 (Waldumbau ausgenommen Räumen) und Nr. 2.4.1 (Jugendpflege) zum Ausgleich der erschwerten Arbeitsbedingungen bei der Verjüngung und Pflege.

2.2.2 Ausgleich erhöhter Bringungskosten im Schutzwald
Zum Ausgleich der erhöhten Kosten, die in Verbindung mit einer Seilkranbringung zur Erhaltung und Verbesserung der Schutzfunktionen oder aus Waldschutzgründen entstehen, wird ein Zuschuss gewährt.

Ausführliche Informationen erhalten Sie an den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten sowie unter *www.forst.bayern.de.*

Klima-Konzept für den Staatswald

Bis 2012 beplant die Bayerische Staatsforsten alle ihre Forstbetriebsflächen nach dem Programm »Waldumbau zur Anpassung an den Klimawandel«

Margret Möges

Die Bayerische Staatsforsten erstellte im Jahr 2006 – basierend auf dem Modell der ehemaligen Staatsforstverwaltung – das Konzept »Waldumbau zur Anpassung an den Klimawandel«. Darin ist festgelegt, dass auf Standorten mit zeitweise auftretendem Wassermangel keine Waldbestände mit führender Fichte geplant werden. Die Forsteinrichter setzen das Konzept im Zuge der mittel- und langfristigen Forstbetriebsplanung (Forsteinrichtung) um. Das Konzept ist Teil der Vorsorgestrategie des Unternehmens Bayerische Staatsforsten und legt die Schwerpunkte bei Waldumbaumaßnahmen und Investitionen auf besonders »klimasensible« Waldbestände.

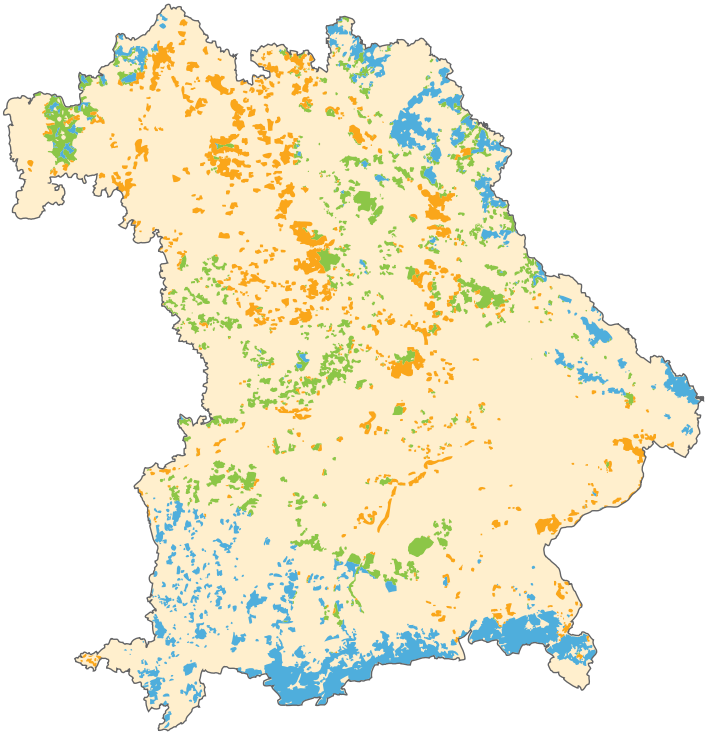


Abbildung 1: Waldflächen der *Bayerischen Staatsforsten*, dargestellt in den Farben der drei Klimazonen [Quelle: Kölling, C.; Ammer, C. (2006): Waldumbau unter den Vorzeichen des Klimawandels. AFZ/DerWald 20, S. 1086–1089, Grafik verändert – Flächen übergroß dargestellt]

Die Forstwirtschaft steht weltweit vor der großen Herausforderung, die Wälder an die sich ändernden Klimaverhältnisse anzupassen. In Bayern bedeutet dies vor allem, die zahlreichen »klimasensiblen« Fichtenreinbestände in widerstandsfähige Mischbestände umzubauen.

Auswahlkriterien für Umbaubestände

Das Konzept »Waldumbau zur Anpassung an den Klimawandel« der *Bayerischen Staatsforsten (BaySF)* gewährleistet, dass Fichtenbestände, die schon heute an der Grenze ihres klimatischen und standörtlichen Vorkommens sind, bevorzugt in Mischbestände umgebaut werden. Die wichtigsten Kriterien für die Auswahl der Umbaubestände sind Klimaregion, Wasserhaushalt, Baumartenanteile und Altersstadium.

Klimaregionen: »Warm-trocken« und »Medium«

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) hat die Waldfläche Bayerns in drei Klimaregionen »Warm-trocken«, »Medium« und »Feucht-kalt« eingeteilt (Abbildung 1). Datengrundlage hierfür ist der Klimaatlas für Bayern (BayFORKLIM 1996). Die Abgrenzung der Klimaregionen erfolgte durch eine Kombination der Klimagrößen: Temperatur in der Vegetationszeit, Niederschläge von Mai bis Oktober und einem berechneten Trockenheitsindex. Besonderes Augenmerk legt das Klima-Konzept dabei auf die Klimaregionen »Warm-trocken« und »Medium«.

Die Klimaregionen beschreiben die regionalklimatischen Verhältnisse, berücksichtigen jedoch keine kleinklimatischen oder standörtlichen Einflüsse, z. B. »Lage am Südhang« oder »Boden mit geringer Wasserspeicherkapazität«. Daher wurden als weiteres Kriterium die Standortsverhältnisse miteinbezogen.

Wasserhaushalt: Standorte mit zeitweise auftretendem Wassermangel

Für den gesamten Staatswald sind detaillierte Standortdaten mit Wasserhaushaltseinstufung verfügbar. Die Wasserhaushaltsstufen stammen aus verschiedenen Kartierperioden und sind regional unterschiedlich skaliert. Deshalb ist eine bayernweit einheitliche Definition von Wassermangelstandorten derzeit noch nicht möglich. In der Regel sind Wassermangelstandorte als trocken, mäßig trocken, mäßig frisch oder wechseltrocken kartiert. In Gebieten mit geringen Sommerniederschlägen zählen auch wechselfeuchte Standorte dazu.

Die Standorte für den Waldumbau werden für jedes Bearbeitungsgebiet gesondert festgelegt und basieren hauptsächlich auf den ausführlichen Beschreibungen in den Standortsoperaten.

Baumartenanteile

Im Konzept Klimawandel werden hinsichtlich der Baumartenanteile zwei Bestandstypen besonders berücksichtigt. Dies sind zum einen »Fichtenbestände mit weniger als 20 % Laubholz« und »Kiefernbestände mit weniger als 20 % Laubholz, die sich natürlicherweise auf Fichte verjüngen würden«.

Fichtenbestände mit geringem Laubholzanteil sind besonders anfällig für Käferbefall und Trockenschäden. In Kiefernbeständen auf Standorten mit besserer Nährstoffversorgung entwickelt sich häufig eine üppige Fichtennaturverjüngung bzw. -zwischenstand. Weil ohne aktives Eingreifen aus diesen Beständen die »Risikobestände« von morgen werden, wählt die *BaySF* sie vorsorglich für einen Umbau aus.

Altersstadium: Verjüngungsbestände

Fichtenbestände werden frühzeitig, in der Regel im Alter von 50 bis 60 Jahren, eingereiht und verjüngt. Mit dem Umbau der Kiefernbestände wird je nach Stammdimension meist jedoch wesentlich später begonnen. Bereits in der Vergangenheit eingereihte Verjüngungsbestände können dann als Umbaubestände ausgewiesen werden, wenn noch Änderungen im Verjüngungsziel möglich sind.

In zehn Jahren über 50.000 ha umbauen

Die ausgewählten Bestände sollen so umgebaut werden, dass sie in der nächsten Bestandesgeneration keine führende Fichte aufweisen. Das Konzept gibt folgende Verjüngungsziele vor:

- in Fi-Beständen:
  mind. 40 % Laubholz *und* max. 50 % Fichte;
- in Kie-Beständen:
  mind. 25 % Laubholz *und* max. 50 % Fichte.

Die Forsteinrichter scheiden die Umbaubestände im Zuge der Forsteinrichtung aus und legen die Verjüngungs- und Pflanzziele fest. Diese Ziele sind Bestandteil der mittel- und langfristigen Forstbetriebsplanung und für die Betriebe verbindlich. Alle drei Jahre wird die Erfüllung der Ziele stichprobenartig im Rahmen des »Naturalen Controllings« überprüft.

Der »Waldumbau zur Anpassung an den Klimawandel« erfolgt zusätzlich zum regulären Waldumbau. Der reguläre Waldumbau umfasst den Aufbau standortsgemäßer, naturnaher, stabiler und leistungsfähiger Mischwälder, wie ihn die Waldbau-Grundsätze der *Bayerischen Staatsforsten* vorsehen. In den nächsten zehn Jahren werden etwa 17.000 Hektar Mischbaumarten über Pflanzung eingebracht. Damit gelingt es, über 50.000 Hektar Fichten- und Kiefernbestände in stabile Mischbestände umzuwandeln. Die geplante Baumartenverschiebung zeigt der Vergleich der Baumartenzusammensetzung aktueller Verjüngungsbestände mit den jeweiligen Verjüngungszielen (Abbildung 2). Zum Beispiel steigt der Buchenanteil in der Verjüngung gegenüber den Altbeständen um zehn Prozentpunkte.

Im Rahmen des Konzepts »Waldumbau zur Anpassung an den Klimawandel« werden mindestens weitere 5.000 Hektar für den Umbau in laubholzreiche Mischbestände ausgewiesen. Aktuell sind bereits über 1.000 Hektar klimarelevante Umbauflächen in den Forstbetrieben München, Wasserburg, Freising, Nordhalben und Rothenkirchen erfasst und beplant. Bis etwa 2012 werden für alle Forstbetriebsflächen Planungen nach diesem Verfahren vorliegen.

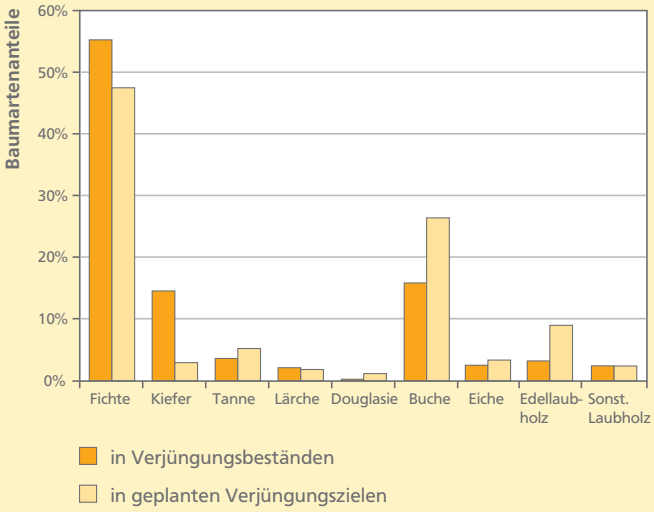


Abbildung 2: Waldumbau (regulär): Vergleich der Baumartenanteile in Verjüngungsbeständen aktuell mit den geplanten Verjüngungszielen (Inventurdaten Staatswald)

BaySF fördert innovative Forschung

Bisher ist aufgrund der Datenlage eine vollständige Erhebung der Umbaubestände über eine reine Datenauswertung nicht möglich. Die Auswahl erfolgt deshalb zweistufig, zuerst über eine Vorauswahl der Standorte, dann durch die Vor-Ort-Begutachtung der Forsteinrichter. Dieses Verfahren sowie die Auswahlkriterien gelten vorläufig bis Ende 2009. Bis dahin

werden sowohl aktualisierte Wasserhaushaltsdaten (siehe Infokasten) als auch neue Ergebnisse aus der Forschung vorliegen.

»Standort-Informationssystem« liefert bayernweit einheitliche Wasserhaushaltswerte

Das Ziel dieses Projektes ist, eine Informationsplattform mit Standortsdaten im erweiterten Sinne für die Waldflächen der *Bayerischen Staatsforsten* aufzubauen. Die terrestrisch kartierten Daten werden um weitere digital verfügbare Umweltinformationen, z. B. Digitales Geländemodell, Klimakarte, Geologische Karte etc. ergänzt.

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft entwickelt in Zusammenarbeit mit der *BaySF* ein Verfahren zur Ermittlung von bayernweit einheitlichen und absoluten Wasserhaushaltswerten. Der Wasserhaushalt wird auf Grundlage bodenphysikalischer, geländephysiologischer und klimatischer Größen neu berechnet. Eine Anpassung der Daten an die sich ändernden Klimawerte ist möglich.

Die *Bayerischen Staatsforsten* unterstützen dafür relevante Forschungsprojekte, z. B.:

- Neue, hoch aufgelöste Klimakarten für Bayern;
- Baumarteneignung und Zuwachsreaktionen bei verstärkter Trockenheit;
- Anbaueignung der Baumarten unter den Vorzeichen des Klimawandels;
- Entwicklung eines Prognoseinstruments auf der Basis des Waldwachstumssimulators SILVA 3.0 zur Unterstützung der Forsteinrichtung;
- Entwicklung neuartiger Planungsmethoden anhand eines Hiebssatz-Optimierungsmodells.

Die beiden letztgenannten Projekte sind Forschungsaufträge der *BaySF* an die Technische Universität München, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde und Lehrstuhl für Waldbau, Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung. Das Ziel ist, den Hiebssatz aus Sicht der Nachhaltigkeit zu optimieren und den Schadholzanfall zu verringern. Mit dem Prognoseinstrument kann der forstliche Planer die Auswirkungen verschiedener Nutzungsalternativen auf Vorrat, Zuwachs und Baumartenanteile testen. Im Optimierungsmodell werden die Bestände u. a. in Risikoklassen eingeteilt, so dass z. B. verschiedene ZE-Szenarien erstellt werden können.

Die Forschungsergebnisse werden nicht nur neue Daten und Erkenntnisse liefern, sondern auch moderne Auswertungs- und Planungsmethoden im Forstbetrieb etablieren. Hierzu zählen v. a. Geo-Informationssysteme und Simulationsmodelle. Auf dieser Grundlage wird das Konzept »Waldumbau zur Anpassung an den Klimawandel« ab 2009 überarbeitet und zu einer umfassenden und fundierten Strategie weiterentwickelt.

Margret Möges ist Mitarbeiterin im Bereich ›Waldbau, Naturschutz, Jagd und Fischerei‹ in der Zentrale der Bayerischen Staatsforsten in Regensburg. *margret.moeges@baysf.de*

LWF und VfS überarbeiten Baumartenempfehlungen

Wer den Wald fit für die Zukunft machen will, muss den Standort richtig einschätzen. V.l.n.r.: Dr. C. Kölling, LWF; Forstminister J. Miller; H. Herold, MdL; S. Spann, VfS (Foto: Dürr)

Standortgerechte Mischwälder sind für den Klimawandel besser gerüstet. Um die bayerischen Waldbauern beim Umbau ihrer Wälder aktiv zu unterstützen, hat Forstminister Josef Miller nun die Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft beauftragt, die Baumartenempfehlungen auf Basis der forstlichen Standortserkundung in Kooperation mit dem Verein für Standortserkundung (VfS) gezielt zu überarbeiten. »Damit erhalten die Waldbauern detaillierte Angaben zu geeigneten Baumarten des jeweiligen Bodens«, sagte der Minister in einem mittelfränkischen Wald bei Wettringen. Miller: »Es gibt keinen Superbaum, wohl aber risikoarme und ökonomische Alternativen.« Vor allem Buche und Eiche, aber auch Esche, Ahorn und Kirsche werden nach Aussage des Ministers künftig eine stärkere Rolle spielen müssen. In Anbauversuchen werde auch die Eignung von Gastbaumarten wie Douglasie und Roteiche untersucht. Landesweit sind 260.000 Hektar vom Nadelholz dominierte Bestände im Privat- und Körperschaftswald vom Klimawandel besonders gefährdet.

