

Nr. 44 - 2017

132039578 M



BFW. Praxisinformation



Wege zum klimafitten Wald

<http://bfw.ac.at>

Bundesforschungszentrum für Wald
Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich

Inhalt

PETER MAYER, ALEXANDRA FREUDENSCHUSS, ROBERT JANDL, MAGDALENA LACKNER Der Wald in der Klimapolitik.....	3
ROBERT JANDL, MICHAEL ENGLISCH, KARL GARTNER, ANDREAS SCHINDLBACHER Auf welchen Standorten kommt der Wald unter Druck?	7
GERNOT HOCH, JASMIN PUTZ, HANNES KREHAN Forstlicher Pflanzenschutz im globalen Wandel	10
WERNER RUHM Waldbauliche Möglichkeiten in Zeiten des Klimawandels.....	14
THOMAS LEDERMANN, GEORG KINDERMANN Wie geht man mit gefährdeten Fichtenbeständen um?	19
SILVIO SCHÜLER, JAN-PETER GEORGE, MICHAEL GRABNER Trockenstress im Wald: Unterschiede zwischen Baumarten und Herkünften	23
ALEXANDRA WIESHAIDER Waldbewirtschaftung im Klimawandel.....	27
CHRISTOPH JASSER Der Klimawandel: Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung aus regionaler Sicht	29
GÜNTER KLEINSZIG Forstrevier Wolschart Klimawandel aus der Sicht eines Waldbewirtschafters	31
GERHARD MARKART, KLAUS KLEBINDER, BERNHARD KOHL, GERTRAUD MEISSL, FRANK PERZL, ANTONIA ZEIDLER, THOMAS ZIEHER Klimawandel und Naturgefahren.....	35
MANFRED KREINER Schutzwald und Klimawandel im Spannungsfeld zwischen Beratung und Förderung	39

Impressum

ISSN 1815-3895

© Mai 2017

Nachdruck nur nach vorheriger
schriftlicher Zustimmung seitens des
Herausgebers gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt

verantwortlich: Peter Mayer

Bundesforschungs- und Ausbildungs-
zentrum für Wald, Naturgefahren und
Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8,

1131 Wien, Österreich

Tel.: +44 1 87838 0

Fax: +44 1 87838 1250

http://bfw.ac.at

Redaktion: Christian Lackner,

Robert Jandl

Layout: Johanna Kohl

Titelbild: Günter Kleinszig,

Rückseite: Illustration Peter M. Hoffmann

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +44 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

Online-Bestellung:

http://www.bfw.ac.at/webshop/index.php

Der wald- und holzbasierte Sektor nimmt beim Klimaschutz und bei der Anpassung an den Klimawandel eine wesentliche Schlüsselrolle ein. Der Ersatz von fossilen und nicht nachhaltigen Bau-, Werk- und Energiestoffen durch den erneuerbaren Rohstoff Holz sowie die Kohlenstoff-speicher-Funktion von Wald-Biomasse und Holzprodukten führen zu immensen CO₂-Einsparungen. Gerade im Lichte des Klimawandels braucht es Strategien und Maßnahmen, um die wirtschaftliche, biologische und gesellschaftliche Rolle der Wälder weiterhin bestmöglich zu sichern. Aus diesem Grunde startete das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) gemeinsam mit der Kooperationsplattform Forst Holz Papier (FHP) die Initiative „Holz verwenden ist gut für das Klima – Wir machen unseren Wald klimafit!“.



Österreichs Wälder sind aber nicht nur ein entscheidender Faktor für das Klima, sondern spielen auch eine wichtige ökonomische und ökologische Rolle für die Bewohnerinnen und Bewohner des ländlichen Raumes. Von der Kulinarik bis zum Tourismus ist Regionalität gefragt wie nie zuvor – trotzdem zieht es immer mehr Menschen in die Städte. Diesem Trend gilt es entschlossen entgegenzuwirken. Darum setzte ich im Jahr 2017 den Regionalschwerpunkt: „Heimat.Land.Lebenswert.“ In einem Masterplan wird eine umfassende Strategie formuliert, die weit über die Land- und Forstwirtschaft hinausreicht: Die vielseitigen Themen betreffen auch Wirtschaft und Infrastruktur, Mobilität und soziale Verantwortung bis hin zum digitalen Dorf. Wichtig ist, dass die Chancen zwischen Stadt und Land gerecht verteilt werden.

Bundesminister Andrä Rupprechter

Unsere Wälder können sich selbst nur langsam an die Folgen des Klimawandels anpassen. Eine aktive, nachhaltige Waldbewirtschaftung kann diesen Prozess maßgeblich unterstützen. Gezielte Maßnahmen können die Widerstandskraft der heimischen Wälder deutlich verbessern: von der Anpassung der Baumarten über die gezielte Förderung von Mischkulturen bis zur bodenschonenden Bewirtschaftung der Wälder.



Die Referate des BFW-Praxistages 2017 „Wege zum klimafitten Wald“ wurden jetzt in dieser Ausgabe zusammengefasst. Darüber hinaus wird sich das BFW in mehreren Projekten diesem Thema widmen. Zum Beispiel werden anhand von Dauerversuchsflächen die Vorteile von Durchforstungen anschaulich dargestellt, zudem werden in einem anderen Vorhaben alle 2.100 österreichischen Gemeinden eingebunden. Einerseits können diese selbst einen Beitrag leisten, etwa durch die Erstellung kommunaler Waldbewirtschaftungspläne. Andererseits stehen sie vor Ort in direktem Kontakt mit den Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern und können die Handlungsempfehlungen vom BFW effektiv weitergeben.

Dr. Peter Mayer, Leiter des BFW

Dr. Robert Jandl, Klima-Forschungskoordination am BFW

Der Wald in der Klimapolitik

Die Interessen an Wäldern sind vielfältig – auf internationaler als auch auf nationaler Ebene. In Fragen der Klimapolitik definieren internationale Berichtspflichten den Beitrag der Wälder zu Treibhausgas-Emissionen und -Reduktionen und nehmen Länder in die Pflicht, diese auch einzuhalten. Projekte des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW), des Umweltbundesamtes und der Universität für Bodenkultur Wien unterstreichen die Bedeutung des nachhaltigen Waldmanagements und der Substitutionswirkung von Holzprodukten in der Klimapolitik.

Die internationale waldrelevante Politik ist geprägt von verschiedenen, sektoralen Vereinbarungen. Diese Bestimmungen führen zu Zielkonflikten, zum Beispiel zwischen Biodiversitäts-, Klima- und Wirtschaftszielen, die im politischen Diskurs geklärt werden müssen. Dem Waldland Österreich kommt eine wichtige Rolle zu, um die heimischen Interessen und Fachkompetenz in die Verhandlungen einzubringen. Aufgabe des BFW ist es, Ergebnisse der Forschungsarbeit als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu stellen.

Internationale Bestimmungen

Globale Probleme wie Entwaldung, illegaler Holzeinschlag, Biodiversität oder Klimawandel werden auf internationaler Ebene meist innerhalb der Vereinten Nationen im Rahmen verschiedener Abkommen diskutiert. Sie haben großen Einfluss auf die Waldpolitik, weil sie in der Regel verbindliche Bestimmungen

zum Beitrag des Waldes zur jeweiligen Zielerreichung beinhalten.

Eine Plattform für zentrale Themen der Forstwirtschaft ist das Waldforum der Vereinten Nationen (UNFF). Das seit 2000 bestehende Forum hat 2017 einen Strategischen Plan für die Wälder (United Nations Strategic Plan for Forests, 2017-2030) verabschiedet.

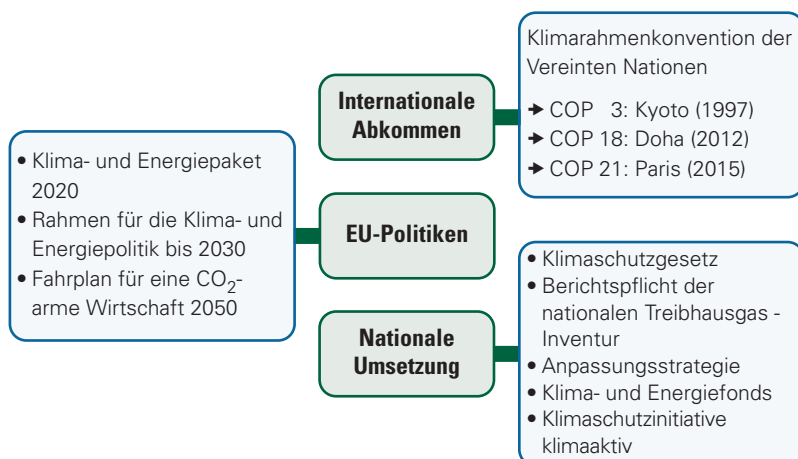
Dies ist ein wichtiges Zeichen der Zusammenarbeit und strategischer Kohärenz zwischen den 197 unterzeichnenden Mitgliedsstaaten. Ein Hauptaugenmerk des Planes liegt auf der Erreichung der globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals). Diese wurden 2015 formuliert und beinhalten auch für die Waldpolitik relevante Punkte, wie die Umsetzung von nachhaltigen Bewirtschaftungsformen und dem weltweiten Stopp von Entwaldung.

Die internationale Klimapolitik wird durch eine Rahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) definiert (Abbildung 1). Ziel des 1992 verfassten, rechtlich bindenden Umweltabkommens

Mehr zum EU-Aktionsplan „Rechtsdurchsetzung, Politikgestaltung und Handel im Forstsektor (FLEGT): www.bundesamt-wald.at

Strategischer Plan für die Wälder: www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2016/12/UNSPF_AdvUnedited.pdf

▼
Abbildung 1:
Übersicht über eine Auswahl international und national waldrelevanter Gesetze und Abkommen



ist es, anthropogene Störungen des Klimasystems zu verhindern und zu minimieren. Jährlich müssen die UN-Mitgliedsstaaten über die Fortschritte bei der Umsetzung von Emissionsreduktionszielen in internationalen Übereinkommen berichten. Im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) werden die Kohlenstoffänderungen in der Biomasse, im Totholz, Boden und Humus sowie bei den langlebigen Holzprodukten berichtet. Für den Wald stellen die Ergebnisse der österreichischen Waldinventur eine wesentliche Datengrundlage zur Erfüllung dieser Berichtspflichten dar.