Die vorliegenden forstlichen Standortskarten wurden in den vergangenen 23 Jahren erstellt und unterstützen bereits jetzt Waldbesitzer und Förster bei der Artenwahl. Aber nicht nur die fachliche Hilfe zählt: Die Waldbesitzer erhalten auch Finanzhilfen vom Freistaat. Der Aufbau von Laub- und Mischwäldern durch Pflanzung oder Saat geeigneter Baumarten wird mit bis zu 5.200 Euro pro Hektar bezuschusst. Im Vergleich zu den beiden vorangegangenen Jahren wurde die dafür zur Verfügung stehende Förderungssumme um 62 % erhöht. Insgesamt stehen für den Waldumbau 2007 und 2008 rund 23 Millionen Euro Fördermittel zur Verfügung. stmlf

Detailinformationen sind bei den örtlich zuständigen Ämtern für Landwirtschaft und Forsten erhältlich.

Klimawandel für Anfänger

Gute Bücher erleichtern den Einstieg und verschaffen Übersicht

Christian Kölling und Christoph Schulz

Beim Thema Klimawandel ist Globales mit Lokalem, Wissenschaftliches mit Politischem, Ökonomisches mit Ökologischem untrennbar verflochten. Kein Wunder, dass es schwer fällt, die einzelnen Gesichter des Problems einem größeren Zusammenhang unterzuordnen. Selbst wenn man nur vor der eigenen Tür kehrt und sich auf den engeren Kreis der forstwirtschaftlichen Fragestellungen zum Klimawandel beschränkt, ist es wichtig, einen ausreichenden allgemeinen Informationsstand zu halten. Der Blick auf das Ganze erleichtert nicht nur das Verständnis der sektoralen Probleme, er ist auch notwendig, wenn man als einfacher Staatsbürger klimapolitische Entscheidungen verstehen und demokratisch mittragen will.

Wer aufmerksam die Tagespresse verfolgt und sich in Rundfunk und Fernsehen zum Thema ›Klimawandel‹ kundig macht, wird meist nur mit oberflächlichen Informationen versorgt. Das Internet verschafft die Möglichkeit, weitaus tiefer in die Problematik einzudringen. Mit Informationen aus allererster Hand wird man auf den Seiten des Weltklimarates IPCC versorgt (www.ipcc.ch). Dort kann man sich sowohl die umfangreichen, viel diskutierten Berichte als auch die entsprechenden Kurzfassungen herunterladen. Man bekommt auf diese Weise eine weitgehend objektive, von einem Kollektiv von über tausend Wissenschaftlern erarbeitete und politisch abgestimmte Darstellung des jeweils neuesten Kenntnisstandes. Dazu muss man aber sowohl englische Sprachkenntnisse mitbringen als auch die wissenschaftliche Darstellungsweise akzeptieren sowie Vor- und Hintergrundwissen mitbringen. Für viele eilige Leser dürften die Hürden zu hoch sein, um sich auf diese Weise in die Materie einzuarbeiten. Etwas leichter tut man sich mit den deutschsprachigen Berichten des »Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen«. Unter *www.wbgu.de* findet man Gutachten, die als wertvolle, wissenschaftlich fundierte Nachschlagwerke dienen können, selbst wenn einzelne schon etwas veraltet sind.

Klimawissen zum ermäßigten Tarif

Wesentlich leichter gelingt der Einstieg in das vertiefte Verständnis des Klimawandels über populäre Sachbücher. In diesen Druckerzeugnissen ist die Darstellung mehr oder weniger allgemeinverständlich, allerdings erhält man eine vom jeweiligen Autor aufgrund seines Schwerpunkts gefilterte Information. Die Kunst der populären Darstellung besteht im Weglassen und Vereinfachen, dessen sollte man sich bewusst sein und das Risiko einseitiger Information streuen, indem man mehrere Autoren nach- und nebeneinander liest. Für die Leser von *LWFaktuell* stellen wir ohne Anspruch auf Vollständigkeit eine Auswahl von neun Büchern vor. Der Bogen ist von Darstellungen der klimatologischen Grundlagen über die Auswirkungen auf Lebewelt und menschliche Gesellschaften bis hin zu klimapolitischen Appellen gespannt.

Hirngespinst oder Realität?

Die unterschiedlichen Beiträge natürlicher und menschlicher Ursachen des Klimawandels kann nur beurteilen, wer sich tiefer in die Materie der Klimatologie einarbeitet. Da kommt man an den Büchern von Rahmstorf/Schellnhuber *Der Klimawandel* und von Latif *Bringen wir das Klima aus dem Takt?* wohl kaum vorbei. Das letztgenannte ist auch in einer weniger empfehlenswerten Kurzfassung unter dem Titel *Klima* erhältlich. Beide Bücher sind fachlich sehr fundiert und daher nicht gerade einfach zu lesen. Man muss sich mit Atmosphärenchemie, mit Energiehaushalt und Ozeankunde befassen, wird aber dafür mit der Einsicht belohnt, dass die unbequeme Wahrheit des menschengemachten Klimawandels auf unumstößlichen Naturgesetzen beruht. Nicht nur kann der Klimawandel bereits messtechnisch nachgewiesen werden, er lässt sich auch zum größten Teil auf die menschengemachte Erhöhung der Treibhausgaskonzentrationen zurückführen. Sehr hilfreich ist die in beiden Büchern enthaltene Beschäftigung mit den Argumenten der Klimawandel-Skeptiker. Die Widerlegung immer wieder zitierter Behauptungen vereutlicht, dass der Klimawandel mit gutem Gewissen nicht zu leugnen ist.

Ein weniger bekanntes und im Buchhandel nicht so verbreitetes, aufwendig gestaltetes, aber preiswertes Buch gab die Münchener Rückversicherung unter dem Titel *Wetterkatastrophen und Klimawandel* heraus. Daran haben in kurzen informativen und hervorragend bebilderten Beiträgen nahezu alle Autoren von Rang und Namen mitgewirkt. Der Leser wird objektiv, umfassend und verständlich mit den verschiedenen Aspekten des Themas vertraut gemacht. Ein Geheimtipp!

Zieht euch warm an!

Horrorszenarien besitzen einen hohen Unterhaltungswert. Insofern ist Skepsis angebracht, wenn die zukünftigen Folgen des Klimawandels in schreienden Farben geschildert werden. Man darf aber bei aller Abneigung gegenüber Bildern wie im Film *The Day After Tomorrow* nicht übersehen, dass der Kli-

mawandel bereits stattfindet und erste Reaktionen in der belebten und unbelebten Umwelt zu verzeichnen sind. Das Abschmelzen der Gletscher ist das augenfälligste Beispiel für die Vorgänge, die durch den globalen Temperaturanstieg ausgelöst werden. Solche Beispiele von Verwundungen der Biosphäre durch Klimawandel werden hervorragend in den Büchern von Flannery und Rebetez dargestellt. Die Stärke des Buchs *Wir Wettermacher* von Flannery (besprochen in *LWF aktuell* Nr. 56) liegt in den zahlreichen Schilderungen von klimabedingten Vorgängen im Tier- und Pflanzenreich. Daneben erfährt man aber auch viel über die klimatologischen Hintergründe und die Auswirkungen auf menschliche Gesellschaften. Wer sich hier am etwas missionarischen und drastischen Stil stört, ist mit der sachlicheren Darstellung im Buch *Helvetien im Treibhaus* von Rebetez gut bedient. Es ist speziell für bayerische Leser kein Nachteil, dass Rebetez den Schwerpunkt auf die Verhältnisse der Schweiz legt. Gerade die Gebirgsregionen werden neben den Küsten Brennpunkte sein, wenn man die Auswirkungen des Klimawandels betrachtet. Sehr nachdenklich bleibt der Leser zurück, wenn er erfährt, welche verschiedenen Lebensbereiche schon bei wenigen Grad Temperaturerhöhung zum Teil empfindlich beeinflusst werden.

Es muss etwas geschehen

Nimmt man einerseits zur Kenntnis, dass der Klimawandel in vollem Gange ist und führt man sich andererseits die ganzen Folgen vor Augen, die das nicht nur für das Leben der Menschen hat, dann legen diese Erkenntnisse nahe, alles Menschenmögliche zur Minderung der dafür ursächlichen Emission von Treibhausgasen zu tun. Die Darstellung klimapolitischer Maßnahmen nimmt schon im bereits genannten Buch von Flannery *Wir Wettermacher* einen großen Raum ein. Etwas weniger eindringlich und plakativ, aber damit »seriöser« sind die entsprechenden Passagen im dritten Buch von Latif *Herausforderung Klimawandel*. Eine weitere gute Möglichkeit, sich über Wege aus der Krise zu informieren, bietet das Buch von Grassl *Wetterwende*. Der Autor war und ist Mitglied verschiedener Kommissionen der Politikberatung, entsprechend realistisch und fundiert sind seine Anregungen für klimapolitische Maßnahmen.

Eines wird in diesen drei Büchern klar: Wenn der Mensch einen Großteil der antreibenden Kräfte für den Klimawandel gestellt hat, dann hat auch er allein die Verantwortung und Möglichkeit, die Veränderungen durch entsprechende Maßnahmen zu verlangsamen, ihr Ausmaß zu beschränken und sie teilweise wieder rückgängig zu machen. Hier ist nationenübergreifend die Fantasie der Staatengemeinschaft, vor allem aber die Disziplin der luftverschmutzenden Industrienationen gefordert. Was geschieht, wenn Gesellschaften durch Raubbau die ökologischen Grundlagen ihrer Ökonomien zerstören, kann man in Diamonds Buch *Kollaps* nachlesen, das Weltgeschichte und Weltregionen nach Mustern des Untergangs von Gesellschaften durchkämmt. Wen wundert es, dass dabei fast immer ökologische Unvernunft in Form der Übernutzung der natürlichen Lebensgrundlagen eine hervorragende Rolle gespielt hat. Für Forstleute ist dabei von besonderem Interesse, dass häufig auch der falsche Umgang mit Wald ein Teil der unheilvollen Ursachenkette ist. Einige gute Beispiele des verantwortungsvollen Umgangs mit natürlichen Ressourcen enthält das Buch aber auch. Sie führen uns zurück auf die Möglichkeiten einer klimaschonenden Wirtschaftsweise, zu der es wohl im Blick auf die ins Haus stehenden Veränderungen keine Alternative zu geben scheint.

Literatur zum Klimawandel

Diamond, J. (2005): *Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen.* Fischer-Taschenbuch-Verlag, 728 S.

Flannery, T. (2007): *Wir Wettermacher.* Fischer-Taschenbuch-Verlag, 396 S.

Grassl, H. (1999): *Wetterwende. Vision: Globaler Klimaschutz.* Campus Verlag, 240 S. (vergriffen)

Latif, M. (2004): *Klima.* Fischer-Taschenbuch-Verlag, 127 S.

Latif, M. (2007): *Bringen wir das Klima aus dem Takt? Hintergründe und Prognosen.* Forum für Verantwortung, Fischer-Taschenbuch-Verlag, 255 S.

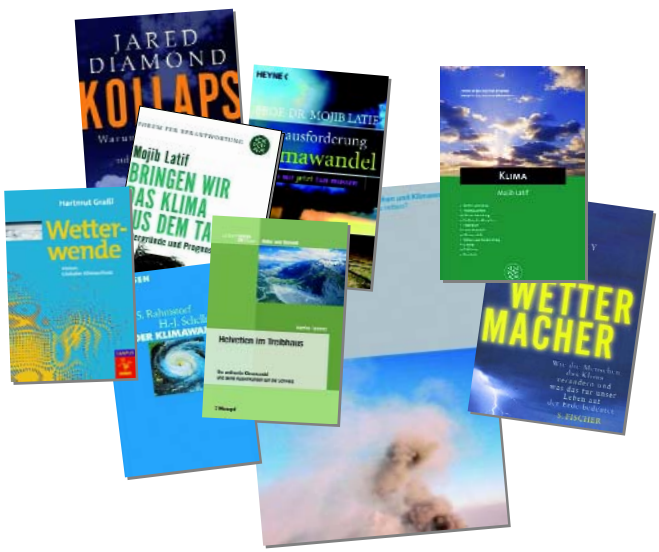
Latif, M. (2007): *Herausforderung Klimawandel. Was wir jetzt tun müssen.* Heyne-Verlag, 160 S.

Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (Hrsg.) (2005): *Wetterkatastrophen und Klimawandel. Sind wir noch zu retten?* pg verlag Fränkl u. Karpf, 264 S.

Rahmstorf, S.; Schellnhuber, H.-J. (2006): *Der Klimawandel.* Beck-Verlag, 5. aktual. Aufl., 144 S.

Rebetez, M. (2006): *Helvetien im Treibhaus. Der weltweite Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Schweiz.* CH Wissen – Le savoir suisse, Paul Haupt-Verlag, 151 S.

Dr. Christian Kölling ›SG Standort und Bodenschutz‹ und Christoph Schulz ›SG Klima und Wasserschutz‹ sind Sachgebietsleiter an der LWF. *koe@lwf.uni-muenchen.de; chs@lwf.uni-muenchen.de*



Waldforschung aktuell

Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Nachrichten aus dem Zentrum Wald · Forst · Holz Nr. 19/2007

AUS WISSENSCHAFT UND PRAXIS

Klimawandel im Bergmischwald

Forschungs-Initiative am Zentrum Wald-Forst-Holz

Christian Salomon, Morten Schulenburg, Helmut Franz, Thomas Kudernatsch und Clemens Abs

Auf Berggipfeln siedeln sich immer mehr Pflanzenarten an, die Vielfalt alpiner Rasen nimmt drastisch zu und weltweit klettert die Baumgrenze immer höher. Auch im Nationalpark Berchtesgaden liefert der Vergleich von historischen und aktuellen Vegetationsaufnahmen klare Indizien für eine veränderte Artenzusammensetzung des Bergmischwaldes. In den letzten 28 Jahren erfolgte ein umfangreicher Artenaustausch und der Artenreichtum erhöhte sich. Diese Veränderungen sind nachweislich Folgen von Klimawandel, Bewirtschaftung und natürlicher Waldentwicklung.

Abbildung 1: Typischer Hainlattich-Buchen-Fichten-Tannenwald; die Flächen wurden nach 1978 im Jahr 2006 erneut aufgenommen, um mögliche Veränderungen in der Artenzusammensetzung festzustellen. (Foto: M. Schulenburg)

Prognosen des Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) gehen davon aus, dass die globale Temperatur um 1,4 bis 5,8 °C von 1990 bis zum Ende dieses Jahrhunderts ansteigen wird. Der Alpenraum wird sich stärker erwärmen als andere Regionen (Böhm et al. 2001).

Besonders empfindlich reagieren alpine Ökosysteme (Körner 2003), die an niedrige Temperaturbedingungen und kurze Vegetationsperioden angepasst sind. Veränderungen der Gipfelvegetation sind zahlreich belegt (Grabherr et al. 1994; Kudernatsch 2005). Ebenso ist bereits nachgewiesen, dass die subalpine Baumgrenze aufgestiegen ist (Kullman 2002; Moiseev und Shiyatov 2003).

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob auch der tiefer gelegene montane Bergmischwald auf den Temperaturanstieg reagiert, da dieser weniger extremen Temperaturverhältnissen ausgesetzt ist und ein vergleichsweise komplexes Wirkungsgefüge besitzt.

Wiederholung älterer Vegetationsaufnahmen

Um dieser Frage nachzugehen, wählten die Wissenschaftler einen repräsentativen Datensatz einer Erfassung der Waldgesellschaften im Nationalpark Berchtesgaden von 1978/79 aus (Storch 1983). Die Aufnahmeflächen liegen zwischen 710 m bis 1.610 m ü. NN in Carbonat-Bergmischwäldern. Auf mäßig trockenen bis sehr frischen Carbonat-Böden entsprechen die Artenzusammensetzungen dem *Aposerido-Fagetum caricetosum albae* und in den Hochlagen der Subassoziation mit der Rost-Segge *Carex ferruginea* (Walentowski et al. 2005). Auf 49 Flächen, die dem Standard von Quasi-Dauerflächen entsprechen, nahmen sie alle Farn- und Blütenpflanzen mit der damals verwendeten Methode nach Braun-Blanquet (1964) erneut auf.

Der Wald wird artenreicher

Die Studie ergab, dass der lokale Artenpool im Untersuchungszeitraum auf 258 Arten anwuchs. Dabei verschwanden 45 Arten, die durch 54 neue ersetzt wurden. Die neuen Arten sind keine gebietsfremden, sondern seltenere, heimische Bergmischwald-Arten. Die Forstwissenschaftler wiesen für 50 Arten eine signifikante Zunahme des Vorkommens nach und lediglich für neun Arten, vorzugsweise Hochlagenarten, eine Abnahme.

Mehr Wachstum und schnellere Ausbreitung

Die steigenden Temperaturen förderten Wachstum und Reproduktion vieler Waldarten, so dass sie häufiger vorkommen. Diesen als »filling« bezeichneten Prozess beobachteten Wissenschaftler bereits in alpinen Vegetationseinheiten (Grabherr et al. 1994) und ist auch bei der Ausbrei-

Abbildung 2: Lichte Höhenform des Carbonat-Bergmischwaldes (Foto: C. Salomon)

tung und Einwanderung von Arten zu beobachten, die sich schneller vollziehen als die Verdrängung konkurrenzschwächerer Arten (Kudernatsch 2005). Entsprechend finden sich unter den *Gewinnern* viele besonders ausbreitungstüchtige Arten, häufig solche mit niedrigem Diasporengewicht und mit Wind- oder Tierausbreitung.

Insgesamt stieg die mittlere Artenzahl auf den einzelnen Aufnahmeflächen signifikant von 52 auf 66 Arten. Mit zunehmender Höhe kommen dabei signifikant mehr Arten hinzu, während die Anzahl der verschwundenen Arten über die ganze Höhe konstant ist (siehe Abbildung 3). Die stärksten Veränderungen zeigen sich demzufolge in den Hochlagen, wo der Wärmefaktor eine dominierende Rolle spielt und erlaubt, die Vegetationsdynamik als Reaktion auf die steigenden Temperaturen zu werten.

Veränderte Standortsbedingungen: mehr Wärme, weniger Licht

Die Ellenbergschen Zeigerwerte, die Auskünfte über die Standortsansprüche einer Pflanzenart liefern, ergaben keine signifikanten Unterschiede und somit keine gravierenden Umweltveränderungen. Lediglich die Ellenbergschen Temperaturzahlen (T-Zahl) weisen einen Trend hin zu wärmeren und die Lichtdaten (L-Zahl) hin zu etwas dunkleren Verhältnissen auf, was man auch mit einem Bestandesschluss erklären kann. Analysen, die die lokal ausgestorbenen und neu hinzugekommenen Arten gegenüberstellen sowie Veränderungen der Artmächtigkeit einbeziehen, zeigen eine deutlich stärkere Zunahme der Temperatur.

Vegetation wandert in die Höhe

Die Korrespondenz-Analyse zeigt die enge wechselseitige Beziehung der Artenzusammensetzung mit Höhenlage und Waldstruktur (siehe Abbildung 4). Die mit der Höhe abnehmenden Temperaturverhältnisse und Vegetationszeit bestimmen die floristische Zusammensetzung am stärksten (Achse 1). Den zweitgrößten Einfluss besitzt die Bestandesstruktur, d. h. einerseits lichte, vergraste Wälder (Achse 2 oben), andererseits geschlossene Waldstrukturen mit geringer Waldbodenvegetation (Achse 2 unten).

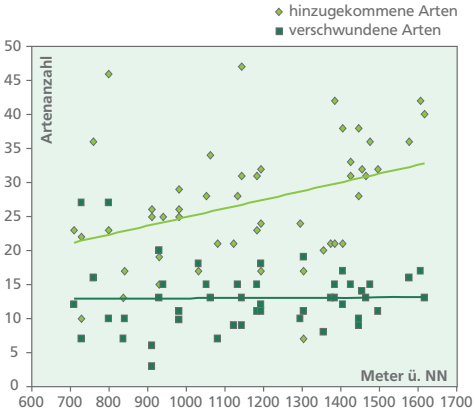


Abbildung 3: Mit steigender Höhenlage nimmt die Zahl der neu hinzukommenden Arten deutlich zu, während die Zahl der verschwundenen Arten über alle Höhenlagen unverändert ist.

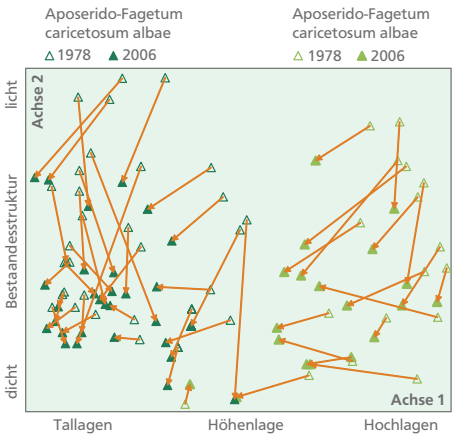


Abbildung 4: Veränderung der Artenzusammensetzung der einzelnen Aufnahmeflächen in den Hainlattich-Buchenwäldern von 1978 nach 2006 (je näher zwei Aufnahmepunkte, desto ähnlicher ihre Artenzusammensetzung); Korrespondenz-Analyse: Die roten Pfeile zeigen mehrheitlich von links oben nach rechts unten. Dies bedeutet, dass die Artenzusammensetzung heute einer solchen ähnelt, die 1978 für jeweils tiefere Lagen und dichtere Bestandesstrukturen typisch war.

Die aktuellen Aufnahmepunkte verschieben sich gegenüber den historischen mehrheitlich diagonal abwärts, d. h. einmal entgegen des Höhengradienten von rechts nach links und zweitens entlang eines Bestandesschlussgradienten von oben nach unten (Abbildung 4). Das Dieagramm veranschaulicht, dass die aktuellen Artenkombinationen früher charakteristisch für niedrigere Höhenlagen waren.

Vegetationsmodelle wie von Ozenda und Borel (1995) prognostizieren, dass sich die montanen Wälder in die subalpine Stufe verlagern und kolline Waldgesellschaften nachrücken, wenn die Temperatur um 3,5 °C zunimmt. Die Ergebnisse der Forschungsstudie bestätigen diese Modellierung der Vegetationsdynamik, nicht aber einen Wechsel der Waldgesellschaften im pflanzensoziologischen Sinne. In keinem Fall war ein Wechsel der Subassoziation festzustellen. Die zweite Komponente der floristischen Verschiebung vollzieht sich von eher lichten und vergrasten zu mehr geschlossenen Beständen. Das entspricht einer natürlichen Reifung im Sinne der Waldentwicklungsphasen.

Weiterhin treten 2006 Laubgehölze sowie die verbissempfindliche Tanne in der Verjüngung auf, was auf das Wildtier-Management des Nationalparks (reduzierte Schalenwildbestände) zurückgeführt werden kann und konform geht mit dem Nationalparkziel, naturnahe, regenerationsfähige Waldökosystemen zu schaffen.

Fazit

Die Veränderungen des Bergmischwaldes innerhalb eines Vierteljahrhunderts sind vielfältig und lassen sich den Einflussfaktoren Klimawandel, Management und natürliche Waldentwicklung zuordnen. Insbesondere belegen die Ergebnisse, dass eine Anpassung an die steigenden Temperaturen erfolgt.

Literatur

Auf Anfrage beim Verfasser und unter *www.lwf.bayern.de*

Christian Salomon und Morten Schulenburg studieren Geographie an der Julius-Maximilians Universität Würzburg.
Helmut Franz koordiniert die Forschungsaktivitäten des Nationalparks Berchtesgaden.
Dr. Clemens Abs initiierte und betreute zusammen mit Dr. Thomas Kudernatsch die Forschungsarbeit. *abs@wzw.tum.de*

AG Klimawandel am Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe haben Prof. Dr. Annette Menzel zur ihrer Sprecherin gewählt. Prof. Menzel leitet den Lehrstuhl für Ökoklimatologie an der TU München.

Um in Zukunft gezielt die Thematik Klimawandel am Forstzentrum Weihenstephan zu bearbeiten, definierte die AG zunächst drei Schwerpunkte, für die in Kleingruppen bis zum nächsten Treffen im September konkrete Forschungskonzepte erarbeitet werden:

- Gebirgswald und Klima
- Baumarten und Klima
- Hochwasser

Darüber hinaus sieht die AG ihre Hauptaufgaben darin, gemeinsame Projekte durchzuführen, sich als Ansprechpartner für andere Institute und Politiker zu etablieren sowie innerhalb des Forstzentrums regelmäßig aktuelle wissenschaftliche Ergebnisse auszutauschen. vogel

Nacht der offenen Tür

Die Fakultät Wald und Forstwirtschaft der Fachhochschule Weihenstephan feierte Ende Juni mit über 50 verschiedenen Attraktionen gleich zwei Ereignisse:

- den 5. Jahrestag der Fakultät im neuen Holzbau auf dem Forstcampus in Weihenstephan
- den neuen Bachelor-Studiengang »Forstingenieurwesen«, der ab dem Wintersemester 2007/2008 zu ersten Mal angeboten wird (wir berichteten in Waldforschung aktuell 16/2007)

Die Besucher kamen nicht nur vom Forstcampus, sondern strömten aus dem gazen Landkreis Freising an die FH in Freising-Weihenstephan, um das bunte Nachtprogramm zu erleben. Hans Stadlbauer, langjähriger Darsteller in der Fernsehserie Forsthaus Falkenau, plauderte aus dem Nähkästchen und der forstliche Drehbuchberater verriet, wie eine Folge der populären Fernsehserie entsteht. Bei einem Quiz über den Holzbau der Fakultät gab es wertvolle Preise zu gewinnen. Der Hauptpreis war ein Besuch bei den Drehabeiten zu Forsthaus Falkenau. Neben Wildspezialitäten und Musik am stimmungsvollen Sonnwendfeuer konnten sich die Besucher bei anschaulichen und humorvollen Vorführungen, Kurzvorträgen, Filmen und Sketchen über Wald und Forstwirtschaft informieren oder junge Künstler bei ihrer Arbeit mit dem Werkstoff Holz beobachten. vogel

Prof. Dr. Michael Suda von der TUM wird 50 Jahre

(Foto: H. Vogel)

Prof. Dr. Michael Suda, seit über zehn Jahren Inhaber des Lehrstuhls für Wald- und Umweltpolitik der TU München, feiert seinen 50. Geburtstag. Zu Beginn seiner Arbeit analysierte er die Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Forstverwaltung. In jüngerer Zeit konzentriert sich seine Forschung vor allem auf Kommunikation, Naturgefahren sowie Privatwald. Er arbeitet dabei eng mit dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten sowie der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising zusammen. Auch in der Lehre setzte Suda neue Akzente. Er wechselte vom Frontalunterricht hin zu Gruppenarbeit, Rollenspiel und Theaterpädagogik, was bei seinen Studenten auf lebhafte Resonanz stößt, ebenso wie seine fachübergreifenden Exkursionen mit ausländischen Studierenden, Forst- und Kunststudenten zum Thema Forstwirtschaft und Kunst. gundermann

Prof. Dr. Hans Pretzsch von der TUM wird 50 Jahre

Prof. Dr. Hans Pretzsch, seit 13 Jahren Inhaber des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der TU München, feiert seinen 50. Geburtstag. Er leitet das langfristige ertragskundliche Versuchswesen in Bayern, das in Umfang und Dauer weltweit nahezu einzigartig ist und eine wesentliche Grundlage für seine breit gefächerte Forschungstätigkeit bildet. Er setzt damit die Tradition von August von Ganghofer, Ernst Assmann und Friedrich Franz fort. Schwerpunktmäßig plant, steuert und wertet Prof. Pretzsch Versuche zum Waldwachstum aus und erstellt Diagnosen von Wachstumsstörungen. Als Pionier bewegt er sich im deutschsprachigen Raum auf dem Gebiet der Modellierung von Waldwachstum. Sowohl in den Vorlesungen als auch in der Forschungsarbeit ist es ihm stets ein wichtiges Anliegen, den Bogen von der Theorie zur Praxis zu spannen. Neben zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten leitet er den städtischen Forstbetrieb Traunstein und ist Schriftleiter des European Journal of Forest Research. biber, seifert

Wissenschaftszentrum Straubing

Fünf Hochschulen – TU München, FH Weihenstephan, Universität Regensburg, FH Deggendorf und FH Regensburg – gründeten gemeinsam das Wissenschaftszentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing als hochschulübergreifende Einrichtung. Am 1. Juli trat die »Verordnung über die Errichtung von Wissenschaftszentren« in Kraft. Damit erhält das Wissenschaftszentrum in Straubing eine feste Struktur sowie handlungsfähige Organe. Nachdem die materiellen Grundlagen für eine erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit auf dem Gebiet der nachwachsenden Rohstoffe in Straubing bereits seit längerem gelegt waren, sind nun auch die formellen Rahmenbedingungen für das Wissenschaftszentrum geschaffen. Das Wissenschaftszentrum ist eine der drei tragenden Säulen des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe. Neben dem Technologie- und Förderzentrum sowie C.A.R.M.E.N. e.V. bietet es in Zusammenarbeit der fünf beteiligten Hochschulen ein breites Spektrum an Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung. red

IM RÜCKBLICK

EU-Forstkonferenz in München

(Foto: A. Fuljetic)

Das Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten lud über 230 Fachleute, (Forst-) Politiker und Wirtschaftsvertreter aus dem gesamten Bundesgebiet und dem europäischen Ausland nach München ein, um auf der zweitägigen EU-Konferenz über die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Forstwirtschaft in Europa zu diskutieren. Ein zentrales Ergebnis der Konferenz ist die Forderung von Staatsminister Miller, eine europäische Charta Forst und Holz zu erarbeiten, in der alle EU-Staaten und die EU-Kommission ein umfassendes Bekenntnis formulieren, dass eine nachhaltige Holznutzung und Waldbewirtschaftung unverzichtbar sei. Ziel der Charta ist es, den Sektor Forst und Holz in Europa für den globalen Wettbewerb zu stärken. Miller verwies auf die bereits vorhandenen regionalen Ansätze, die man auch auf europäischer Ebene bündeln und koordinieren solle. Abschließende Meinung aller Teilnehmer war: »Die Zeit ist reif für eine europäische Charta Forst und Holz.« Neben dem BMELV, dem Holzabsatzfonds und der Cluster-Initiative unterstützte auch das Forstzentrum Weihenstephan tatkräftig die Organisation und Durchführung der EU-Forstkonferenz.