Ein weiterer Erfolg war 2015 die Unterzeichnung des Pariser Klimaschutzabkommens, das eine Klimaerwärmung auf maximal 2 Grad Celsius bis 2050 eindämmen soll. Der Wald spielt hierbei erneut eine wichtige Rolle als Kohlenstoffspeicher und Lieferant nachwachsender Rohstoffe.

Der Wald in der EU

42 Prozent der Europäischen Union sind mit Wald bedeckt. Das ist mehr als der globale Durchschnitt (31 Prozent). Österreich ist mit 47 % Waldanteil eines der walddreichsten Länder in der EU. Insgesamt machen die Wälder der EU aber nur fünf Prozent der weltweit bewaldeten Flächen aus.

Auf EU-Ebene gibt es bisher keine zentrale Waldpolitik. Allerdings wird eine gemeinsame Waldpolitik durch rechtlich bindende Bestimmungen in anderen Sektoren definiert. Das bedeutet, dass forstwirtschaftliche Themen innerhalb anderer Fachgebiete wie Landwirtschaft, Energie, Biodiversität oder Klimaschutz geregelt werden.

In Europa haben sich trotzdem seit vielen Jahren Prozesse entwickelt, deren Ziel es ist, eine gemeinsame Waldpolitik zu definieren. Der wichtigste Prozess ist die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (Forest Europe), der schon seit 1990 im pan-Europäischen

Raum – also weit über die EU hinaus – freiwillige Beschlüsse zu walddpolitischen Themen und deren Umsetzung trifft. Die politischen Beschlüsse haben in der Vergangenheit zum Teil direkt Einfluss auf verbindliche politische Regelungen der EU gefunden. Eine auf Forest Europe basierende Europäische Waldkonvention würde Zielformulierungen für eine nachhaltige und multifunktionale Waldbewirtschaftung in ganz Europa ermöglichen. Wegen unterschiedlicher nationalstaatlicher Interessen sind die Verhandlungen dazu derzeit allerdings ruhend gestellt.

Innerhalb der EU ist der ständige Forstausschuss jenes Instrument, in dem zentrale Forstthemen besprochen werden. Der Ausschuss ist ein Beratungsorgan der Europäischen Kommission und kann keine verbindlichen Beschlüsse fassen. Eine daraus entwickelte gemeinsame Forststrategie (1998) und ein Aktionsplan (2006) spiegeln die zentralen Anliegen der EU-Mitgliedstaaten wider.

Aufgabe der Forstpolitik ist es daher, in allen relevanten Politikbereichen, die Wald und Forstwirtschaft betreffen, Positionen zu formulieren und in die politische Beschlussfassung einfließen zu lassen. Allerdings bestehen auch innerhalb der EU sowie auf internationaler Ebene Zielkonflikte unterschiedlicher Politikbereiche, die eine Umsetzung in konkrete Maßnahmen in der Waldbewirtschaftung oft schwierig machen. Aktuell könnte die europäische Bioökonomiestrategie eine Möglichkeit darstellen, verschiedenste Ziele zu bündeln und den wichtigen Beitrag der Forstwirtschaft zur Umsetzung der Strategie festzuschreiben.

Nationale Umsetzung

Die Ergebnisse der internationalen Verhandlungen und Abkommen fließen ein in nationale Politik, Instrumente und Arbeitsprogramme. Die öffentlichkeitswirksame Kampagne des BMLFUW zum

Thema „Klimafitter Wald“ zielt zum Beispiel auf die positiven Effekte der Holznutzung und die Notwendigkeit der Anpassung der Wälder an den Klimawandel ab.

Im Rahmen des österreichischen Walddialogs wird die Klimapolitik im Waldbereich zum Teil operationalisiert. Das BFW hat auch hier die Aufgabe, neue Forschungsergebnisse zu Themen wie Klimaanpassung oder Holznutzung für eine fundierte Beschlussfassung zu teilen.

Rolle des Waldes in internationalen Berichtspflichten unter UNFCCC

Der Wald hat große Bedeutung für die Bilanz der Emissionen von Treibhausgasen (THG) in Österreich. Zwischen 1990 und 2014 wurden in Österreich jährlich zwischen 76 und 93 Megatonnen (Millionen Tonnen) an CO₂-Äquivalenten in die Atmosphäre gebracht (Anderl et al., 2016). Hauptverantwortlich für diese THG-Emissionen (Quellen) sind Verbrennungsprozesse. Der Sektor Landnutzung, der die gesamte Staatsfläche umfasst und sich in sechs Unterkategorien gliedert, stellte zwischen 1990 und 2014 stets eine THG-Senke im Ausmaß von 5 bis 20 Megatonnen an CO₂-Äquivalenten dar, wobei die Unterkategorie Wald dabei am wichtigsten ist.

Von der gesamten THG-Bilanz des Landnutzungssektors ist nur ein Teil in der Reduktionszielerreichung anrechenbar, wobei strikte und komplizierte Berichtspflichten und Anrechnungsregeln zu befolgen sind.

In der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls haben sich alle (Industrie-)Staaten mit Reduktionszielen verpflichtet, die Kohlenstoffänderung für den Zeitraum 2008–2012 auf Neubewaldungsflächen und Entwaldungsflächen seit 1990 in die Reduktionszielerreichung einzurechnen (sämtliche weitere Aktivitäten im Landnutzungssektor – Wald-, Acker-, Grünlandbewirt-

schaffung, Wiederbegrünung – waren für die Mitgliedstaaten freiwillig wählbar). Da die Waldfläche in Österreich in dieser Zeit deutlich größer wurde (Russ, 2011), führte diese Bilanz aus Neubewaldung und Entwaldung zu einer THG-Senke.

Auf Beschluss der Verhandlungspartner wurde für die zweite Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls eine umfassendere verpflichtende Anrechnung des Landnutzungssektors vereinbart. Die Bilanzierung von Neubewaldung gegen Entwaldung wurde beibehalten. Zusätzlich wurde vereinbart, die Waldbewirtschaftung explizit zu berücksichtigen und einen nationalen Referenzwert für Nutzungsmaßnahmen zu definieren, gegen den bilanziert wird. Außerdem wird erstmals die THG-Bilanz von Holzprodukten angerechnet. Nicht-beeinflussbare Störungen der Wälder (Feuer, Schadinsekten, Sturmschäden) mit enormen Effekten auf die THG-Bilanz können in Zukunft aus der Bilanz herausgerechnet werden.

Holz – mehr als eine Kohlenstoffsenke

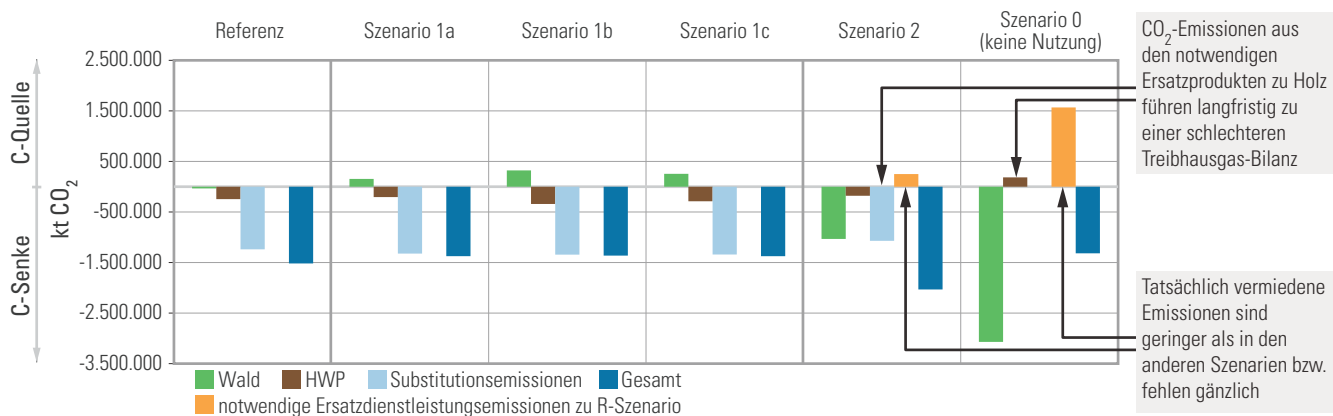
Im internationalen Berichtswesen der Klimarahmenkonvention wird die Kohlenstoff-Veränderung im Wald und in den Holzprodukten beschrieben. Der Einsatz von Holz als Baustoff oder Energieträger trägt allerdings auch dazu bei, dass die Verwendung und Erzeugung anderer, energieintensiver Substitutionsmaterialien wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Kohle reduziert wird und damit THG-Emissionen vermieden werden.

Diese Emissionsreduktion wird bilanztechnisch nicht erfasst. Ein Expertinnen-Team der Universität für Bodenkultur, des Umweltbundesamtes und des Bundesforschungszentrums für Wald hat sich im Rahmen von drei durch den Klima- und Energiefonds (KLIEN) finanzierten Projekten zum Ziel gesetzt, die Auswirkungen der Art der Waldbewirt-

B/MLFUW-Kampagne
„Klimafitter Wald“:
[bmlfuw.gv.at/
klimafitterwald](http://bmlfuw.gv.at/klimafitterwald)

1. Verpflichtungsperiode
des Kyoto-Protokolls
(2008–2012)

2. Verpflichtungsperiode
des Kyoto-Protokolls
(2013–2020)



▲
Abbildung 2:
5 Szenarien

- Referenz:
Trends bis 2100 unverändert
- Szenario 1a:
Forcierung energetische Nutzung
- Szenario 1b:
Forcierung stoffliche Nutzung; Importe realistisch
- Szenario 1c:
Forcierung stoffliche Nutzung; Importe optimistisch
- Szenario 2:
Reduzierte Nutzung, Umsetzung von Naturschutzvorgaben
- Szenario 0:
Sofortige Einstellung der Nutzung

Eine detaillierte Beschreibung der KLIEN-Projekte, der Methodik, der Szenarien und der Ergebnisse ist in der BFW-Praxisinformation 38/2015 publiziert. Download unter bfw.ac.at/webshop

Zitierte Literaturquellen sind bei den Autoren erhältlich.

Dr. Peter Mayer,
Dlⁱⁿ Alexandra Freudenschuß,
Univ.-Doz. Dr. Robert Jandl,
Magdalena Lackner,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
peter.mayer@bfw.gv.at

schaftung in Österreich, der Marktdynamik der Holzprodukte und des Einsatzes von Holz anstelle von Substitutionsmaterialien (z.B. Beton, Kunststoff) auf die Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2100 zu simulieren. Dabei wurden fünf unterschiedliche Szenarien der Waldbewirtschaftung unterstellt.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt, dass die Holznutzung im österreichischen Wald außerordentlich positive Effekte auf die THG-Bilanz hat. Der über den Simulationszeitraum von 90 Jahren (2010 bis 2100) kumulierte Effekt der Senke und der vermiedenen Emissionen in den drei Teilssegmenten des Referenz (R)-Szenarios (zu den Annahmen bei den Szenarien siehe Abbildung 2) entspricht beinahe 1,5 Milliarden Tonnen CO₂ oder den gesamtösterreichischen THG-Emissionen innerhalb von 20 Jahren. In den Szenarien 1a-1c ergibt sich ein positiver Gesamteffekt, der überwiegend aus den vermiedenen Emissionen entsteht, die durch Substitution von Holz durch Produkte aus anderen Rohstoffen anfallen würden (Abbildung 3).

Ein Vorratsaufbau im Wald durch geringere Holznutzung (Szenarien 2 und 0) hat kurzfristig positive Auswirkungen auf die THG-Bilanz, führt langfristig jedoch zu einer schlechteren jährlichen THG-Bilanz. Bei diesen Szenarien entstehen CO₂-Emissionen aus den notwendigen

Ersatzprodukten zu Holz, die den grundsätzlichen Zielen des Klimavertrags von Paris zuwider laufen und mitberücksichtigt werden. Das bedeutet, dass die Substitutionswirkung von Holzprodukten einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leistet.

Die Ergebnisse zeigen auch, dass die THG-Vorteile der Holznutzung im Sinne einer optimalen THG-Wirkung nicht losgelöst von den THG-Effekten der Waldbewirtschaftung betrachtet werden dürfen. Eine effiziente und nachhaltige Waldbewirtschaftung des nachwachsenden, aber nicht grenzenlos verfügbaren Rohstoffes Holz ist hierbei von entscheidender Bedeutung.

Zukunftsfahrplan Wald und Klima

Die nächsten Jahre sind vor allem auf EU-Ebene ausschlaggebend für die zukünftige Klima- und Energiepolitik ihrer Mitgliedsstaaten. Der Wald wird dabei eine wichtige Rolle spielen wie etwa in den aktuellen Verhandlungen im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF). Die Forschungsergebnisse des BFW gemeinsam mit UBA und BOKU zeigen, dass die nachhaltige Waldnutzung und der Substitutionseffekt durch Holzprodukte ein wichtiger Faktor für die Klimapolitik sind. Gleichzeitig sind die Ergebnisse ein wichtiger Beitrag für eine fundierte Entscheidungsfindung auf politischer Ebene.



Auf welchen Standorten kommt der Wald unter Druck?

Der Klimawandel führt in Teilen Österreichs zum einen zu verbesserten Wachstumsbedingungen für den Wald. Zum anderen kann ein Teil der Wälder, die derzeit schon an Trockenheit leiden, wie zum Beispiel im sommerwarmen Osten von Österreich, schnell zu Problemstandorten werden.

Wälder, in welchen derzeit die Temperatur das Wachstum begrenzt, könnten mittelfristig von längeren Vegetationsperioden profitieren, solange das Angebot aus Nährstoffen aus dem Boden und ausreichende Wasserverfügbarkeit vermehrtes Wachstum ermöglicht. Mit positiven Auswirkungen auf das Wachstum ist daher vor allem in höher gelegenen Bergwäldern zu rechnen.

Standorte mit schon knapper Wasserversorgung, wie etwa im sommerwarmen Osten Österreichs, können schnell zu Problemstandorten werden. Mit diesem

Statement sind bereits mehrere wichtige Standortparameter angesprochen: das Klima und seine Veränderung, das Nährstoffangebot aus dem Boden und die Wasserspeicherkapazität des Bodens.

Die Veränderung der Lufttemperatur kann aus dem Histaalp-Datensatz der ZAMG abgelesen werden (Abbildung 1). Die Temperatur nimmt seit mehreren Jahrzehnten zu und der Weltklimarat (IPCC) hegt keinen Zweifel, dass die Erwärmung vom Menschen verursacht wird. Beim Niederschlag ergibt sich kein klar erkennbarer Trend für Veränderungen und lokale Prognosen sind im Vergleich zur Temperatur sehr unsicher.

Eine höhere Temperatur beschleunigt die biologischen Prozesse wie das Wachstum der Bäume und die Umsetzung der organischen Substanz des Bodens durch Mikroorganismen; es wird auch die Populationsdynamik von Schädlingen verändert (Hoch et al.,

Histaalp-Datensatz der ZAMG:
www.zamg.ac.at/histaalp/datasets.php
Weltklimarat (IPCC):
www.ipcc.ch

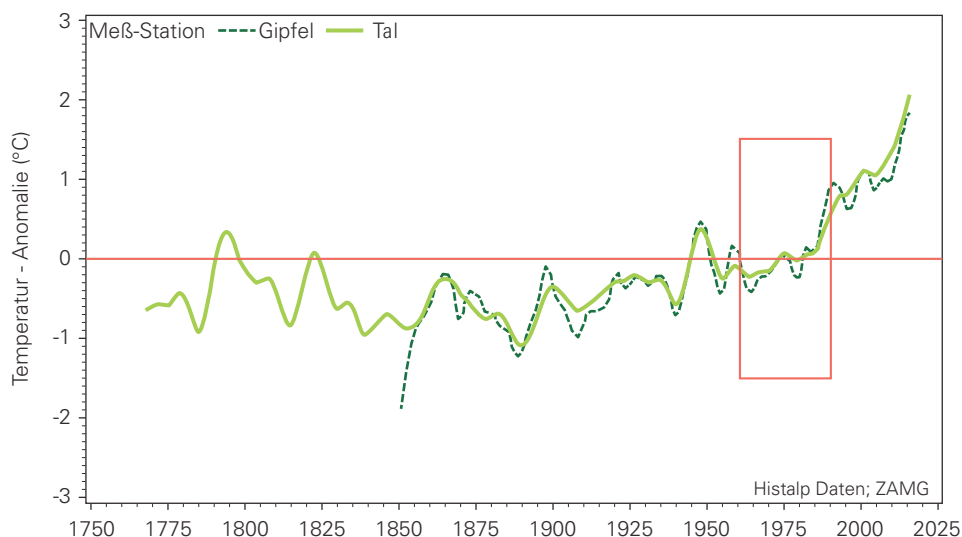


Abbildung 1:
Entwicklung der Lufttemperatur in Österreich auf den Messpunkten der ZAMG. Die Temperatur-Anomalie ist die Abweichung der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel der Referenzperiode 1960-1990 (rot eingerahmte Werte)

Studie Cost of Inaction:
<http://coin.ccca.at/sites/coin.ccca.at/files/COIN-Broschuere.pdf>

2017). Die wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf und Energie aufnehmen und das gesamte Wettergeschehen wird dadurch dynamischer.

Die Studie Cost of Inaction (COIN; Steininger et al. 2015; Lexer et al., 2015), gefördert durch das österreichische Klima-Forschungsprogramm des Klima- und Energiefonds, hat gezeigt, dass die österreichischen Wälder durch den Klimawandel beim Verzicht auf Anpassungsmaßnahmen nur kurz- bis mittelfristig profitieren und beim Fortschreiten des Klimawandels mit beträchtlichen Kosten für die Behebung von Schäden zu rechnen ist.

Welcher Wasservorrat ist wirklich von den Pflanzen nutzbar?