vogel

Zwischenergebnisse der Cluster-Studie präsentiert

Staatsminister Josef Miller (Mitte) begrüßt während der Cluster-Tagung im Juli 2007 in Neutraubling die Mitglieder des neu gebildeten Cluster-Beirates, der das Management fachlich beraten und begleiten wird. (Foto: H. Vogel)

Die bayerische Forst-, Holz-, und Papierwirtschaft zählt nach den Erhebungen der Cluster-Studie mit einem Gesamtumsatz von über 31 Milliarden Euro zu den fünf umsatzstärksten Branchen im Freistaat. Auch der Einschlag ist nach Angaben der Studie in Bayern im Jahr 2006 um 16 % auf insgesamt rund 20,5 Millionen Festmeter gestiegen. Vor allem im Privatwald hat die Einschlagsmenge stark zugenommen. »Die Förderung der Zusammenschlüsse und das Beratungspersonal der Forstverwaltung zahlt sich jetzt aus«, sagte Staatsminister Josef Miller in seiner Eröffnungsrede am 13. Juli 2007 in Neutraubling vor über 170 Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Die Studie verdeutlicht die volkswirtschaftliche Bedeutung der Forst- und Holzbranche. War Bayern vor zwei Jahren mit 12,4 Milliarden Euro noch gleichauf mit Finnland, so hat man jetzt mit 13,2 Milliarden Euro den europäischen Holzindustriestaat Nummer eins bereits überholt. Ende des Jahres wird der Abschlussbericht der Cluster-Studie vorliegen. Die detaillierte Bestandsaufnahme der Cluster-Studie soll dazu dienen, die für den gesamten ländlichen Raum wichtige Branche zu stärken und weiter zu entwickeln.

vogel

AUS DER FORSCHUNG

Forstliche Forschungsberichte: ›Holzernteschäden‹

Dr. Sven Korten beschäftigte sich in seiner Arbeit, wie sich motormanuelle, hochmechanisierte und kombinierte Holzernteverfahren sowie Windwurf auf die Fichten-Buchen-Verjüngung auswirken. Seine Untersuchungen zeigten, dass bei motormanuellen Ernteverfahren 16 % und bei hochmechanisierten Verfahren mit Radharvestern 33 % der Verjüngung beschädigt und zerstört wurden, bei kombinierten Verfahren kletterte der Wert sogar auf 37 %. Die höchsten Schäden an der Verjüngung entstanden bei Windwurf und anschließender Aufarbeitung des Sturmholzes. Hier stellte Korten bei 56 % der jungen Bäume Schäden fest. Bei allen Verfahren konzentrierten sich die Schäden an den Rückegassen.

Korten entwickelte außerdem ein Prognosemodell, um Fällschäden zu ermitteln ohne Versuchsflächen anlegen zu müssen. Mit Hilfe des Modells kann er simulieren, welche Auswirkungen unterschiedliche Situationen abhängig von der Rückegasse, Baumarten, Eingriffsstärke usw. auf die Verjüngung haben. Mit dem Programm SILVA, das das Waldwachstum am PC simuliert, verglich Korten, wie sich ein Waldbestand entwickelt, der Holzernteschäden aufweist, und verglich diese Daten mit einem Bestand, in dem es keine Holzernteschäden gibt. Als Abschluss seiner Arbeit formulierte der Autor Empfehlungen, wie man Holzernteschäden an der Verjüngung minimieren kann.

Titel: Holzernteschäden an Fichten-Buchen-Verjüngung – Ausmaß, Verteilung, Prognose und Bewertungsansätze
Autor: Dr. Sven Korten
Publikation: Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 204/2007, 246 S.
Herausgeber: Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan
ISBN: 3-933506-35-2

Forstliche Forschungsberichte: ›Forstgeschichte‹

Historischer Grenzstein, der früher die Grenze zwischen dem Wald des Fürstbischofs und dem des Landesherrn markierte. (Foto: Archiv LWF)

Dr. Roland Schmidt stellt in seiner Arbeit 350 Jahre Forstgeschichte des Hochstiftes Eichstätt, ein räumlich kleines und wirtschaftlich schwaches Gebiet, von den Anfängen bis zur Säkularisation vor. Er recherchierte in alten Schriftstücken und untersuchte Sagen und Erzählungen aus dem Raum Eichstätt nach forstlich interessanten Hinweisen, um die Lebenssituation zu Zeiten des Hochstiftes zu rekonstruieren. Schmidt fand heraus, dass die Landesherren schon früh versuchten, die Wirtschaft in den eigenen Wäldern zu regeln.

Nach dem 30-jährigen Krieg gab es grundlegende Neuerungen im Forstbereich. Der Bischof baute eine eigene Forstverwaltung auf und richtete räumliche Organisationseinheiten im Wald ein. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden in den fürstbischöflichen Wäldern auf etwa 21.000 ha über 60.000 fm Holz pro Jahr genutzt, von denen weniger als 10 % an die Eisenwerke oder für die Kohlholzproduktion geliefert wurden. Reformen sind schon im 18. Jahrhundert keine Seltenheit im Forstbereich. Ab etwa 1750 finden sich bereits erste Ansätze dazu in Waldzustandsberichten und Gutachten. Im Jahr 1783 gründete man eine Forstkommission, die eine Forsteinrichtung durchführen sollte, diese aber nicht fertig stellte. Trotzdem konnte Schmidt mit Hilfe historischer Quellen den Zustand der Wälder am Ende der Hochstiftszeit in Eichstätt rekonstruieren: Lokal wurde der Wald übernutzt, allerdings finden sich keine Hinweise, die auf einen landesweiten Holzmangel schließen lassen. vogel

Titel: Forstgeschichte des Hochstiftes Eichstätt von den Anfängen bis zur Säkularisation
Autor: Dr. Roland Schmidt
Publikation: Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 203/2007, 300 S.
Herausgeber: Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan
ISBN: 3-933506-34-4

IM BLITZLICHT

Hans-Joachim Gulder ist neuer Amtschef in Fürstenfeldbruck

Hans-Jürgen Gulder ist ab August 2007 neuer Leiter des Amtes für Landwirtschaft und Forsten in Fürstenfeldbruck. Er übernimmt das Amt von Gottfried Haug, der Ende Juli aus dem Dienst ausschied. Gulder leitete zuletzt die Abteilung ›Waldökologie‹ an der LWF in Freising-Weihenstephan. stmlf

Dr. Christian Ammer wechselt an die Uni Göttingen

Dr. Christian Ammer hat den Ruf an die Georg-August-Universität in Göttingen angenommen. Er übernimmt die Professur für Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen. Dr. Ammer leitete zuletzt das Sachgebiet Waldbau an der LWF in Freising-Weihenstephan. vogel

Roland Beck an die Europäische Kommission abgeordnet

Roland Beck wurde als nationaler Experte an die Europäische Kommission nach Brüssel abgeordnet. An der Generaldirektion Landwirtschaft ist er in der Abteilung Biomasse, Bioenergie, Forst und Klimawandel zuständig für die Umsetzung und Evaluierung des EU-Forstaktionsplanes. Beck leitete zuletzt das Sachgebiet ›Forstpolitik Wildtiermanagement und Jagd‹ an der LWF in Freising-Weihenstephan. vogel

Prof. Dr. Burschel feiert 80. Geburtstag

Prof. Dr. Peter Burschel feiert am 16. September seinen 80. Geburtstag. Er leitete 22 Jahre, von 1972 bis 1994, den Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der TU München. Prof. Burschel legte mit seiner wissenschaftlichen Arbeit auf den Gebieten der Verjüngungsökologie von Buchen- und Bergmischwäldern sowie geschädigten Waldökosystemen wesentliche Grundsteine für den Waldbau in Mitteleuropa. vogel

Siebenschläfer-Sommerwetter....?

Witterungsreport: Juni war überdurchschnittlich warm und sehr unbeständig

Lothar Zimmermann und Stephan Raspe

Nach vielversprechendem Auftakt war der Juni um rund zwei Grad wärmer als im langjährigen Mittel. Und auch der Juli war um ein halbes Grad zu warm. Damit wurden seit August 2006 elf ungewöhnlich warme Monate nacheinander verzeichnet. Diese Serie passt perfekt zu der in der Öffentlichkeit immer intensiver werdenden Diskussion um den Klimawandel. Die ergiebigen Niederschläge aus dem Mai setzten sich im Juni vor allem nördlich der Donau fort, während sie südlich unterdurchschnittlich waren. Im Juli fiel dagegen überall reichlich Niederschlag.

Im Juni bildete sich nicht, wie viele Sonnenanbeter erhofften, ein stabiles Sommerhoch mit heiß-trockener Witterung aus. Vielmehr blieb es meist unbeständig, aber dennoch warm, so dass der Juni bereits der zehnte deutlich zu warme Monat in Folge war. Eine solch lange Periode zu hoher Temperaturen hat es laut Deutschem Wetterdienst (DWD) in Deutschland seit Beginn der flächendeckenden Beobachtungen im Jahr 1901 nicht gegeben. Auch in der Zeit von Ende Juni bis Mitte Juli blieb die Witterung unbeständig, so dass die Siebenschläfer-Regel (s. Beitrag Gietl in *LWF aktuell* Nr. 59) nichts Gutes für die folgenden Sommermonate in Süddeutschland verhieß.

Schafskälte ausgefallen

Der Juni begann mit Maximumtemperaturen bis 25°C (WKS Landau) vielversprechend. Statt der Schafskälte, die sich mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 80 % zwischen dem 10. und dem 14. Juni einstellt, strömte zunehmend schwülwarme Mittelmeerluft nach Bayern. Eine typische »Schafskälte-Großwetterlage« besteht dann, wenn zwischen einem Hochdruckgebiet über den Britischen Inseln und tiefem Luftdruck über Osteuropa arktische Meeresluft nach Mitteleuropa fließt. Stattdessen gab es verstärkt Quellwolken, die sich örtlich zu Gewittern mit Starkniederschlägen, Sturmböen und Hagel auswuchsen. Auch im Wald stiegen die Temperaturen bis über 30°C an. So wurden am 9. Juni in Landau Spitzenwerte von 30,9 und in Bodenwöhr von 30,5°C gemessen. Die Temperaturen blieben den ganzen Juni über relativ hoch und erreichten ihr Monatsmaximum um den Zwanzigsten mit Tagesmittelwerten über 25°C und Tagesmaxima bis über 36°C (WKS Landau). Selbst an der höchst gelegenen WKS in Berchtesgaden (1.500 m) stieg die Tagesmitteltemperatur am 15. Juni auf über 22°C und die Maximaltemperatur auf 28,6°C.

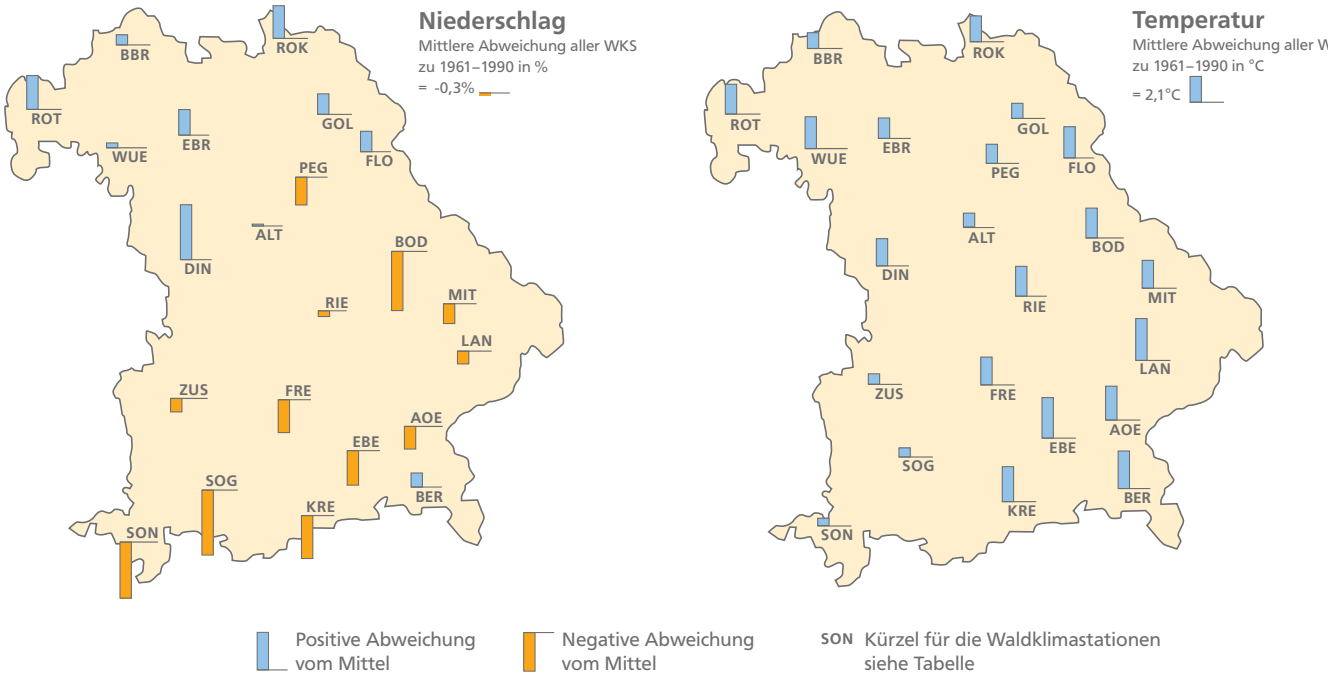


Abbildung 1: THW-Helfer aus Forchheim pumpen vollgelaufene Kellerräume aus. (Foto: S. Mühlmann/THW)

Siebenschläfer-Regel bestätigt: Prognose für Sommer eher düster

Immer wieder gab es im Juni zum Teil kräftige Niederschläge in Form von ergiebigem Dauerregen, als Schauer oder schwere Gewitter. Dabei kam es auch zu lokalen Unwettern mit erheblichen Niederschlagsmengen, zum Teil auch als Hagel. Insgesamt fiel nördlich der Donau überdurchschnittlich Niederschlag (knapp 20 % mehr), während die südlich gelegeneren Waldklimastationen unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen (knapp 25 % weniger) verzeichneten. Die meisten Niederschläge fielen in der zweiten Junidekade, aber auch die dritten Dekade des Monats war relativ niederschlagsreich. In dieser sorgte der Durchzug einer Kaltfront für einen deutlichen Temperaturrückgang und anhaltendes Schauerwetter. Auch der Stichtag für die Siebenschläfer-Bauernregel am 27. Juni fiel ins Wasser, wenn auch wegen der Gregorianische Kalenderreform eher die Periode bis zum 7. Juli betrachtet werden sollte. Doch die feucht-kühle Witterung hielt bis in den Juli hinein an, so dass von einer länger (sieben Wochen) andauernden unbeständigen Wetterlage ausgegangen werden musste. Bis Ende Juli bestätigte sich diese Vorhersage weitgehend, so dass der Juli in ganz Deutschland zu nass, aber dennoch etwas wärmer als normal ausfiel. Ein besonders ergiebiges Regengebiet zog vom 20. bis 22. Juli von Bayern nordwärts und brachte an einigen Orten weit über 50 Liter Niederschlag pro Quadratmeter.

Die Sonne machte Überstunden

Auch wenn wir es vielleicht nicht bemerkt haben, die Sonne schien im Juni länger als normal und zwar um 10 bis 30 %. Und auch im Juli gab es in Bayern vielerorts etwas mehr Sonnenschein als üblich. Besonders begünstigt waren die Südbayern, wo die Sonne mit rund 250 Stunden am längsten schien.