Hitzeperioden verändern die Ökophysiologie der Bäume (Arend et al. 2016). Mit Schäden ist vor allem zu rechnen, wenn Bäume unzureichend wasserversorgt sind und die Kühlung durch Verdunstung nicht möglich ist. Der Schätzung des Wasserangebots im Jahresverlauf kommt daher große Bedeutung zu. Die physikalische Maßzahl dafür ist die „nutzbare Feldkapazität“ eines Bodens. Das ist der Wasservorrat, der von Pflanzen genutzt werden kann. Diese Größe ist von der Bodenart (Anteil an Sand, Schluff und Ton), der Gründigkeit, dem

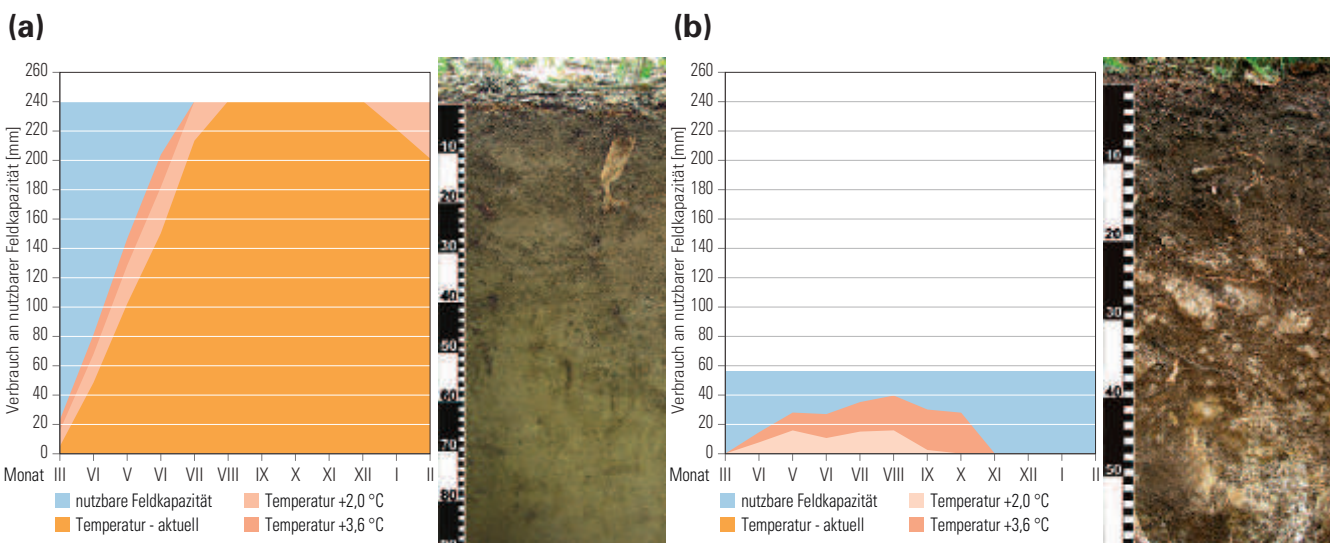
Humusgehalt und dem Steingehalt des Bodens abhängig.

Dem Wasservorrat, der durch die Niederschläge ergänzt wird, steht als Verlustgröße die Wasserverdunstung durch die Pflanzen gegenüber. Diese Größe hängt von der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit und ganz wesentlich von der Bestandesdichte und dem Bestandesalter ab. In Abbildung 2 sind zwei extreme Situationen verglichen.

Der Standort im Weinviertel hat eine hohe nutzbare Feldkapazität (240 mm). Unter den aktuellen Klimabedingungen ist das Wasser des tiefgründigen Bodens aber im Hochsommer verbraucht. Durch die Erwärmung und die damit verbundene Erhöhung der Verdunstung nimmt die Länge der Trockenklemme deutlich zu. Der Boden auf Karbonatgestein kann wesentlich weniger Wasser speichern. Seine Feldkapazität beträgt weniger als 60 mm. Durch den hohen Niederschlag und die geringe Verdunstung des wenig produktiven Bestandes wird die Feldkapazität weder derzeit noch in einem künftigen Klima ausgeschöpft werden.

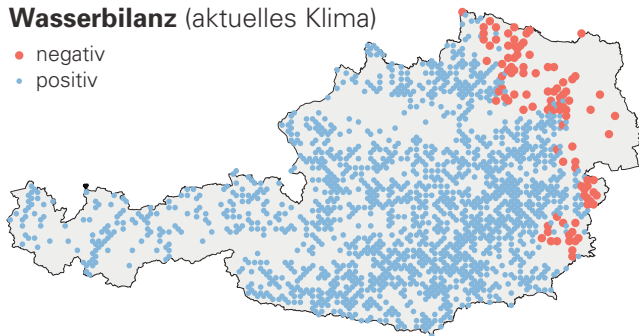
In Abbildung 3 ist die klimatische Wasserbilanz, das ist die Differenz von Niederschlag und potenzieller Verdunstung, bei aktuellem Klima (links) sowie bei einer Temperaturerhöhung um 3,6 °C aber gleichbleibendem Niederschlag dar-

▼
 Abbildung 2:
 Standorte im Weinviertel mit 560 mm Jahresniederschlag und vorhersehbar**em** Wasserstress (a) und Bergwald auf Karbonatgestein mit 970 mm Jahresniederschlag und ausreichender Wasserversorgung (b).



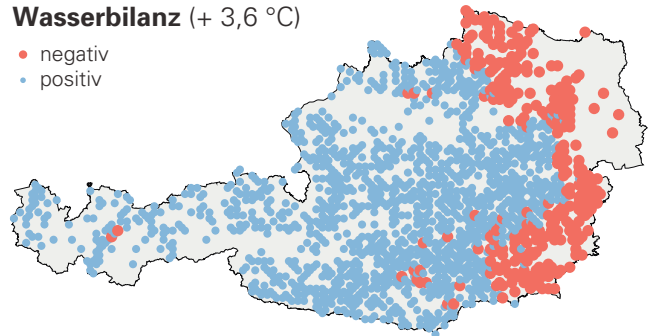
Wasserbilanz (aktuelles Klima)

- negativ
- positiv



Wasserbilanz (+ 3,6 °C)

- negativ
- positiv



gestellt. Die roten Punkte zeigen die Standorte, die derzeit bzw. bei erhöhter Temperatur nicht ausreichend mit Wasser versorgt sind bzw. sein werden. In einer deutlich wärmeren Welt ist auf einem erheblichen Teil des Waldes in Ostösterreich mit Problemen durch Trockenheit zu rechnen. Die bereits bekannten Problemregionen werden deutlich größer, dazu kommen punktuell Standorte im Klagenfurter Becken, Mühlviertel, in den östlichen Randalpen, im Grazer Becken sowie in den Innenalpen.

Die Erwärmung verändert auch den Kohlenstoffhaushalt der Wälder. Dabei laufen zwei Prozesse ab:

- viele Wälder wachsen besser und legen daher Kohlenstoff in der Biomasse fest,
- die Aktivität der Mikroorganismen wird angeregt und Bodenkohlenstoff wird freigesetzt.

Derzeit ist die Bilanz eindeutig positiv. Die österreichischen Wälder stellen eine

Senke von Kohlendioxid dar, da besonders im Kleinprivatwald die Nutzung deutlich unter dem Zuwachs liegt und die Biomassendichte daher steigt.

Der Abbau von Bodenkohlenstoff in Folge der Erwärmung wird im Manipulationsexperiment Mühleggerköpfl in Achenkirch seit 2005 untersucht. Dabei wird ein Boden auf Karbonatgestein konstant um 4 Grad im Vergleich zu seiner Umgebung erwärmt (Schindlbacher et al., 2012). Die Folge: der Bodenkohlenstoff nimmt kontinuierlich um ca. 1 Tonne Kohlenstoff pro Hektar und Jahr ab. Damit wird der Vorrat an Bodenkohlenstoff um jährlich etwa 1 % verringert. Die Abnahme der organischen Substanz durch Mineralisierung ist ungünstig für die österreichische Bilanz der Treibhausgasemissionen und bedeutet aus standortkundlicher Perspektive besonders in den Kalkalpen einen Verlust an Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität.



▲ **Abbildung 3:**
Klimatische Wasserbilanz im österreichischen Wald im aktuellen Klima (links) und bei einer Temperaturerhöhung von 3,6 Grad Celsius (rechts).

Univ.-Doz. Dr. Robert Jandl,
Dr. Michael Englisch,
Mag. Karl Gartner,
Dr. Andreas Schindlbacher,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldökologie
und Boden,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
robert.jandl@bfw.gv.at

Literatur

- Arend, M.; Braun, S.; Buttler, A.; Siegwolf, R.T.W. (2016): Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald. In Pluess, AR; Augustin, S.; Brang, P.: Wald im Klimawandel - Grundlagen für Adaptationsmaßnahmen. Haupt Verlag Bern
- Englich, M.; Leitgeb, E.; Gartner, K.; Köck, R.; Hochbichler, E. (2016): Potenzial und Sicherung der Trinkwasserspeicherung in Österreichs Wäldern. BFW-Praxisinformation 40: 12-15
- Hoch, G.; Putz, J.; Krehan, H. (2017): Forstlicher Pflanzenschutz im globalen Wandel. BFW-Praxisinformation 44: Seite 10-13
- Lexer, M. J.; Jandl, R.; Nabernegg, S.; Bednar-Friedl, B. (2015): Forestry; Kapitel 9 in Steininger et al., Springer, 145-165
- Schindlbacher, A.; Wunderlich, S.; Borken, W.; Kitzler, B.; Zechmeister-Boltenstern, S.; Jandl, R. (2012): Soil respiration under climate change: Prolonged summer drought offsets soil warming effects. *Global Change Biology*, 18, 2270-2279
- Steininger, KW; König, M; Bednar-Friedl, B; Kranzl, L.; Loibl, W.; Pretenthaler, F. (Hrsg., 2015): Economic Evaluation of Climate Change Impacts - Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria. Springer Verlag

Forstlicher Pflanzenschutz im globalen Wandel



Abbildung 1:
Seit einigen Jahren fallen aufmerksamen Spaziergeherinnen in Ostösterreich im Winter auffällige Massenansammlungen der Malvenwanze (*Oxycarenus lavatae*) an den Stämmen von Linden vorzugsweise im städtischen Bereich auf. Die höheren Wintertemperaturen der letzten Jahrzehnte ermöglichten vermutlich der ursprünglich mediterranen Art eine Ausweitung des Areals nördlich der Alpen. Darüber hinaus hat gehandeltes Pflanzenmaterial wesentlich zu einer raschen Verbreitung beigetragen.

FOTOS: BFW, J.CONNELL
(UNTEN); G. HOCH (RECHTS)



Die prognostizierten und teilweise schon spürbaren Klimaänderungen stellen den Forstschutz vor neue Herausforderungen: Höhere Temperaturen wirken sich direkt auf Insekten und andere Schadorganismen aus, die Wechselbeziehungen zwischen Bäumen und Schadorganismen können sich verändern, am Rande ihres potenziellen Verbreitungsgebietes wird die Anfälligkeit von Bäumen gegenüber Schädigungen zunehmen, nicht zuletzt ändern sich die Voraussetzungen für die Etablierung nicht-heimischer Schadorganismen.