Wetterkapriolen sorgen für böse Abwechselung

Furios wurde es gegen Ende Juni. Das Tief »Uriah« brachte uns aus England einen richtigen Sommersturm, mit Orkanböen in den Berglagen. Vielerorts waren die Böden vom Regen durchweicht. Daher konnte der Sturm verbreitet Bäume entwurzeln oder knicken. Gleichzeitig fiel das Thermometer besonders in Franken um 10–12 Grad.

Eins kann man diesem Juni nicht nachsagen – wettertechnisch langweilig war er nicht: heftige Gewitter, Stark- und Dauerregen, Hagel und dann noch Sturm, alles worauf wir im Sommer gerne verzichten würden. Zur selben Zeit entwickelte sich im Mittelmeerraum, in Süditalien und Griechenland, ein Hitzehoch mit neuen Rekorden der Lufttemperaturen bis 47°C und langanhaltender Dürre, was auch zu verheerenden Waldbränden führte. Von diesem anderen Extrem wurden wir glücklicherweise verschont.

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter im Sachgebiet ›Klima und Wasserschutz‹ der LWF.
zimm@lwf.uni-muenchen.de; ras@lwf.uni-muenchen.de

Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den bayerischen Waldklimastationen im Juni 2007

Waldklimastation	Höhe	Juni	
	(m ü. NN)	Temp °C	NS l/m²
Altdorf (ALT)	406	15,9	97
Altötting (AOE)	415	17,6	115
Bad Brückenau (BBR)	812	13,5	122
Berchtesgaden (BER)	1500	12,7	205
Bodenwöhr (BOD)	396	17,0	46
Dinkelsbühl (DIN)	468	16,2	129
Ebersberg (EBE)	540	16,2	92
Ebrach (EBR)	410	16,1	119
Flossenbürg (FLO)	840	14,8	113
Freising (FRE)	508	17,3	79
Goldkronach (GOL)	800	13,5	126
Kreuth (KRE)	1100	14,0	133
Landau a.d. Isar (LAN)	333	18,8	63
Mitterfels (MIT)	1025	14,4	115
Pegnitz (PEG)	440	15,0	71
Riedenburg (RIE)	475	16,9	79
Rothenkirchen (ROK)	670	14,5	131
Rothenbuch (ROT)	470	16,4	139
Schongau (SOG)	780	13,4	81
Sonthofen (SON)	1170	12,3	143
Würzburg (WUE)	330	17,7	86
Zusmarshausen (ZUS)	512	15,9	89

Sommerregen sorgt für feuchte Waldböden

Bodenfeuchtemessungen an den Waldklimastationen

Winfried Grimmeisen und Stephan Raspe

Die reichlichen Niederschläge der ersten beiden Sommermonate füllten die Wasserspeicher der Waldböden deutlich auf. Obwohl die Bäume bei warmen Sommertemperaturen viel Wasser verdunsteten, waren die Böden an allen Messstationen feuchter als zu dieser Jahreszeit sonst üblich. Den Bäumen stand somit stets genügend Wasser zur Verfügung, um ihre Spaltöffnungen in den Blättern und Nadeln weit offen zu halten und uneingeschränkt Photosynthese betreiben zu können. Ideale Bedingungen also für ein kräftiges Wachstum im Sommer 2007.

Einbau der Bodenfeuchtesensoren; Operation am Bodenprofil mit optimiertern Verfahrensschritten zur Vermeidung von negativen Folgen des Eingriffs. (Foto: W. Grimmeisen)

Schon in *LWFaktuell* Nr. 59 haben wir von der im Mai begonnenen Wiederauffüllung der Wasserreserven in den Waldböden nach deren extremen Austrocknung im April berichtet und vorläufig Entwarnung gegeben. Diese Entwicklung setzte sich auch im Juni und Juli fort. Beide Monate brachten vielerorts in Bayern ausgiebige Niederschläge (siehe Beitrag S. 52), die den Bodenwasserspeicher weiter auffüllten. An allen Waldklimastationen (WKS), an denen die Bodenfeuchte gemessen wird, stiegen die Bodenwasservorräte zeitweise auf für die Jahreszeit ungewöhnlich hohe Werte an. Dazwischen gingen sie allerdings immer wieder aufgrund der starken Wasseraufnahme und Verdunstung über die Blätter (Transpiration) deutlich zurück. In den ersten beiden Sommermonaten herrschten daher ideale Wachstumsbedingungen für die Waldbäume.

Juni füllte den Wasserspeicher

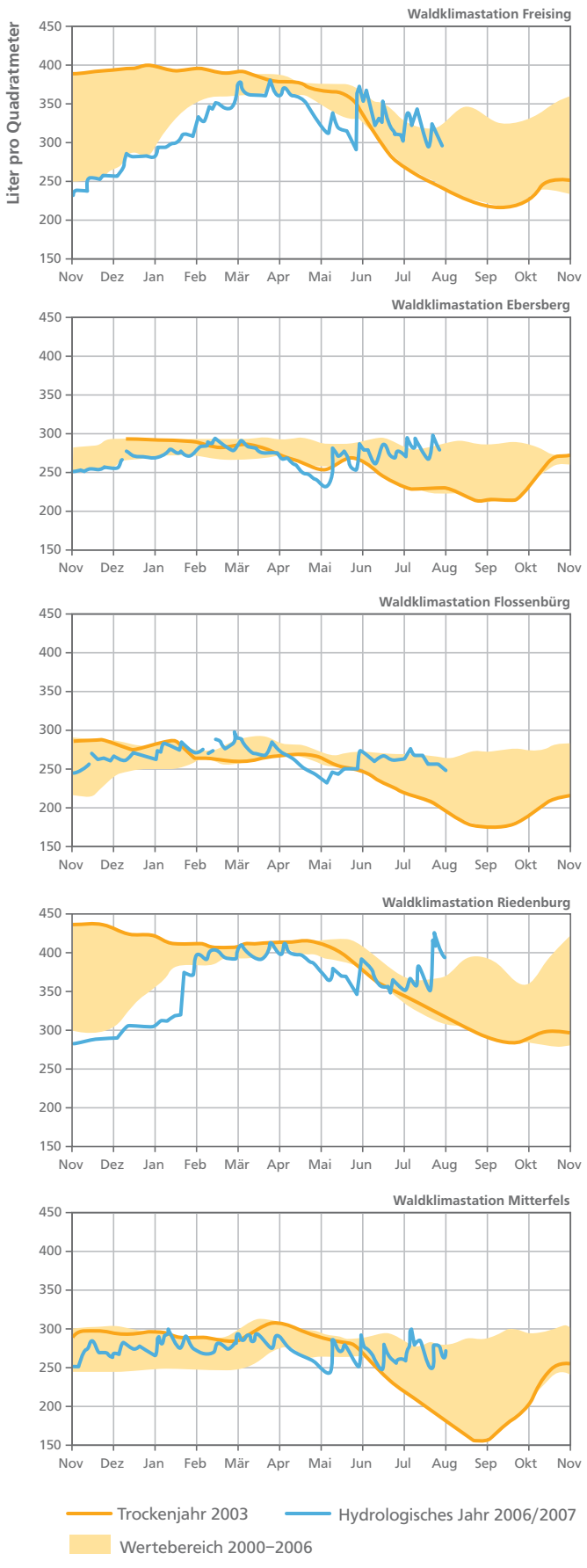
Mit dem Regen im Juni wurden die Wasserspeicher in den Waldböden, die bereits im Mai wieder anstiegen, weiter aufgefüllt. Deutlich zu erkennen ist dieser Effekt an den aktuellen Kurven der Wasservorräte (s. Grafik). Die Bodenwasservorräte kletterten im Juni weit in den Bereich der bisher üblichen Werte hinein. In Freising wurde sogar schon Anfang Juni der sonst übliche Füllstand übertroffen. Aufgrund der hohen Temperaturen war der Wasserbedarf der Bäume jedoch so hoch, dass die Bodenfeuchtewerte immer wieder spürbar zurückgingen. In Riedenburg und Mitterfels fielen die Bodenwasservorräte nochmals auf ähnlich geringe Werte wie im Trockensommer 2003. In Flossenbürg lagen sie an der Obergrenze der bisher gemessenen Werte und in Ebersberg im guten Mittelfeld.

Niederschläge sorgen für ausgezeichnetes Wachstum

Die immer wieder ergiebig gefallenen Niederschläge im Juli füllten die Bodenwasserspeicher weiter auf. An allen Messstationen überschritt die Bodenfeuchte die zu dieser Jahreszeit sonst üblichen Werte zum Teil deutlich (Grafik). An der WKS Ebersberg wurden sogar die bisher höchsten Bodenwassergehalte im gesamten Messzeitraum erreicht. Und auch in Riedenburg stieg der Wassergehalt Mitte Juli rasch auf ein Niveau, das sonst nur im Winter erreicht wird. An den Kurven sind aber immer wieder auch Perioden mit starkem Wasserverbrauch zu erkennen. Zu diesen Zeiten waren die Spaltöffnungen der Blätter und Nadeln sicherlich vollständig geöffnet, so dass die Bäume uneingeschränkt durch Photosynthese Licht und Kohlendioxid in Energie und Biomasse umwandeln konnten. Im Juni und Juli war daher die Wasserversorgung ideal für ein kräftiges Wachstum. Darüber hinaus war in den Waldböden noch genügend Wasser vorhanden, um endlich wieder ein wenig Tiefensickerung in die Grundwasserspeicher zu ermöglichen.

Winfried Grimmeisen und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter im Sachgebiet ›Klima und Wasserschutz‹ der LWF.
gri@lwf.uni-muenchen.de; ras@lwf.uni-muenchen.de

Wasservorrat im gesamten durchwurzelten Boden



Wer findet die höchste Kiefer in Bayern?

(Foto: Forstbetrieb Selb)

Die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) ist der Baum des Jahres 2007. Um diese wichtige und schöne Baumart in Bayern noch bekannter zu machen, fordert die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald (SDW) gemeinsam mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) dazu auf, die höchste Kiefer in Bayern zu suchen. Waldbesitzer, Forstleute und Waldfreunde sind eingeladen, ihre Vorschläge für die bayerische »Spitzen-Kiefer« mit genauer Ortsbezeichnung bis zum 26. Oktober 2007 einzureichen. Der Baum soll auf der Jahresversammlung der SDW am 9. November 2007 bekannt gegeben werden. Die Finderin oder der Finder der höchsten Kiefer erhält ein aus Kiefernholz gedrechseltes Kunstwerk sowie eine Urkunde.

SDW – Schutzgemeinschaft Deutscher Wald – LV Bayern, Ludwigstraße 2, 80539 München, Telefon 0 89 | 28 43 94, Fax 0 89 | 28 19 64, *sdwbayern@t-online.de*

Die Eiche – El Dorado für Insekten

Auf keiner Baumart leben mehr Insekten.

Hans Mühle

Die Eiche bietet einer immensen Anzahl Insekten die Lebensgrundlage. Allein aus den bekannteren Insektengruppen leben etwa 400 Schmetterlings-, mehr als 50 Bockkäfer- sowie etwa zehn Borken- und Kernkäferarten direkt oder indirekt an und von ihr, dazu noch Dutzende Zweiflügler und Hautflügler. Keine andere holzige oder krautige Pflanze beherbergt mehr Insektenarten als dieser Baum. Auch 17 heimische Prachtkäferarten leben in, auf und von der Eiche.

Neben einer Vielzahl anderer Insekten sicherten sich die mit etwas mehr als 100 Arten in Mitteleuropa verbreiteten Prachtkäfer ebenfalls ihre Nischen in der Eiche. 17 Arten, die auf diesem Baum ihr Auskommen finden, wurden in den letzten 50 Jahren in der Bundesrepublik nachgewiesen. Auf der Buche, der in Deutschland derzeit am weitesten verbreiteten Laubbaumart, kommen lediglich drei Arten vor, auf der Fichte immerhin zehn.

Prachtkäfer sind schwer zu beobachten

Die wenigsten Prachtkäfer sind häufig zu finden, die meisten stehen deshalb sogar in der Roten Liste und sind, bis auf wenige Ausnahmen, vollkommen geschützt. Allerdings liegt das Problem des Nachweisens eher im Geschick, die Tiere nachweisen zu können, als in ihrer tatsächlichen Seltenheit. Prachtkäfer fliegen in der Regel sehr schnell und behende oder sie lassen sich bei Annäherung sofort fallen und stellen sich tot. Einen fünf bis zehn Millimeter großen, schmalen Käfer in der Streu zu finden, ist nicht jedermanns Sache. Doch gibt es unter den Prachtkäfern auch einige Arten, die große Waldschäden anrichten können.

Die Larven der meisten eichenbewohnenden Prachtkäfer fressen in den nährstoffreichen Schichten der Kambialzone, der inneren Rindenschichten und der oberflächennahen Holzschichten flache Gänge. Die Fraßbilder sind sehr charakteristisch, verlaufen fast immer zickzackförmig und sind mit fest gepresstem Bohrmehl verstopft. Die Ausbohrlöcher sind flach oval, wobei der obere Bogen etwas höher gewölbt ist als die »Bauchseite«. Die Larven benötigen wie die adulten Tiere trocken-warme Bedingungen, die sie in aufgelockerten Beständen oder im lichten, aber windgeschützten Kronenraum der Bäume finden. Sie meiden grundsätzlich kühle Waldinnenräume mit relativ hoher Luftfeuchtigkeit, die ihre Entwicklung hemmen. Viele Forschungsarbeiten zeigten, dass gut wasserversorgte Bäume die sich einbohrenden Larven meist abwehren können.

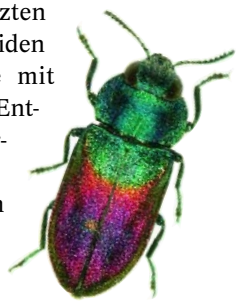


Abbildung 1: Anthaxia salicis (Foto: H. Bußler)

Prachtkäfer findet man fast ausschließlich auf ihren Wirtsbäumen

Irrtümlich wird oft angenommen, alle Prachtkäfer seien Blütenbesucher. Dazu gehören von den bei uns an der Eiche vorkommenden Arten nur drei (*Acmaeodera degener, Acmaeoderella flavofasciata* und *Anthaxia salicis*). Sie finden sich bevorzugt auf weißen und gelben Blüten von Rosen- und Doldengewächsen sowie Köpfchenblütlern *(Rosaceae, Apiaceae* und *Asteraceae).* Alle anderen Arten leben auf den Blättern der Wirtspflanze, an denen sie ihren Reifefraß durchmachen. Die Weibchen aller Arten legen an den Zweigen oder am Stamm ihre Eier ab. Dort trifft man auch die Männchen an, sofern sich die Tiere nicht auf den Blättern oder Zweigen paaren. Von *Acmaeodera degener* existiert in der Bundesrepublik nur noch einen Fundort, wenige Alteichen bei Stutensee/Karlsruhe. *Acmaeoderella flavofasciata* kommt südlich des Alpenkammes häufig vor, bereits in Südtirol ist sie überall anzutreffen. Für Deutschland gibt es nur einen einzigen Fundnachweis: Der Schwanberg bei Windsheim in Unterfranken. Ob die Art dort jemals in einer stabilen Population vertreten war, ist nicht bekannt. Nachweise aus dem 19. Jahrhundert fehlen. *Anthaxia hungarica*, eine wunderschön grün gefärbte Art, die sich ebenfalls in Eiche entwickelt, wurde nur ein einziges Mal in Bayern und der Bundesrepublik gefunden. Hier handelte es sich um ein verschlepptes Tier aus dem Mittelmeerraum.

Prachtkäfer mit Infrarotdetektor

Eine Besonderheit unter den Prachtkäfern stellt *Melanophila acuminata* dar. Die Tiere sind mit einer Art Infrarotdetektor an der Bauchseite ausgerüstet und können damit brennendes Holz kilometerweit orten. Sie sind nicht speziell an Eiche gebunden, sondern nehmen zur Eiablage jede Baumart, ob Nadel- oder Laubbaum, an. Ausschlaggebend ist nur, dass das Holz frische Brandschäden aufweist. Der Käfer ist mittlerweile wegen dieser Fähigkeit ein beliebtes Forschungsobjekt.

Einige Lebensbilder von Prachtkäfern

Auch *Chrysobothris affinis* ist nicht besonders wählerisch in der Wahl der Wirtspflanze, meidet jedoch Nadelbäume und bevorzugt eindeutig die Eiche. Das sehr flinke und mit 1 cm Größe recht beachtliche Tier kann man sehr leicht an Eichenpoltern sehen. Insbesondere zwischen 10 und 14 Uhr kommen die Tiere dorthin, um sich zu paaren und Eier abzulegen.

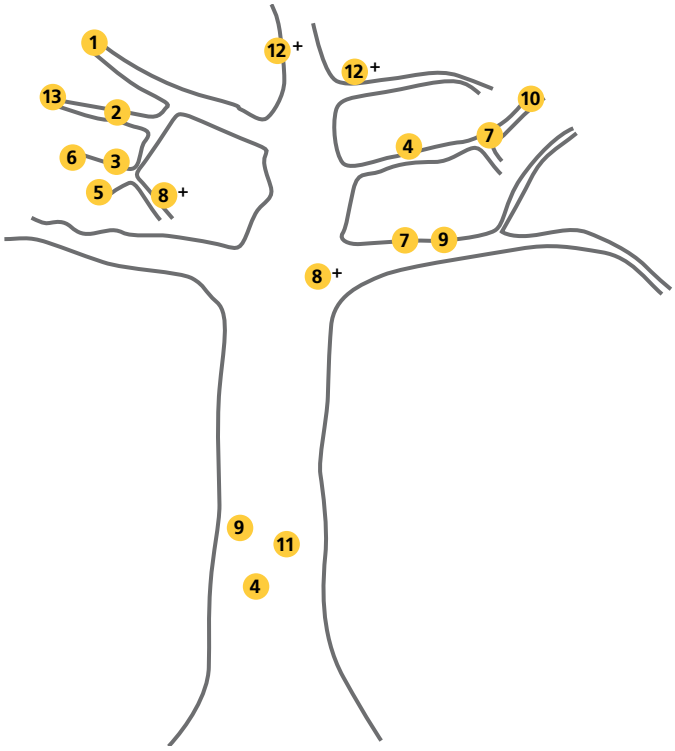
Am häufigsten kommen *Agrilus angustulus* und *Agrilus sulcicollis* an der Eiche vor. Sie entwickeln sich in schwächeren Ästen, das Fraßbild fällt nicht auf. Der vor allem unter Forstleuten bekannteste Prachtkäfer dürfte *Agrilus biguttatus* sein. Auch er wäre sicher noch lange Zeit unerkannt an der Eiche zu Gange gewesen, hätten nicht andere, Primärschäden auslösende Faktoren sein Brutgeschäft ermöglicht, das dann letztlich den Tod des Baumes herbeiführt. Die meisten Arten besiedeln nur nach Pilz- oder Insektenbefall oder aufgrund ungenügender Wasserversorgung vorgeschädigte Bäume. Nur wenige Arten befallen primär lebende Zweige oder Stämme. Von den heimischen Arten zählt dazu nur *Coraebus florentinus*. Seine Larve ringelt den Zweig unter der Rinde und bringt ihn dadurch zum Absterben. Sie bereitet damit auch den Weg für eine weitere Prachtkäferart, *Nalanda fulgidicollis*, die sich dann in dem toten Zweig entwickelt. Die Schwesterart von *Coraebus florentinus*, *Coraebus undatus*, entwickelt sich in starken, Beschädigungen aufweisenden Ästen und Stämmen. Charakteristisch für diese Art sind die sich schwarz färbenden Larvengänge und der vom Larvenfraß hervorgerufene Schleimfluss.

Habitatansprüche der in der Eiche sich entwickelnden Prachtkäfer (lebend beinhaltet auch frisch abgestorbenes Material, tot bedeutet, dass das Holz mindestens ein Jahr abgestorben ist)

	Art	Stamm	Ast	Rinde	tot	lebend
1	Acmaeodera degener (Scop.)		x		x	
2	Acmaeoderella flavofasciata (Mitt.)	x	x		x	
3	Agrilus angustulus (Ill.)		x			x
4	Agrilus biguttatus (F.)	x	x			x
	Agrilus curtulus, Muls.		x			x
	Agrilus graminis, Kies.		x			x
5	Agrilus laticornis (Ill.)		x			x
	Agrilus litura, Kies.		x			x
6	Agrilus obscuricollis, Kies.		x			x
7	Agrilus sulcicollis, Lac.	x	x			x
	Melanophila acuminata (Deg.)	x	x		x	
8	Anthaxia salicis (F.)	x	x		x	
9	Chrysobothris affinis (F.)	x	x			x
10	Coraebus florentinuns (Herbst)		x			x
11	Coraebus undatus (F.)	x		x		x
12	Eurythyrea quercus (Herbst)	x	x		x	
13	Nalanda fulgidicollis (Luc.)		x		x	

Eurythyrea quercus ist mit bis zu 25 mm die größte sich in der Eiche entwickelnde Prachtkäferart. Die Tiere sind sehr farbenprächtig, sie glänzen lebhaft metallisch grün. Die Art kommt allerdings nicht in Bayern vor, sondern nur an wenigen Stellen in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz. Die Larve entwickelt sich in den sonnseitigen, abgestorbenen Partien des Stammes und starker Äste.

Anthaxia salicis (Abbildung 1) ist eine kleine, farbenprächtige Art. Kopf und Halsschild sind blau oder violett, die Flügeldecken feuerrot mit einem blaugrünen Dreieck an der Basis der Flügeldecken. Außer auf Blüten findet man die Tiere bereits ab April auch auf frischen Brennholzstapeln oder Zaunpfählen aus Eiche. Dort legen sie ihre Eier ab.



Literatur

Bílý, S. (1998): *Larvae of buprestid beetles (Col.: Bup.) of Central Europe.* Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, Supplementum 9, S. 1–78

Brechtel, F.; Kostenbader, H. (Hrsg.) (2002): *Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württembergs.* Verlag E. Ulmer, Stuttgart, 632 S.

Hellrigl, K. G. (1978): *Ökologie und Brutpflanzen europäischer Prachtkäfer (Col., Buprestidae).* Zeitschrift für angewandte Entomologie 85(2), S. 167–191, 253-275

Niehuis, M. (2004): *Die Prachtkäfer in Rheinland-Pfalz und im Saarland.* Beiheft 31 der Schriftenreihe »Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz«. Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e. V. (GNOR), Landau/Pfalz

Hans Mühle ist Entomologe und Experte für Prachtkäfer.
muehleh@t-online.de

Holzkunst im Land der Pyramiden

Im alten Ägypten entwickelte sich schon früh ein bemerkenswertes Handwerk

Roxane Bicker

Schon in der Antike war Ägypten ein holzarmes Land. Dennoch entwickelte sich dort schon vor 6.000 Jahren ein außergewöhnliches Holzkunsthandwerk. Zwar verwendeten die Ägypter auch Hölzer aus den Galeriewäldern entlang des Nils, den Großteil jedoch importierten sie v. a. aus waldreicheren Ländern. Den Künstlern stand Holz meist nur in kleinen Werkstücken zur Verfügung. Daher ersannen sie schon früh unterschiedliche Holzverbindungen wie z. B. Schlitz- und Schwalbenschwanzverbindungen. Auf Metallnägel verzichteten ägyptische Holzhandwerker.

Abbildung 1: Ägyptische Holzhandwerker aus dem Grab des Rechmire (TT 100) in Theben, Neues Reich, 18. Dynastie, um 1400 v. Chr.

Obwohl Ägypten schon immer ein holzarmes Land war, wurde Holz als einer der ältesten und wichtigsten Werkstoffe der Menschheit vielseitig verwendet, in der Architektur (Decken und Säulen in Tempeln, Palästen, Wohnhäusern), im Schiffsbau, als Werkzeug und Waffen, in der Kleinkunst, für Statuen oder Kosmetikgefäße. Aus Holz wurden Möbel – Stühle, Betten, Kopfstützen – und Särge hergestellt. In Ägypten entstand so im Laufe der Zeit nicht nur ein hoch entwickeltes Holzhandwerk, sondern auch ein meisterliches Holzkunsthandwerk.

Wälder, Gärten und Hölzer

In der Jungsteinzeit säumten weitläufige Galeriewälder die Ufer des Nils. Dies änderte sich drastisch seit der dynastischen Zeit ab ca. 3.000 v. Chr. Die Galeriewälder wurden abgeholzt, um landwirtschaftliche Nutzflächen sowie Holzkohle für die Metall- und Glas-/Fayenceherstellung zu gewinnen. Die uns bis heute bekannte Agrarlandschaft mit ihren Palmenbeständen wurde geschaffen.

Zu den einheimischen Hölzern gehören Sykomore (*Ficus sycomorus*), Tamariske (*Tamarix aphylla*), Nil- und andere Akazienarten (*Acacia nilotica, A. spec.*). Seltener wurden Weide, Christusdorn, Johannisbrot-, Feigen- und Mandelbaum verwendet. Dattel- und Dumpalme fanden aufgrund ihrer fasrigen Struktur nur als ganze oder halbe Stämme Verwendung.

Der altägyptische Baumbestand war größtenteils Gartenkultur. Die Verfügungsgewalt für den wild wachsenden Bestand lag beim Wesir, dem Vorsteher des altägyptischen Beamtenapparates, nur er genehmigte das Fällen von Bäumen.

Die Gartenbäume eigneten sich nicht zur handwerklichen Verwendung , da sie nur kurze Stämme und viele Äste hatten. Zudem war das Holz meist fehlerhaft. Um den großen Holzbedarf zu decken, war Ägypten auf Importe angewiesen. Holz aus Kleinasien, Syrien und dem Libanon wurde im phönizischen Handelshafen Byblos umgeschlagen. Dazu gehörten vorwiegend Nadelhölzer für den Schiffs- und Hausbau wie Zeder, Tanne, Zypresse, Wacholder, Kiefer und Eibe. Im Süden wurde Holz aus Nubien, Punt und dem südlichen Afrika importiert, neben einigen noch nicht näher identifizierten Hölzern auch Akazien und Ebenholz.

Die unterschiedlichen verwendeten Holzarten werden am Besten mit Hilfe mikroskopischer Analysen kleinster Holzspäne bestimmt. Die Untersuchung von 400 Proben aus 240 altägyptischen Objekten ergab, dass am häufigsten einheimische Hölzer wie Sykomore und Tamariske verwendet wurden.

Holzhandwerk

Die Arbeit der Holzhandwerker war aufgeteilt und jeder Arbeiter auf einzelne Arbeitsschritte spezialisiert. Es gab Bildhauer, Zimmerleute, Möbelschreiner, Tischler, Polierer und weitere Berufe.

Gefällt wurden die Bäume mit Äxten und stets unter Aufsicht eines Beamten. Neben den Stämmen verwendeten die Ägypter auch Äste mit geeigneten Wuchsformen. Das Holz, das aus dem Norden importiert wurde, fällten häufig ägyptische Mannschaften selbst, die Stämme verbanden sie in Byb-

los zu Schiffen und überführten sie auf dem Seeweg nach Ägypten, wo sie wieder auseinander genommen wurden.

Die Stämme mussten nun zu Bauholz weiterverarbeitet werden. Die Arbeiter stellten Bretter her, indem sie die Stämme zersägten oder mit Keilen spalteten. Die meist nur kleinen Holzstücke und kurzen Bretter wurden mit Blatt-, Kamm-, Schlitz-, Zapfen- oder Schwalbenschwanzverbindungen zusammengefügt. Die Bootsbauer banden häufig Bretter mit Schnüren und Riemen aus pflanzlichem Material zusammen. Sie quollen im Wasser auf und sorgten so für zusätzliche Stabilität. Holzdübel und -nägel (Metallnägel wurden nicht verwendet!) hielten die Bretter zusammen, zur Stabilisierung wurde auch auf Gehrung geschnitten. Die Technik des Holzbiegens war bekannt, ebenso wie Einlegearbeiten (seit dem Alten Reich, 2707–2216 v. Chr.) und Furnierherstellung (seit dem Mittleren Reich, 2010–1793 v. Chr.). Häufig stuckierten die Kunsthandwerker das Holz auch mit Gips und bemalten es anschließend.

Unterschiedlichste Werkzeuge fanden im Holzhandwerk ihre Verwendung, darunter Sägen, Dechsel, Beile/Äxte, Ahlen, Meißel und Bohrer sowie Sand und Poliersteine, um das Holz zu glätten.

Abbildung 2: Sargmaske der Königin Sat-Djehuti, 2. Zwischenzeit, späte 17. Dynastie, um 1575 v. Chr. (Fotos: Ägyptisches Museum München)

Sargmaske der Königin Sat-Djehuti

Ein schönes Beispiel für die unterschiedlichen Holzbearbeitungstechniken ist die Sargmaske der Königin Sat-Djehuti. Sie ist im Staatlichen Museum Ägyptischer Kunst in München ausgestellt.

Eine computertomographische Untersuchung ermöglichte einen zerstörungsfreien Einblick in ihr Inneres. Die Maske ist aus nur einem Stück Sykomorenholz gefertigt. Die verwendeten Runddübel bestehen aus dem sehr harten Holz der Tamariske, das gerne für Dübel und Holznägel benutzt wurde. Lediglich Nase und Ohren sind separat gearbeitet und eingedübelt. Die Augen wurden aus Metall und unterschiedlichen Gesteinen eingelegt. Auf der Rückseite finden sich weitere Dübellöcher, am Rand der Maske ist eine Nut-und-Feder-Verbindung zu erkennen, mit der der Sargdeckel auf der Sargwanne lag. Die Stoßkanten, an denen weitere Sargbretter angedübelt waren, wurden rot eingefärbt. Der roten Farbe schrieben die Ägypter eine unheilabwehrende Wirkung zu. Die roten Stoßkanten der einzelnen Sargbretter sollten so Unheil von der im Sarg befindlichen Mumie abhalten.

Auf das vorbereitete Holz der Sargmaske wurde zum Ausgleich von Unebenheiten und zur Glättung eine Stuckschicht angebracht. Weitere Verzierungen wurden mit roten Vorzeichnungen markiert, dann wurden Stege aus Stuck aufmodelliert und schließlich eine hauchdünne Schicht aus Blattgold aufgebracht.

Normalerweise waren königliche Särge aus dem wertvolleren Zedernholz gefertigt. Zur Zeit der 17. Dynastie, aus der die Sargmaske stammt, hatten jedoch die Hyksosherrscher den Handelsweg nach Byblos unterbrochen. Daher griffen die Holzbildhauer auf einheimisches Holz zurück.

Nur ein Bruchteil der sich heute in den ägyptischen Museen befindlichen Holzobjekte wurde bisher analysiert und nach Arten bestimmt. Doch wie die Sargmaske der Sat-Djehuti zeigt, sind solche Untersuchungen lohnenswert, lassen sie doch eine tiefergehende Interpretation der Objekte zu. Gerade in der heutigen Zeit, in der interdisziplinäres Arbeiten immer wichtiger wird und das Hauptaugenmerk der Museen auf der Bewahrung und Restaurierung der vorhandenen Bestände liegt, sollte man sich dem Großprojekt »Holzbestimmung« wieder annehmen und daraus neue Erkenntnisse zur Kultur des alten Ägypten schöpfen.