Arten können sich aktiv in neue Gebiete ausbreiten, wenn sie geeignete Klimabedingungen vorfinden; eingeschleppte Arten, die bislang nicht überlebt hätten, können Fuß fassen. Darüber hinaus führt der intensivierte globale Handel zu vermehrter Einschleppung invasiver Schadorganismen.

Wirkung der Temperatur auf Insekten

Insekten sind wechselwarme Tiere und als solche in allen Lebensäußerungen, wie Stoffwechsel und Entwicklung, von der Umgebungstemperatur abhängig. Für jede Art gibt es letale obere und untere Temperaturgrenzwerte, letztere bestimmen etwa, ob ein Insekt den Winter in einem Gebiet überleben kann. Unser wichtigster Borkenkäfer, der Buchdrucker, ist an harte Winter angepasst. Das Käferstadium geht im Herbst in eine Ruhephase, in der durch Einlagerungen von Gefrierschutzsubstanzen eine Absenkung des für den Käfer tödlichen Gefrierpunktes auf unter -20 °C Körpertemperatur stattfindet (Netherer, 2003). So sind die Tiere unter der Borke oder im Boden gut geschützt. Wärmere Winter wirken also nicht unbedingt fördernd, Winter mit harten Frostperioden nicht negativ auf die Populationen.



Höhere Temperaturen in der Vegetationszeit beschleunigen die Entwicklung dieses Borkenkäfers. Oberhalb des Entwicklungsnullpunktes von 8,3 °C bis zirka 30 °C nimmt die Geschwindigkeit der Entwicklung mit der Temperatur linear zu (Wermelinger & Seifert, 1998): Dauert es bei 20 °C Dauertemperatur 48 Tage von der Eiablage bis zum Schlupf der fertig entwickelten Käfer, vermindert sich die Entwicklungsdauer bei 25 °C auf 33 Tage. Durch die raschere Entwicklung ist es dem Buchdrucker möglich, mehrere Generationen pro Jahr auszubilden. Dies führt zu einem enormen Populationswachstum und damit massiv steigenden Befallsdruck auf die Fichtenbestände. Gibt es in solchen Jahren auch ein erhöhtes Angebot an Brutmaterial, etwa nach Windwürfen, kommt es sehr leicht zu Massenvermehrungen.

Eine andere Überwinterungsstrategie verfolgt der Pinienprozessionsspinner (*Thaumetopoea pityocampa*, auch als Kiefernprozessionsspinner bezeichnet), der den Winter hindurch im Larvenstadium verbringt. Die Larven begeben sich in keine Ruhephase. Wann immer es die Temperaturen erlauben, kommt es zur Nahrungsaufnahme und zum Fortschreiten der Entwicklung (Battisti et al., 2005). Die Larven zeigen keine Anpassung zur Absenkung des Gefrier-

punktes, sie frieren im Mittel bei -7 °C, allerdings ist das Gefrieren nicht tödlich und die Larven können noch tiefere Temperaturen tolerieren (Hoch et al., 2009). Die Ausweitung des Areal in den letzten Dekaden – in Frankreich nach Norden und in den italienischen Alpen in höhere Lagen – konnte durch eine höhere Zahl von warmen Wintertagen, die Nahrungsaufnahme und Entwicklung erlauben, erklärt werden.

Wechselwirkung mit den Wirtsbäumen

Geänderte Temperaturen wirken nicht notwendiger Weise auf Insekt und Wirtsbaum gleich. Im Frühjahr etwa kann es so zu Änderungen in der Synchronisierung zwischen Austrieb der Bäume und dem Auftreten sensibler Insektenstadien kommen. Dies hätte zum Beispiel Auswirkungen auf frisch geschlüpfte Raupen der Frostspannerarten, die frisch entfaltendes Laub als Nahrung brauchen, oder auf die Kleine Fichtenblattwespe, die ein bestimmtes Öffnungsstadium der Fichtenknospen zur Eiablage benötigt.

Sehr bedeutend erweisen sich Perioden von Trockenstress der Wirtsbäume auf die Schädlingsanfälligkeit. Besonders sekundäre Rindenbrüter, wie Borkenkäfer oder Prachtkäfer, können

Die Geschwindigkeit von der Entwicklung des Buchdruckers nimmt zwischen 8,3 °C bis zirka 30 °C mit der Temperatur linear zu.

Profiteure von Trockenheit:
http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/trockenheit/bfw_trockenheit_profiteure/index_DE



◀
 Abbildung 2:
 Die Raupen des Pinienprozessionsspinners sind den Winter hindurch aktiv. Die auffälligen Gespinstnester können in den letzten Dekaden in zunehmend nördlicheren bzw. höher gelegenen Gebieten beobachtet werden.

FOTO: H. KREHAN, BFW

Trockenstress-Artikel in BFW-Praxisinformation 40/2016, Download im BFW-Webshop: bfw.ac.at/webshop und auf www.waldwissen.net

Mehr Informationen dazu unter: www.bundesamt-wald.at

von einer verringerten Abwehrfähigkeit profitieren.

Auch wenn die Prognosen zur künftigen Niederschlagsentwicklung nicht so sicher sind, lassen steigende Evapotranspiration bei höheren Temperaturen und die erwartete Konzentration auf Starkniederschlagsereignisse mehr Trockenstress für die Bäume erwarten.

Einschleppung und Transport durch menschliche Aktivitäten

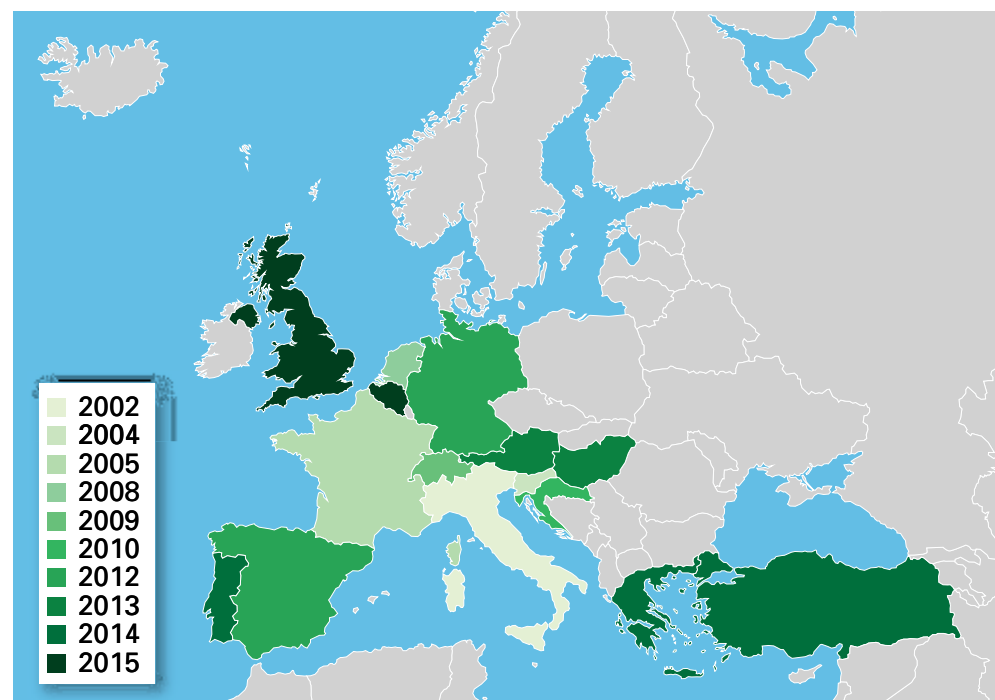
Die Effekte des sich ändernden Klimas werden überlagert von Auswirkungen einer Verbringung von Schadorganismen durch menschliche Aktivitäten. Diese anthropogene Unterstützung dient typischerweise der passiven Ausbreitung über große Distanzen, der dann unter geeigneten Umweltbedingungen eine langsamere, aktive Ausbreitung folgt. Aus forstlicher Sicht stellen Holz- und Pflanzenimporte die größten Gefahrenquellen sowohl für die erste Einschleppung nicht-heimischer Insekten als auch die weitere Verbreitung innerhalb Europas dar.

Mit Pflanzenimporten gelangten so unterschiedliche Schadinsekten wie der

Citrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*) oder die Esskastanien-Gallwespe (*Dryocosmus kuriphilus*), aber auch Pilz- und Bakterienkrankheiten aus Asien und Amerika nach Europa. Und der Handel von Pflanzgut innerhalb Europas trug dazu bei, dass sich letztere binnen weniger Jahre am ganzen Kontinent etablieren konnten. Auch die oben erwähnte, durch die Klimaerwärmung ermöglichte Expansion des Areals des Pinienprozessionsspinners in Frankreich wurde durch die Verbringung befallenen Pflanzguts vom Menschen unterstützt. Besonders riskant sind Pflanzen auch für die Einschleppung von Pilzkrankheiten, da frühe Symptome auch bei Inspektionen oft noch nicht zu sehen sind.

Verpackungsholz stellt eine weitere bedeutende Quelle für invasive Schadorganismen dar. In diesem verborgen reisen meist Bockkäfer, wie der berüchtigte Asiatische Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*), oder holzbrütende Borkenkäfer mit Warentransporten über die Weltmeere. Vor allem Steinimporte aus China erwiesen sich als besonders risikoreich: Im Jahr 2016 beauftragten Kontrollorgane des Bundes-

►
Abbildung 3:
Die Ausbreitung der
Esskastanien-Gallwespe
(*Dryocosmus kuriphilus*) in
Europa erfolgte unter-
stützt durch Pflanzen-
material binnen weniger
Jahre (Erstmeldungen
nach EPPO Global Data-
base; EPPO 2017).



amts für Wald 19,6 % der kontrollierten Sendungen aufgrund von lebenden Insekten im Verpackungsholz. Die betroffenen Container werden chemisch behandelt, allerdings gelangen bei einer Kontrollfrequenz von knapp unter 40 % noch zu viele blinde Passagiere ins Land. Prinzipiell gibt es internationale Standards zur Behandlung von Verpackungsholz, diese sind, wie die Daten zeigen, jedoch keine Garantie für Schädlingsfreiheit. Auf welche Weise Schadorganismen auch ins Land kommen, durch Trockenstress anfälligere Bäume und durch abiotische Ereignisse gestörte Waldökosysteme können invasiven Organismen gute Bedingungen für die Etablierung bieten.

Was tun?

Unsere Pflanzenschutzdienste müssen effizient arbeiten, um Einschleppungen und Verbringung von Schadorganismen möglichst an der Eintrittsstelle zu verhindern. Gesetzliche Rahmenbedingungen sind auf europäischer Ebene vorhanden, an der konsequenten Umsetzung ist noch zu arbeiten. Und um einer allfälligen Invasion erfolgreich begegnen zu können, sind rasche Gegenmaßnahmen nötig.

Die Forstleute und alle am Wald Interessierte können durch Beobachten

von Veränderungen zum Waldschutz beitragen. Neue Befallsmuster oder neu auftretende Schädlinge sollen dokumentiert und den Forstbehörden bzw. dem Bundesforschungszentrum für Wald gemeldet werden. Es könnte sich um neu eingeschleppte Schadorganismen handeln oder um eine von geänderten klimatischen Bedingungen bewirkte neuartige Schädigung durch heimische Insekten oder Krankheiten.

Und es darf nicht auf die altbekannten, heimischen Schädlinge vergessen werden. In nadelholzreichen Beständen wird die Bedeutung der Borkenkäfer aufgrund der oben dargestellten Effekte zunehmen.

An anderer Stelle in diesem Heft (Seite 14) werden waldbauliche Optionen im Klimawandel dargestellt. Aus der Sicht des Waldschutzes ist die Diversität bei Arten und Strukturen hervorzuheben: Dies bringt schwierigere Bedingungen für spezialisierte Schadorganismen, kann natürliche Gegenspieler von Schädlingen fördern und dient nicht zuletzt als Versicherung für die Aufrechterhaltung der wichtigen Waldfunktionen des Gesamtbestandes, sollte eine Baumart ausfallen oder besonders geschädigt werden.



Weitere Informationen

Borkenkäfermonitoring:
www.borkenkaefer.at

Infomaterial Borkenkäfer
auf der BFW-Webseite:
bfw.ac.at/waldschutz

Priv.-Doz. Dr. Gernot Hoch,
DIⁱⁿ Jasmin Putz,
DI Hannes Krehan,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
gernot.hoch@bfw.gv.at

Literatur

- Battisti, A.; Stastny, M.; Netherer, S.; Robinet, C.; Schopf, A.; Roques, A.; Larsson, S. (2005): Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecol. Appl.* 15, 2084-2096.
- EPPO (2017): *Dryocosmus kuriphilus*. Eppo Global Database, <https://gd.eppo.int/taxon/DRYCKU>
- Hoch, G.; Petrucco Toffolo, E.; Netherer, S.; Battisti, A.; Schopf, A. (2009): Survival at low temperature of larvae of the pine processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* from an area of range expansion. *Agric. For. Entomol.* 11, 313-320.
- Netherer, S. (2003): Modelling of bark beetle development and of site- and stand-related predisposition to *Ips typographus* (L.) (Coleoptera; Scolytidae): A contribution to risk assessment. Dissertation, Univ. Bodenkultur, Wien.
- Wermelinger, B.; Seifert, M. (1998): Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *J. Appl. Entomol.* 122, 185-191.

Waldbauliche Möglichkeiten in Zeiten des Klimawandels

Forstwirtschaftliche Produktionsprozesse sind aufgrund ihrer zeitlichen Länge und der direkten Abhängigkeit von den klimatischen und standörtlichen Rahmenbedingungen besonders von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Gerade diese langen Generationsabfolgen verhindern eine schnelle Anpassung des Waldes an die sich ändernden Umweltbedingungen.

Es bestehen große Unsicherheiten, nicht nur bezüglich der klimatischen Entwicklung, hier vor allem bei den zeitlichen und räumlichen Schwankungen der Niederschläge; noch äußerst unzureichend ist auch unser Wissen über das Anpassungsvermögen von Waldökosystemen auf die sich verändernden klimatischen Bedingungen. Die Forstwirtschaft ist schon aufgrund der langen Produktionszeiträume immer mit vielen Unsicherheiten behaftet. Unter sich ändernden Bedingungen, wie wir sie im Klimawandel erwarten, werden sich diese noch erhöhen.

Beibehaltung der bisherigen Bewirtschaftung

Eine legitime Möglichkeit des waldbaulichen Handelns stellt die Beibehaltung der bisherigen Bewirtschaftung dar. Dies macht natürlich nur dann Sinn, wenn die Bestände entweder nicht oder nur geringfügig vom Klimawandel betroffen sein werden. Dies gilt für den Großteil des Alpenraumes, denn hier kann durch den zusätzlichen Wärmegenuss bei ausreichender Wasserversorgung mit einer Verbesserung der Anbaubedingungen

gerechnet werden. Auch bei einer Bestockung, die sich durch eine hohe Widerstandskraft (Anpassungsfähigkeit) im Klimawandel auszeichnet und wo in den nächsten Jahrzehnten kaum mit größeren Problemen gerechnet werden muss (zum Beispiel Eichen-Buchen-Mischwälder mit gutem Pflegezustand im kollinen/submontanen Bereich), kann der Status quo beibehalten werden. Hält man hingegen am Fichtenanbau fest, vor allem als Monokultur im außeralpinen Bereich und hier vor allem in trockenwarmen Gebieten, besteht bereits aufgrund der aktuellen Schadverläufe ein hohes Risiko, das sich angesichts der vorhergesagten Zukunftsperspektiven für diese Baumart noch wesentlich steigern kann.

Förderung von Vitalität, Stabilität und Vielfalt

Die wesentlichen Ziele der Bestandespflege sind: höhere Einzelbaumstabilität, Vitalität der einzelnen Bäume erhalten und Mischbaumarten fördern. Starke Durchforstungseingriffe, vor allem in der Jugend, erhöhen nicht nur die Vitalität und dadurch die Resistenz gegenüber Gefährdungen, sondern verkürzen auch die Produktions- und Gefährdungszeiträume. Vitale Bäume, die unter reduziertem Konkurrenzdruck stehen, werden mit klimainduziertem Stress durch Trockenheit leichter fertig werden.

Als weiterer Effekt kräftiger Durchforstungen kann sich, vor allem auf mäßig wasserversorgten Standorten, auch eine Entlastung des Wasserhaushaltes für die verbleibenden Bäume ergeben. Mit einer Reduzierung von Umtriebszeit und

BFW-Praxisinformation
35: Durchforstung 2.0,
Download unter
bfw.ac.at/webshop

Oberhöhe kann das Risiko bei der Bewirtschaftung vor allem bei der Fichte deutlich verringert werden. Angesichts sich ändernder ökologischer Rahmenbedingungen kommt einer Steuerung der Baumartenanteile in der Verjüngung hin zu möglichst risikoarmen Beständen eine große Bedeutung zu. Die Baumartenwahl spielt bezüglich der Anpassungsfähigkeit eine zentrale Rolle. Hier können bei der Pflanzung mögliche Risiken durch die Wahl geeigneter klimatoleranter Baumarten stark reduziert werden. Bei Naturverjüngungen können im Zuge der Mischwuchsregulierung Baumarten mit ungünstiger Klimaprognose nur in geringfügigem Umfang berücksichtigt oder vollständig entfernt werden.

Mit Gastbaumarten die Vielfalt erhöhen

Mit dem Anbau standortgerechter fremdländischer Baumarten, vielleicht in enger räumlicher Verzahnung mit einheimischen Baumarten, können wir das Spektrum an künftig geeigneten Baumarten erhöhen. Bezüglich ihrer Herkunft, waldbaulichen Integrationsfähigkeit, Wertleistung und Schadanfälligkeit stehen wir nicht mit leeren Händen da. Mit teilweise über 100 Jahren Erfahrung aus Versuchs- und Praxisanbauten können viele dieser Fragen beantwortet und auch künftig Erfahrungen gesammelt werden. Als Beispiel kann hier die Douglasie angeführt werden, die in Österreich nunmehr seit über 130 Jahren überwiegend erfolgreich, vor allem auf trockenen Standorten, angebaut wird.

Stabilisierung auf Bestandesebene durch Mischbestände

Da das zukünftige Klima und die damit verbundenen Störungen kaum verlässlich prognostiziert werden können, sollten waldbauliche Entscheidungen flexibel und offen sein für möglichst viele Situationen. Stand ursprünglich die Minderung des Produktionsrisikos durch Mischwälder im Vordergrund, ist es im

Zeitalter des Klimawandels mit seinen ungewissen Zukunftsszenarien eher die Risikoverteilung, nämlich Mischung als Grundlage für verbesserte Anpassungsfähigkeit gegenüber sich verändernden Bedingungen.

Mit Baumartenvielfalt können wir am ehesten der Problematik der Unsicherheit begegnen, vor allem dann, wenn Baumarten mit möglichst unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen beteiligt sind. Zukunftsträchtige Baumartmischungen sollen neben wirtschaftlichen Überlegungen auch zu einer Verbesserung der ökologischen Stabilität, sowohl unter aktuellen als auch prognostizierten Standortbedingungen, beitragen.

Eine Verringerung der besonders gefährdeten Baumarten, auch wenn diese häufig die ertragsstärkeren sind, zugunsten klimastabilerer Baumarten kann vor allem das Risiko eines Totalausfalles wesentlich verringern. Mischwälder können entscheidend zur Risikominimierung im Klimawandel beitragen, da sie Störungen leichter ausgleichen können und daher gegenüber abiotischen und biotischen Störungen weniger anfällig sind als Reinbestände.