Roxane Bicker M.A. ist Mitarbeiterin im Staatlichen Museum Ägyptischer Kunst in München und Ansprechpartnerin für Museumspädagogik. *bicker@aegyptisches-museum-muenchen.de*

»Aus Pharaos Werkstatt«
Die aktuelle Ausstellung beschäftigt sich mit Handwerk und Material im alten Ägypten und ist bis zum 18. November 2007 zu besichtigen.
Öffnungszeiten: Di 9–21 Uhr, Mi–Fr 9–17 Uhr, Sa–So 10–17 Uhr
Staatliches Museum Ägyptischer Kunst, Residenz, Eingang Hofgartenstraße

Mit ihrer Stimme Zauberklang ...

Paneveggio – ein Wald voller Geigen

Alexandra Wauer

In der italienischen Gemeinde San Martino di Castrozza mitten in den Dolomiten liegt einer der wohl bekanntesten europäischen Fichtenbestände, die Foresta dei violini. In dem zwischen 1.500 und 2.000 m ü. NN gelegenen »Geigenwald« von Paneveggio wachsen die weltberühmten Haselfichten, die bereits die Geigenbauerfamilie Stradivari sowie zuvor schon die venezianischen Werften hoch zu schätzen wussten.

Abbildung 1: Klangfest in der »Foresta dei violini« mit Uto Ughi auf der Geige (Foto: Trentino S.p.A./ P. Cavagna)

Das 2.700 Hektar große Bergwaldgebiet, die Foresta dei violini, ist Teil des 19.100 Hektar großen Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino. Der im Jahr 1967 gegründete Naturpark liegt im Osten der Provinz Trient.

Haselfichte

Die »Haselfichte« ist eine sehr seltene Wuchsform der einheimischen Fichte, *Picea abies*. Der Jahrringbau des Holzes ist sehr schmal und gleichmäßig. Die gewellten Holzfasern sind vermutlich dafür verantwortlich, dass Töne und Schwingungen besonders lang andauern. Daher eignen sich Haselfichten hervorragend für den Bau von Streich- und Zupfinstrumenten. Noch sind sich die Wissenschaftler nicht darüber klar, wie diese besondere, seit alter Zeit bekannte Wuchsform entsteht.

Querschnitt durch das Holz der Haselfichte (Foto: R. Rosin)

Schiffsbauer und Geigenbauer

Der »große Fichtenwald« wird seit Jahrhunderten nachhaltig bewirtschaftet, sowohl im Sinne der Produktion als auch des Umweltschutzes. Aus diesem größten zusammenhängenden Forst in den italienischen Alpen holten sich die Venezianer Holz zum Bau ihrer Schiffe, noch bevor die Instrumentenbauer es als Klangholz schätzen lernten. Seit der Renaissance wählen Geigenbauer in den geräumigen, gut strukturierten Beständen etwa 170-jährige, teilweise bis zu 40 m hohe »Haselfichten« aus, um aus ihrem Holz Streich- und Zupfinstrumente zu bauen.

Im 17. Jahrhundert stiegen selbst der große Stradivarius und Abgesandte seiner Familie von Cremona aus bis in das Fleimstal hoch, um die besten Fichten des Waldes von Paneveggio zu erwerben. Aus ihrem Holz schufen sie die berühmten Geigen mit ihrem unvergleichlichen Klang, die sich heute, nach fast 300 Jahren, meist im Besitz großer Virtuosen befinden.

Das Dokumentationszentrum Lusern (*www.lusern.it*) machte mit der Ausstellung »Die Geigen von Paneveggio« auf den außergewöhnlichen Wald aufmerksam.

I suoni delle dolomiti – Die Klänge der Dolomiten

Im Sommer wird die Foresta dei violini zum Konzertsaal. Auf Waldlichtungen erklingt Lauten- und Violinenmusik. Das kleine, aber umso feinere Musikfest ist allein Streich- und Zupfinstrumenten gewidmet. Fabio Ognibeni, Instrumentenbauer aus Val di Fiemme und Mitorganisator des Festes, hatte die interessante Idee, diesen Wald und seine Instrumente im Rahmen eines Musikfestes einem breiten Publikum vorzustellen. Wer hier spielt und zuhört, kann vor Ort die Entwicklung dieser Instrumente studieren. In diesem Jahr eröffnete am 19. Juli der berühmte italienische Geiger Uto Ughi das Musikfest mit Werken Locatellis und anderer Komponisten der römischen Violinschule.

Dr. Alexandra Wauer ist Mitarbeiterin im Sachgebiet ›Wissenstransfer und Waldpädagogik‹ der LWF. *awa@lwf.uni-muenchen.de*

Dossier Eichenprozessionsspinner

www.waldwissen.net bietet umfassende Informationen zu einem Forstschädling, der auch dem Menschen gefährlich wird

Michael Streckfuß

Es sieht aus wie nach einem Chemieunfall: Experten in Atemschutzmasken und geschlossenen Schutzanzügen klettern auf Bäume, versprühen dort Flüssigkeiten oder hantieren mit Gasbrennern, Müllsäcken und Greifzangen. Die Szene ist beklemmend – aber längst kein Einzelfall mehr.

Der Eichenprozessionsspinner *(Thaumetopoea processionea)* ist ein unauffälliger Nachtschmetterling. Als Forstschädling war die Art in Bayern trotz gelegentlicher Massenvermehrungen bis zum Beginn der neunziger Jahre eher unbedeutend, da sich das wärmeliebende Insekt hier am Rande seines klimatischen Optimalbereichs befindet. Die wärmere und trockenere Witterung der letzten Jahre hat aber zu einer deutlichen Ausweitung des Vorkommens geführt. Auch kam es zu einer ungewohnten Häufung von Massenvermehrungen selbst dort, wo der Falter bisher kaum eine Rolle gespielt hat.

Das allein wäre noch kein Grund zu größerer Sorge, da sich der forstwirtschaftliche Schaden selbst bei einem einmaligen Kahlfraß der Bäume in der Regel in Grenzen hält. Außerdem werden die Eier bevorzugt an Bestandesrändern und einzeln stehenden, gut besonnten Eichen abgelegt. Das Innere größerer Waldbestände und damit die eher wertvolleren Bäume sind also meist gar nicht so stark betroffen.

Hauptproblem: Die Brennhaare

Richtig kritisch und daher zunehmend in den Medien präsent wird der Eichenprozessionsspinner erst wegen der Brennhaare seiner Raupen. Nach ihrer dritten Häutung besitzen die dann etwa 2 cm langen Tiere Haare, die bei Berührung leicht brechen und dabei ein hochallergenes Eiweiß freisetzen. Bei jeder weiteren Häutung bleibt die alte, behaarte Larvenhülle zurück. Der Wind kann diese Haare weit verwehen oder sie sammeln sich im Geäst und am Boden an. Von dort können sie jederzeit wieder aufgewirbelt werden und so auf die Haut oder Schleimhäute gelangen. Dank ihrer Widerhaken bleiben sie dort auch haften und lösen im besten Fall nur Hautrötungen aus, im schlimmsten Fall ein lebensgefährliches Kreislaufversagen. Bei Schleimhäuten und in den Augen fallen die Reaktionen besonders stark aus, heftige Entzündungen sind oft die Folge.

Weil die Raupen bevorzugt frei und sonnig stehende Bäume befallen, ist der hygienische Aspekt der Raupenhaare besonders brisant. Denn solche Bäume stehen eben selten mitten im Wald, sondern meistens an Waldrändern in Siedlungsnähe, in Parks oder gar mitten in Ortschaften. Daher gelangen die gefährlichen Haare direkt in die Nähe der Bevölkerung. Das Ausmaß der Betroffenheit geht also weit über die Beschäftigten im Forstsektor hinaus!

Abbildung 1: Jungraupen des Eichenprozessionsspinners; in diesem Stadium sind die Haare noch ungefährlich. (Foto: Archiv LWF)

Allergene Dauerwirkung

Hinzu kommt, dass die Beeinträchtigung durch die Brennhaare nicht auf die Zeit der Raupenaktivität beschränkt ist. Vielmehr reichern sich die Haare wie ein Giftstoff über Monate und Jahre hinweg im Gelände an. Die allergene Wirkung bleibt dabei erhalten und kann ganzjährig Probleme verursachen. Wer bei einer Bekämpfungsaktion an einen Chemieunfall erinnert wird, liegt also gar nicht so falsch.

Welcher Selbstwerber oder Waldarbeiter denkt schon bei der Arbeit im Winter an Raupen und deren Haare? Welcher Waldbesucher erinnert sich beim Streifen durchs Unterholz noch an die Raupenplage vom Vorjahr? Zwar sind viele Bewohner der stark betroffenen Gebiete bereits sensibilisiert, alle anderen jedoch müssen dauerhaft auf die Gefahr hingewiesen werden.

Auch die Bekämpfung zeigt sich schwierig. Der flächendeckende Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist in Siedlungsnähe heikel. Die manuell-mechanische Bekämpfung gefährdet wegen der Haare alle Akteure und ist nicht zuletzt wegen der aufwändigen Sicherheitsmaßnahmen extrem teuer.

Unter *www.waldwissen.net -> Dossiers -> Eichenprozessionsspinner* finden Sie am Ende dieses Textes eine Fülle weiterführender Dokumente zum Thema.

Michael Streckfuß ist Mitarbeiter im Sachgebiet ›Wissenstransfer und Waldpädagogik‹ der LWF und verantwortlicher Redakteur für www.waldwissen.net.

Nachrichten

15. C.A.R.M.E.N.-Symposium

Nachwachsende Rohstoffe – Ein nachhaltiger Beitrag zum Klimaschutz: Unter diesem Motto fand vom 2. bis 3. Juli 2007 in Straubing das 15. C.A.R.M.E.N.-Symposium statt.
Der kürzlich veröffentlichte UN-Klimareport rückte das Thema Klimaschutz wieder in das Blickfeld der Öffentlichkeit. C.A.R.M.E.N., seit seiner Gründung dem Klimaschutz verpflichtet, bot Wirtschaft, Politik und Wissenschaft dieses Jahr wieder die Gelegenheit, sich über nachwachsende Rohstoffe und ihren nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz zu informieren.

Nachwachsende Rohstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft tragen wesentlich dazu bei, CO_2 einzusparen sowie den Treibhauseffekt zu reduzieren. Wie sich der globale Klimawandel auswirken wird und welche Konsequenzen sich aus der deutschen Klimapolitik ergeben, wurde im gemeinsamen Fachplenum des Symposiums präsentiert. Zur Diskussion standen u. a. das Bundes-Immissionsschutzgesetz, die Minderung von Staubemissionen und Treibhausgasen sowie Stirlingtechnologie, Strohheizungen und Dampfturbinen-Blockheizkraftwerke. red

Mehr dazu erfahren Sie unter *www.carmen-ev.de*

Bericht zur Waldkiefer

Rechtzeitig zur Tagung zum Baum des Jahres am 13. Juli 2007 in Walderbach erschien das LWF Wissen Nr. 57 ›Beiträge zur Waldkiefer‹. Bereits auf der Veranstaltung erhielten die Teilnehmer den LWF-Bericht mit ihren Tagungsunterlagen ausgehändigt. Der 88 Seiten umfassende Bericht enthält neben den bei der Tagung gehaltenen Vorträgen weitere Artikel. Die Autoren beleuchten in ihren Beiträgen die Waldkiefer aus den unterschiedlichsten Perspektiven heraus. Der Bogen spannt sich von der Botanik über den Waldbau bis hin zur Holzverwendung und Arzneikunde. red

Bestellungen für 10,– EUR zzgl. Versandkosten bei der LWF

4. Waldbesitzertag in Freising

(Foto: T. Bosch)

Am 4. Oktober 2007 veranstaltet die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) unter dem Dach des Zentrums Wald-Forst-Holz zum vierten Mal den Bayerischen Waldbesitzertag. Speziell auf die Interessen von Waldbesitzern und forstlichen Beratern zugeschnitten, bringt diese Tagung wichtige neue Forschungsergebnisse und Lösungsmöglichkeiten für die Praktiker im Wald. Nebenbei bietet sich Gelegenheit zum Austausch zwischen forstlicher Praxis, Wissenschaft und Politik.

Unter dem Motto »Dem Klimawandel begegnen – den Wald nutzen!« gibt die Veranstaltung Waldbesitzern, forstlichen Praktikern und Entscheidungsträgern praktische Hinweise für die Waldbewirtschaftung. Denn man muss den Wald und seine Holzvorräte möglichst effizient nutzen, will man dem Klimawandel begegnen. Die Vorträge beschäftigen sich unter anderem mit standörtlichen, waldbaulichen und forsttechnischen Fragestellungen sowie den neuesten Entwicklungen im Bereich Logistik. Die Tagung veranstaltet die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Schirmherr des Waldbesitzertages ist Staatsminister Josef Miller. red

Anmeldung und Informationen: Telefax: 0 81 61 | 71-5995 oder im Internet unter *www.lwf.bayern.de*

Holzauge sei wachsam ...

Unter dem Motto »Holzauge sei wachsam – Wer will was von unserem Wald?« veranstaltet der Deutsche Forstverein vom 18. bis 21. Oktober 2007 seine Jahrestagung in Baden-Baden.

Die Tagung beschäftigt sich mit den verschiedenen Ansprüchen unserer Gesellschaft an den Wald. Dieses Thema ist zwar nicht neu, aber in der jetzigen Zeit besonders aktuell. Ausgelöst von der Energiekrise erleben Wald und Forstwirtschaft einen starken Aufschwung. In seinem Festvortrag wird der Vorstandsvorsitzende der EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Professor Utz Claassen, als Außenstehender die Sicht eines großen Energieversorgers auf erneuerbare Energierohstoffe darstellen.

In 27 einstündigen Seminaren zu acht Themenkreisen erhalten die Teilnehmer ausreichend Gelegenheit zu Diskussionen und Fachgesprächen. Einen besonderen Stellenwert nehmen die 29 angebotenen Exkursionen ein. Die halb- bis zweitägigen Waldfahrten führen teilweise über Baden-Württemberg hinaus nach Frankreich und in die Schweiz. red

Mehr Informationen unter *www.forstverein.de*

Verheerende Waldbrände in Südeuropa

(Foto: www.pixelio.de)

Italien, Griechenland, Mazedonien, Bulgarien, Kanarische Inseln. Mehrere hundert Wald- und Buschbrände in Süd- und Südosteuropa im Juli 2007 forderten insgesamt 15 Menschenleben. Mehrere Tausend Hektar Wald- und Buschland fielen den Flammen zum Opfer. Allein in den italienischen Naturparken vernichteten die Feuer über 9.000 Hektar. Immer wieder entdeckten Feuerwehrleute und Brandfahnder Brandsätze auf den abgebrannten Waldflächen. Offenkundig hatten die Brandstifter »günstige« Wetterlagen abgewartet – Hitzerekorde von 40 bis 45 Grad, dazu kräftiger Wind. Die Täter haben die unterschiedlichsten Motive: Die einen wollen auf den abgebrannten Flächen leichter eine Holzeinschlagserlaubnis erwirken oder Wiederaufforstungsaufträge erhalten, andere auf den Flächen Genehmigungen für Bauvorhaben durchsetzen oder von Hotelbetreibern Schutzgelder erpressen. red

Erster Friedwald in Bayern

Auf dem Schwanberg in Unterfranken (Lkr. Kitzingen) wurde am 20. Mai der erste Friedwald Bayerns eröffnet. Gleichzeitig ist es der erste in Deutschland in kirchlicher Trägerschaft. Die evangelisch-lutherische Landeskirche Bayern wagte als erste den Gedanken des Friedwaldes als neue Bestattungsform mit alten christlichen Traditionen zu verknüpfen und schafft damit die Möglichkeit, dem Bedürfnis vieler Christen nach einer naturnahen Bestattung nachzukommen. Das 32 Hektar große Areal der evangelisch-lutherischen Pfründestiftung ist einer von 16 Friedwäldern in Deutschland. Die hessische FriedWald GmbH übernimmt die Bewirtschaftung. Die Trägerschaft des Friedwaldes bleibt in der Hand der evangelischen Landeskirche, die über die Schwestern vom Casteller Ring auch die seelsorgerische Betreuung stellt. jhh

Ein ausführlicher Bericht erscheint in einem der nächsten Hefte.