Um bei der Begründung von Mischbeständen den Pflegeaufwand möglichst gering zu halten, sind sowohl Standortansprüche als auch Konkurrenzverhalten der Baumarten unbedingt zu beachten. Probleme bei der Erziehung von Mischbeständen ergeben sich vor allem durch die unterschiedliche Höhenwachsdynamik, spezifische Lichtansprüche, unterschiedliche Lebensdauer, Baumhöhe und unterschiedliches Reaktionsvermögen der Baumkronen der zu mischenden Baumarten. Durch zweckmäßige Gestaltung der Mischungsform können erhebliche Aufwendungen für Mischungsregulierung und Jungwuchspflege eingespart werden. Mit der Baumartenwahl werden heute Entscheidungen getroffen, die den möglichen Klimaszenarien der Zukunft gerecht werden sollten. Aber es gibt keine Garantie. Selbst bei „optimaler“

BFW-Praxisinformation
41: Mischwälder –
weniger Risiko, höhere
Wertschöpfung,
Download unter
bfw.ac.at/webshop



▲
Abbildung 1:
Birkenvorwald aus
Naturverjüngung nach
Windwurf. Fichten und
Kiefern entwickeln sich
relativ pflegeextensiv
unter Schirm.

Vorbereitung auf die Klimaveränderung können plötzlich neue, bisher unbekannte Risikofaktoren auftreten. Das Eschentriebsterben stellt so eine plötzlich auftretende Erkrankung dar, die scheinbar nichts mit dem Klimawandel zu tun hat, jedoch ernsthaft diese Baumart bedroht und sie einstweilen trotz Trockenheitstoleranz von weiteren waldbaulichen Planungen ausschließt.

Die Bedeutung von heute eher noch selteneren Mischbaumarten wie Spitz- und Feldahorn, den Wildobstarten, aber auch der Vogelkirsche wird zunehmen, da diese Baumarten sich besser bei einer Temperaturzunahme anpassen können. Auch Pionierbaumarten wie Birken, Weiden und Aspen sollten verstärkt Beachtung finden, da sie mit klimatischen Veränderungen eher zurechtkommen und schnelle Generationsabfolgen mit früher, häufiger und ergiebiger Fruktifikation ermöglichen. Dadurch können kalamitätsbedingte größere Freiflächen rascher besiedelt werden und so zumindest zur Biomassenproduktion bei-

tragen oder als Vorwald für die spätere Etablierung wirtschaftlich interessanterer Baumarten dienen (Abbildung 1).

Auf klimatische Veränderungen werden die Wälder langfristig mit Veränderungen der für den jeweiligen Standort möglichen Baumartenzusammensetzung reagieren. Dieses „Veränderungsszenario“ kann aktiv mit waldbaulichen Maßnahmen beschleunigt bzw. unterstützt und dadurch das Risiko minimiert werden.

Bei der Verjüngung sollte auf eine Zuspitzung „Naturverjüngung contra Pflanzung“ verzichtet werden, sondern man sollte beide Verfahren je nach Situation, aber auch in Kombination miteinander verwenden. Für die Naturverjüngung sprechen eine größere genetische Vielfalt, eine ungestörte Wurzelentwicklung, nicht immer aber häufig geringere Kosten, geringere Verbissgefährdung und eine absehbare qualitative Entwicklung des Folgebestandes. Bei der Pflanzung können alle Baumarten verjüngt werden, unabhängig vom Ausgangsbestand (Baumartenvielfalt), es kann die Mischungsform gewählt, welche der jeweiligen Wuchsdynamik der Baumart gut entspricht. Weiters sind mechanische Methoden der Jungwuchspflege möglich.

Im Rahmen einer Versuchsserie sind vom Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) Flächen angelegt worden, die sich mit einer Kombination aus Eichen-Teilflächenbepflanzung und Naturverjüngung beschäftigen. Hierbei soll untersucht werden, ob durch die Miteinbeziehung von Sukzessionsabläufen der Aufbau artenreicherer und dadurch klimastabilerer Bestände möglich ist. Unsere heimischen Eichenarten und ihre natürlichen Begleitbaumarten wie Hainbuche, Linde und Edellaubbaumarten verfügen über ein großes Anpassungspotenzial und sind daher aufgrund ihrer relativ hohen Toleranz gegenüber steigenden Temperaturen und Trockenheit gut auf den erwarteten Klimawandel vorbereitet (Abbildung 2).



weniger endbaumorientierten Verteilung von Gruppen, Trupps oder Nestern nur mehr auf Teilen der Begründungsfläche ausgebracht werden.

Die Kulturbegründung findet somit nur mehr im Bereich der zukünftigen Endbaumstandorte statt und ermöglicht damit auf den Zwischenflächen das Aufkommen von Naturverjüngung. Ob die Naturverjüngung nur für erzieherische Funktionen während der Qualifizierungsphase oder als Dauermischungselement eingesetzt wird, hängt einerseits von den ankommenden Baumarten ab, andererseits aber vor allem vom gewählten Endbaumabstand der gepflanzten Hauptbaumart. Neben dem Vergleich unterschiedlicher Eichenkollektive (Trupps, Nester) bezüglich Pflegeaufwand und qualitativer Entwicklung war eine wesentliche Fragestellung dieser Versuchsserie, inwieweit unterschiedliche zwischenartliche Konkurrenz sinnvoll und kostensparend in dieses Konzept integrierbar ist. In welchem Ausmaß sind steuernde Eingriffe notwendig, um Eichen zum Beispiel gegenüber raschwüchsigeren Weichlaubhölzern konkurrenzfähig zu halten? (Abbildung 3, Abbildung 4).

Alternative Begründungsmöglichkeiten – Teilflächenkulturen

Bei der Bestandesbegründung mit Laubholz muss eine Kultur nicht notwendigerweise flächendeckend angelegt werden, sondern nur mehr Teile der Kulturfäche werden bepflanzt. Diese Modelle basieren auf dem Gedanken einer möglichst kleinen Einzelflächengröße für Kollektive, die in einer mehr oder

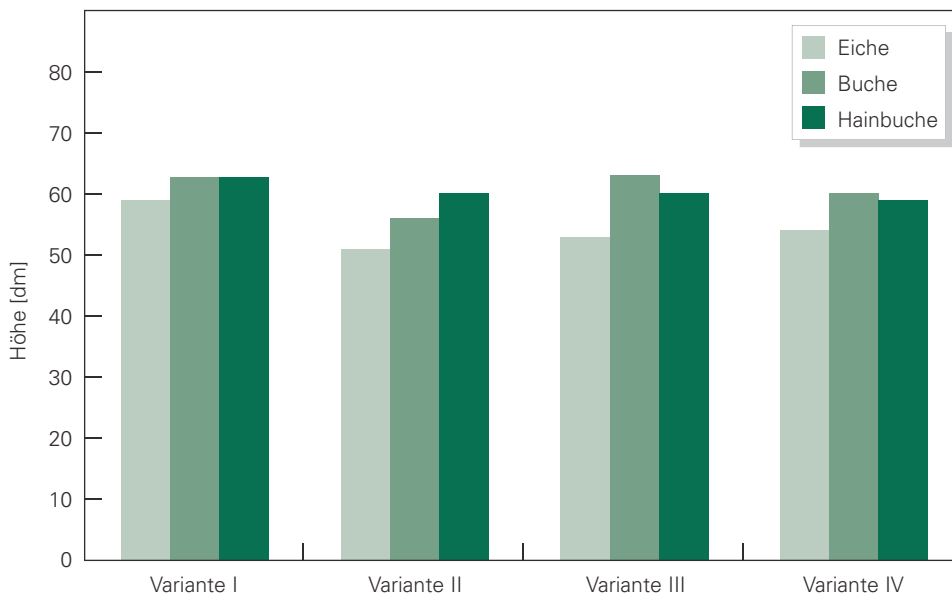
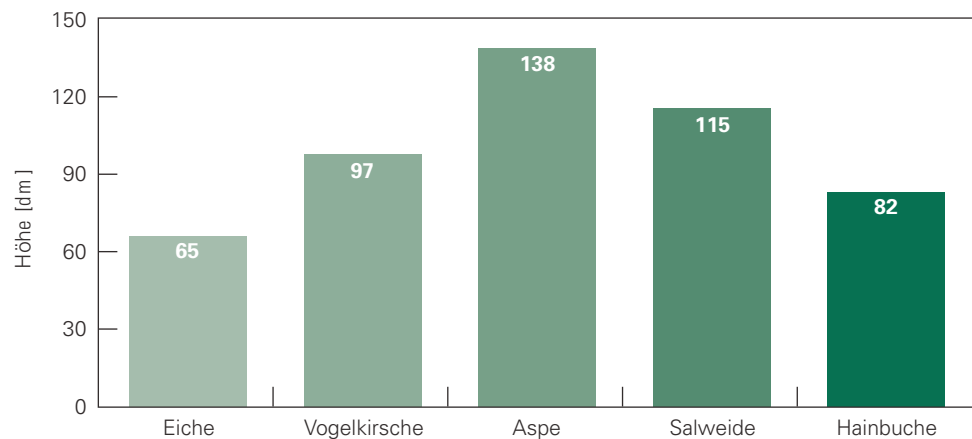


Abbildung 2: Eichen-Trupp auf Versuchsfläche Mauerbach. Starker Seitendruck durch Buche und Hainbuche aus Naturverjüngung begünstigt die Astreinigung.



Abbildung 3: Versuchsfläche Mauerbach. Beispiel für spannungsarme Mischung (geringer zwischenartlicher Konkurrenzdruck) während der Dickungsphase. Mittlere Höhe der in unterschiedlichen Trupp-Varianten gepflanzten Traubeneichen und der sie umgebenden Buchen und Hainbuchen aus Naturverjüngung nach zwölf Vegetationsperioden.

► **Abbildung 4:**
Versuchsfläche
St. Kathrein. Beispiel für
 sehr ungünstige Wuchsdynamik der beteiligten Baumarten. Eichen und Kirschen wurden in Trupps gepflanzt, Aspe, Salweide und Hainbuche aus Naturverjüngung. Vor allem die Traubeneichen werden auf diesem Standort von Salweiden und Aspen deutlich überwachsen. Extreme H/D-Werte und verstärkte Ausfälle bei Eiche durch Nassschnee waren die Folge.