Douglasien-Tagung an der LWF

(Foto: T. Bosch)

Mit dem Klimawandel rückt die Douglasie zunehmend in das Interesse der Waldbesitzer. Manche sehen in ihr bereits die »Fichte der Zukunft«. Welche Perspektiven die Douglasie im Klimawandel bietet und welche Chancen und Risiken diese Baumart mit sich bringt, beleuchtet die Fachtagung der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft »Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel«. Die Veranstaltung findet am Donnerstag, den 28. Februar 2008 im Zentrum Wald-Forst-Holz in Freising-Weihenstephan statt.

In praxisnahen Fachvorträgen informieren Wissenschaftler über aktuelle Erkenntnisse zu dieser Gastbaumart. Die Veranstaltung richtet sich an forstliche Praktiker und Entscheidungsträger sowie alle am Wald Interessierten. amer

Einzelheiten zu Programm und Anmeldung sind ab Oktober 2007 über *www.lwf.bayern.de* zugänglich.

Ambrosia-Pflanze wird bayernweit bekämpft

(Foto: U. Starfinger, BBA)

Rechtzeitig vor Beginn der Blüte wurde das Aktionsprogramm »Ambrosiabekämpfung in Bayern 2007« ins Leben gerufen mit dem Ziel, die Ausbreitung des aus Nordamerika stammenden Beifußblättrigen Traubenkrauts (*Ambrosia artemisiifolia*) so weit wie möglich zu unterbinden. Bei einer ungehemmten Ausbreitung drohen enorme gesundheitliche und finanzielle Belastungen. Bereits jetzt kostet Ambrosia die Krankenkassen jährlich bis zu 47 Millionen Euro.

Die Bürger können die Eindämmungsmaßnahmen unterstützen, indem sie größere Ambrosia-Bestände der örtlich zuständigen Kreisverwaltungsbehörde melden. Geschultes Personal wird den Standort mit GPS erfassen und Bekämpfungsmaßnahmen veranlassen. Einzelpflanzen und kleine Bestände im Garten sollte man möglichst vor der Blüte samt Wurzel ausreißen und in einer Plastiktüte im Restmüll entsorgen. Dabei sind vorsorglich Handschuhe zu tragen. Es ist ratsam, beim Ausreißen blühender Pflanzen Handschuhe und Mundschutz zu tragen. Allergiker sollten diese Arbeiten nicht durchführen.

Ambrosia breitet sich in Deutschland immer stärker aus, insbesondere in Bayern. Bereits intensiv betroffen sind Südfrankreich, Ungarn und die Schweiz. Ambrosiapollen lösen heftige allergische Reaktionen aus. Eine Berührung ruft bei vielen Menschen starken Juckreiz und Hautrötung hervor, in zunehmendem Maße auch Asthma. Zudem blüht Ambrosia relativ spät und verlängert dadurch die Beschwerdezeit um mehrere Wochen. Es ist noch nicht bekannt, inwieweit Ambrosia Schäden in der Landwirtschaft verursachen wird. red

Ausführliche Informationen erhalten Sie unter:
www.stmugv.bayern.de

Symposium »Energiepflanzen«

Klimaschutz und Sicherung der Energieversorgung erfordern die Substitution endlicher fossiler Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe und andere erneuerbare Energien.

Die Bundesregierung hat sich deshalb zu einem deutlichen Ausbau der erneuerbaren Energien verpflichtet. Um die ehrgeizigen Ziele zu erreichen, müssen alle Energiequellen optimal genutzt werden. Das größte Potenzial haben dabei die auf landwirtschaftlichen Flächen angebauten Energiepflanzen.

Mit dem Symposium vom 24. bis 25. Oktober 2007 will das BMELV ein Forum für verschiedene Fachkreise zur kritischen Auseinandersetzung mit diesem Thema bieten. Dabei soll ein Überblick über den Stand von Forschung und Entwicklung gegeben und der notwendige Handlungsbedarf aufgezeigt werden. Diskutiert werden soll z. B. über den Stand und Perspektiven der Züchtung und des Anbaus von Energiepflanzen, die Gewährleistung der Nachhaltigkeit, sowie das Spannungsfeld Energiepflanzenanbau und Nahrungsmittelerzeugung. bmelv

Infos und Anmeldung unter *www.fnr.de/energiepflanzen2007.*

Waldpädagogik ist Beitrag zum Klimaschutz

(Foto: G. Dobler)

Wie Forstminister Josef Miller an der Waldklimastation in Roggenburg sagte, kann dem Klimawandel nur durch eine Sensibilisierung der Menschen für die Belange der Umwelt wirksam begegnet werden. »Der Klimaschutz erfordert zuallererst einen Sinneswandel in den Köpfen, sonst werden die Gegenmaßnahmen wirkungslos verpuffen«. Die Erfahrung lehrt: Nur was der Mensch schätzt, das schützt er auch. Das waldpädagogische Bildungsangebot der Forstverwaltung ist ein ideales Mittel, vor allem jungen Menschen das Thema Wald und Waldbewirtschaftung nahe zu bringen: Ziel ist es daher, dass jedes Kind während seiner Schulzeit mindestens einmal einen Waldtag mit einem Förster erlebt. Die Waldpädagogik ist bereits seit 1998 im Waldgesetz als Bildungsauftrag der staatlichen Forstbehörden verankert.

In Roggenburg wird den Schülern gezeigt, was der Klimawandel und seine Auswirkungen auf den Wald mit ihrer eigenen Lebenswelt zu tun haben und was jeder einzelne zum Klimaschutz beitragen kann. Das Waldprojekt in Roggenburg wurde im vergangenen Jahr von der UNESCO ausgezeichnet. Zentral ist hier die direkte Erfahrung, wie Wälder auf Umwelteinflüsse reagieren. red

Informationen zu Waldlehrpfaden, Waldführungen und Walderlebniszentren unter *www.forst.bayern.de/erlebnis_wald/*

Zeckengefahr: früher und intensiver denn je

Erwachsenes Zeckenweibchen (Foto: www.zecken.de)

Die von Zecken ausgehende Gefahr beginnt früher im Jahr, hat sich weiter ausgebreitet und tritt intensiver auf denn je – rechtzeitige Impfung und gründliche Vorsorge sind unerlässlich. Zwei Drittel der Fläche Bayerns sind mittlerweile als Zecken-Risikogebiete eingestuft. Im Jahr 2006 gab es in Bayern fast 200 FSME- und schätzungsweise bis zu 10.000 Borreliose-Fälle.

Wegen des milden Winters waren die Zecken schon außerordentlich früh im Jahr aktiv. Bereits Mitte März wurde ein FSME-Fall (Frühsommer-Meningoenzephalitis) aus dem mittelfränkischen Landkreis Roth gemeldet. FSME gehört zu den meldepflichtigen Infektionskrankheiten. Das Bayerische Umweltministerium rät daher zur Doppelstrategie aus Impfung plus Vorsorge. Mittlerweile ist auf zwei Dritteln der Fläche Bayerns mit Gefährdungen zu rechnen.

Mit einer Impfung kann man sich wirkungsvoll gegen das FSME-Virus schützen. Gegen das Borreliose-Bakterium dagegen wurde bisher noch kein Impfstoff entwickelt. Beide Krankheitserreger werden durch Zeckenbiss übertragen. An Borreliose erkranken 50 bis 100 mal mehr Menschen als an FSME. Borreliose-Erkrankungen treten infolge der weitaus stärkeren Verbreitung infizierter Zecken wesentlich häufiger auf. Im letzten Jahr wurden 188 FSME- und schätzungsweise bis zu 10.000 Borreliose-Fälle im Freistaat bekannt. Gesundheitsexperten raten daher, beim Streifzug durch die Natur lange Ärmel und Hosen sowie geschlossene Schuhe zu tragen.

Bereits jetzt sind 55 bayerische Kreise als FSME-Risikogebiet eingestuft. In einem Risikogebiet sind bis zu fünf Prozent aller Zecken mit dem FSME-Virus verseucht. Ein Landkreis oder eine kreisfreie Stadt wird zum FSME-Risikogebiet erklärt, wenn dort mindestens zwei Personen innerhalb eines Jahres (bzw. mindestens fünf Erkrankte innerhalb von fünf Jahren) mit dem FSME-Virus infiziert sind.

Die Impfung gegen FSME schützt für etwa drei bis fünf Jahre. Für Kinder steht ein spezieller, gut verträglicher Impfstoff zur Verfügung. red

Die Risikogebiete in Deutschland sind unter *www.rki.de* zu finden, die bayerischen Risikogebiete sowie weitere Tipps rund um FSME und Borreliose unter *www.stmugv.bayern.de*.

Nächste Ausgabe:
Holz – Energie aus dem Wald

(Foto: T. Bosch)

Wer sich mit modernem und zukunftsorientiertem Heizen beschäftigt, wird um die Nutzung von Holzenergie nicht herumkommen. Die fossilen Brennstoffe werden zunehmend teurer. Die thermische Verwertung von Holz stellt eine hervorragende und vernünftige Alternative dar. Die Entscheidung pro Holzenergie leistet einen Beitrag zum aktiven Klimaschutz. Die Verbrennung von Holz ist CO_2-neutral. Es wird nur soviel Kohlendioxid freigesetzt wie der Baum im Laufe seines Wachstums aus der Atmosphäre aufgenommen hat. red

Impressum

LWF aktuell – Das Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und Mitgliederzeitschrift des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan
LWF aktuell erscheint sechsmal jährlich zuzüglich Sonderausgaben.
Erscheinungsdatum der vorliegenden Ausgabe: 3. September 2007
Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe: **15. September 2007**

Namentlich gezeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder.

Herausgeber: Olaf Schmidt für die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Dr. Joachim Hamberger für das Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan
Am Hochanger 11, 85354 Freising
Telefon: 0 81 61 | 71-4881, Telefax: 0 81 61 | 71-4971
www.lwf.bayern.de und *www.forstzentrum.de*
redaktion@lwf.uni-muenchen.de

Chefredakteur: Michael Mößnang V.i.S.d.P.
Redaktion: Dr. Alexandra Wauer, Hildegard Vogel (Waldforschung aktuell)
Layout & Gestaltung: Christine Hopf

Druck: Lerchl Druck, Freising
Auflage: 3.000 Stück
Papier: Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

Bezugspreis: Abonnement: EUR 30,–; Einzelpreis: EUR 5,– zzgl. Versand für Mitglieder des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan e.V. kostenlos (Mitgliedsbeitrag EUR 25,–/Studenten EUR 10,–)

ISSN 1435-4098

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, erwünscht, aber nur nach Rücksprache mit dem Herausgeber (schriftliche Genehmigung).
Wir bitten um Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren.

Hantaviren

In den vergangenen Wochen nahmen die Meldungen über Hantavirus-Infektionen wieder deutlich zu. Vor allem Personen, die im Wald arbeiten, sind besonders gefährdet. Die Ansteckung erfolgt durch Kontakt mit Viren in den Ausscheidungen von Mäusen. Gerade in den Sommermonaten ist die Ansteckungsgefahr besonders hoch.

Cornelia Triebenbacher, Sandra Essbauer, Jens Jacob und Rainer Ulrich

In Bayern wurden in den vergangenen Jahren immer wieder Fälle von Infektionen mit Hantaviren gemeldet, vor allem in Unterfranken, im westlichen Mittelfranken und im östlichen Niederbayern. Gegenüber den Vorjahren ist die Anzahl der gemeldeten Fälle deutlich gestiegen. Im ersten Halbjahr 2007 infizierten sich in Bayern bereits 137 Menschen.

Übertragung / Krankheitsbild

Die Erreger werden von Nagetieren auf den Menschen übertragen. Eine Ansteckung von Mensch zu Mensch ist nicht möglich. Die infizierten Tiere erkranken selbst nicht, scheiden jedoch das Virus über Urin, Kot und Speichel aus. Der Mensch nimmt das Virus meist über kontaminierte Aerosole auf. Die Hauptüberträger sind Mäuse. Für eine Übertragung dieser Viren durch Hunde und Katzen auf den Menschen gibt es bisher keine Hinweise, auch wenn diese Tiere bereits infiziert sind.

Hantaviren verursachen beim Menschen typischerweise Nierenfunktionsstörungen. Je nach Virustyp fallen die Krankheitsbilder jedoch unterschiedlich schwer aus. In Deutschland wurde bisher keine tödlich verlaufene Hantavirus-Infektion beschrieben. Eine Infektion wird oft von grippalen Anzeichen wie hohes Fieber, Muskel-, Kopf- und Bauchschmerzen begleitet.

Rötelmäuse gehören zu den Hauptüberträgern des Hantavirus. (Foto: pixelio.de)

Bei schweren Krankheitsverläufen kann es zu einem akuten Nierenversagen kommen. Meist verläuft die Krankheit jedoch mit unspezifischen Symptomen und wird deshalb gar nicht oder nicht als Hantavirus-Infektion diagnostiziert. Die Diagnose wird in der Regel anhand des Nachweises von spezifischen Antikörpern im Blut gestellt.

Verteilung von Hantavirus- Erkrankungen

Vermutlich steht eine hohe Populationsdichte der Mäuse mit regionalen Ausbrüchen von Hantavirus-Infektionen im Zusammenhang. In Bayern geht die große Zahl humaner Infektionen mit einer starken Vermehrung von Rötelmäusen und hoher Hantavirus-Durchseuchung der Rötelmauspopulation einher.

In bestimmten Regionen Bayerns ist wegen der Zunahme der Zahl und Größe forstlicher Schadflächen und der Verlichtung der Wälder durch Sturm oder Borkenkäferbefall sowie aufgrund der milden Witterung zu Beginn des Jahres 2007 mit einer Zunahme der Rötelmauspopulationen zu rechnen. Eine weitere Ausbreitung des Rötelmaus-assoziierten Hantavirus *(Puumalavirus)* bei Rötelmäusen und eine Häufung von Infektionen beim Menschen könnten daher möglich sein. Auch in Regionen, aus denen bisher keine humanen Fälle von Hantavirus-Infektionen gemeldet wurden, können diese Viren in den lokalen Nagetierpopulationen vorkommen.

Behandlung

Es gibt bisher keine gegen das Virus wirkende Therapie. Bisher sind nur Symptombehandlungen möglich. Nach überstandener Erkrankung bleiben bei den Patienten keine bleibenden Schäden zurück. Die Phase der Genesung kann jedoch mehrere Wochen bis Monate dauern. Eine Impfung gegen Hantaviren steht ebenfalls nicht zur Verfügung.

Cornelia Triebenbacher ist Mitarbeiterin im Sachgebiet ›Waldschutz‹ der LWF. *trie@lwf.uni-muenchen.de*
Koautoren: Dr. Sandra S. Essbauer (Institut für Mikrobiologie der Bundeswehr), Dr. Jens Jacob (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) und Dr. Rainer G. Ulrich (Friedrich-Loeffler-Institut)