Unser Wissen über das Konkurrenzverhalten verschiedener Baumarten in Mischbeständen und vor allem dessen Veränderung bei Trockenstress ist noch unzureichend. Bei der Eiche ist eher davon auszugehen, dass sich mit der Klimaerwärmung die Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Arten verbessern wird. Bisherige Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die zwischenartliche Konkurrenz sehr wohl „Erziehungsmaßnahmen“ übernehmen kann, wobei die Wahl geeigneter Mischungsformen und sorgfältiges Beobachten der Wuchsrelationen notwendig ist, damit Eingriffe zeitgerecht durchgeführt werden können und Zuwachsdepressionen bzw. extreme H/D-Werte vermieden werden.

Waldbaukonzepte überdenken

Waldbauliche Bewirtschaftungskonzepte werden sich an die veränderten ökologischen Rahmenbedingungen anpassen müssen. Waldbauliche Planung muss daher diese Unsicherheiten berücksichtigen und standörtlich differenzierte Konzepte auf der Grundlage einer realistischen Gefährdungsklassifizierung erarbeiten. Angepasste Schalenwildbestände sind dazu eine unbedingte Voraussetzung, denn im Zuge eines möglichen klimabedingten Waldumbaus dürfen aufwendige Kulturmaßnahmen nicht dem Wildverbiss zum Opfer fallen.

Langfristig werden sich in vom Klimawandel stärker betroffenen Regionen Veränderungen am Holzmarkt und in der Ertragssituation der Forstbetriebe ergeben.



DI Werner Ruhm,
 Bundesforschungszentrum für Wald,
 Institut für Waldwachstum und
 Waldbau,
 Seckendorff-Gudent-Weg 8,
 1131 Wien,
 werner.ruhm@bfw.gv.at

Literatur:

- Gebhardt, H. (2002): Klimaveränderungen und Auswirkungen auf Ökosysteme. KLIWA-Symposium 2000. der LUBW; S.255-268
- Kohnle, U.; Hein, S.; Michiels, H.-G. (2008): Waldbauliche Handlungsmöglichkeiten angesichts Klimawandel. FVA-einblicke+,01/08, 50-53.
- Kölling, C.; Beinhofer, B.; Hahn A.; Knoke, T. (2010): Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren? AFZ-Der Wald, 5, 18-22.
- Leder, B. (1996): Weichlaubhölzer in Eichen- und Buchen-Jungwuchsbeständen. Forst und Holz, 51. Jahrgang, 340-344.
- Lüpke, B. v. (2009): Überlegungen zu Baumartenwahl und Verjüngungsverfahren bei fortschreitender Klimaänderung in Deutschland. Forstarchiv 80, 67-75.

Wie geht man mit gefährdeten Fichtenbeständen um?

Seit den 1990er Jahren ist das Problem der langfristigen Klimaänderung allgemein bekannt. Dementsprechend könnten seit 20 - 25 Jahren systematische waldbauliche Präventivmaßnahmen umgesetzt werden.

Bestrebungen der internationalen Staatengemeinschaft, das Ausmaß der Klimaänderung durch aktive Gegenmaßnahmen auf einem niedrigen Niveau zu stabilisieren, lassen weitreichende waldbauliche Maßnahmen übertrieben erscheinen; kommt es aber dennoch zu gravierenden klimatischen Veränderungen, werden Wälder größerer Regionen massive Zuwachseinbußen aufweisen oder sogar in ihrer Existenz gefährdet sein. Für die waldbauliche Entscheidungsfindung scheinen daher die Auflistung möglicher Gefährdungen sowie die Identifizierung von besonders betroffenen Regionen hilfreich.

Ein neues Wachstumsmodell für die Fichte

Um den Einfluss der Klimaveränderung quantitativ beschreiben zu können, wurde am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) ein Modell entwickelt, das mittels Klima- und Standortparameter die Oberhöhenbonität eines Bestandes abschätzen kann. Für jeden Standort lässt sich damit für beliebige Klimaszenarien die künftige Wuchsleistung ermitteln. Die Bonitätsschätzung erfolgt für Einzeljahre, das heißt das Modell schätzt jene Bonität, die sich ergeben würde, wenn die klimatischen Bedingungen des betreffenden Jahres über einen Zeitraum

von 100 Jahren unverändert bleiben. Dadurch lassen sich Extremjahre identifizieren, die sich durch eine äußerst geringe Wuchsleistung auszeichnen.

Da aus heutiger Sicht die Temperaturerhöhung bis zum Jahr 2100 zwischen +2 und +5 °C liegen wird und sich im gleichen Zeitraum die Niederschlagsmenge um -20 % bis +20 % verändern soll, ist für die Fichte entweder mit überwiegenden Verbesserungen (Temperatur +2 °C, Niederschlag +20 %) oder mit existenzgefährdenden Verschlechterungen (Temperatur +5 °C, Niederschlag -20 %) zu rechnen. Letztere betreffen vor allem das Mühl- und Waldviertel, das Weinviertel, das Marchfeld sowie das Burgenland und das Grazer Becken (Abbildung 1, Seite 20).

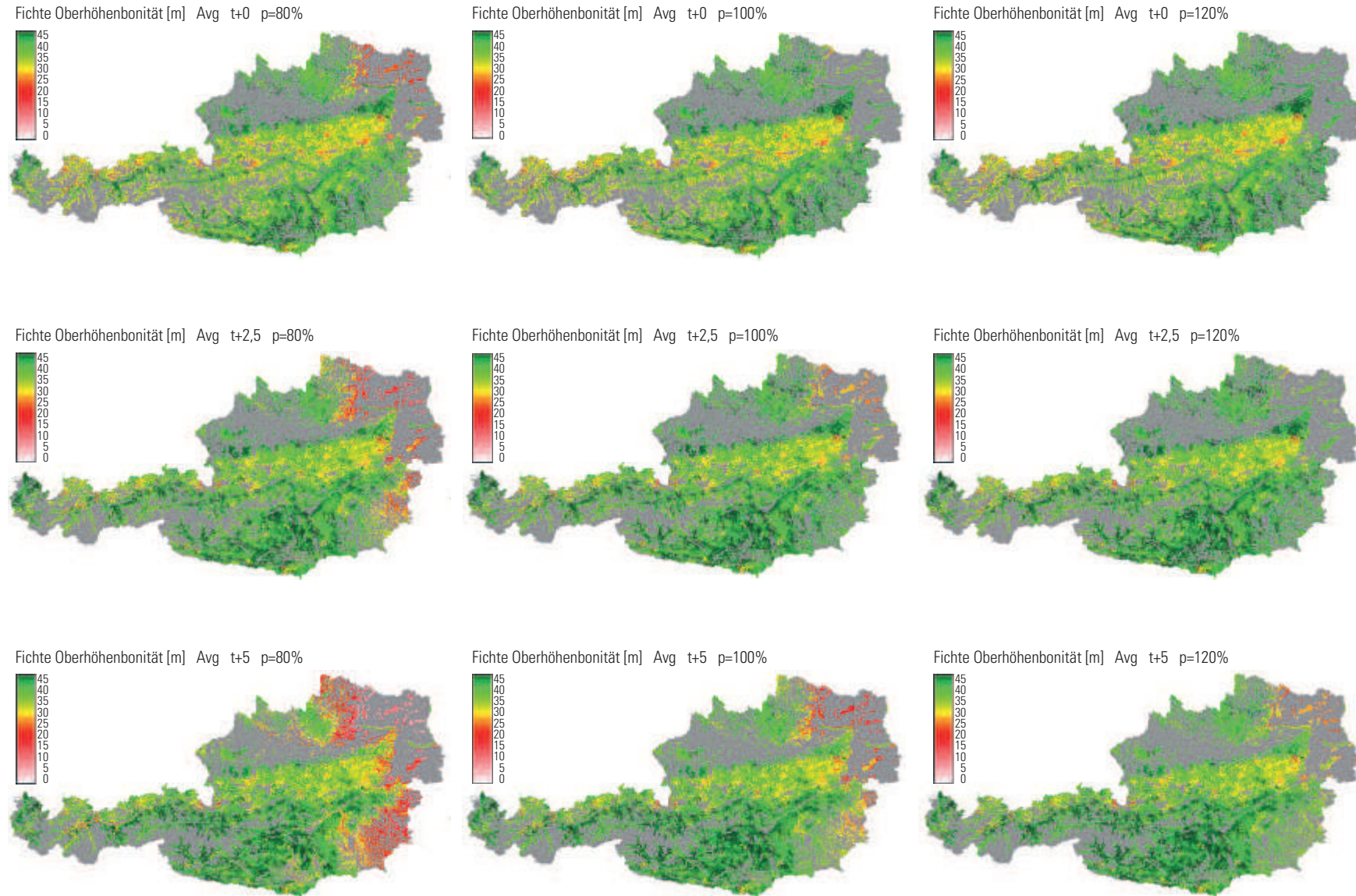
Gefährdung durch Trockenstress

Als Grenzwert für ein gedeihliches Vorkommen der Fichte in Mitteleuropa werden oft 500 - 600 mm Jahresniederschlag angegeben; doch gibt es auch Berichte, wonach Fichte selbst Trockenjahre mit 280 mm Jahresniederschlag gut übersteht. Ausschlaggebend ist nicht allein die Niederschlagsmenge, sondern auch Bodenbeschaffenheit und Humus spielen eine wichtige Rolle. In dicht geschlossenen Fichtenbeständen treten relativ hohe Interzeptionsverluste auf. Außerdem kommt es häufig zu rohhumusähnlichen Auflagen, wodurch die Wassereinsickerung in den Oberboden vermindert wird. In vielen Fällen ist es daher die Fichte selbst, welche die Wasserhaushaltsbedingungen ihres Standortes verschlechtert.

Die Oberhöhenbonität eines Bestandes ist die mittlere Höhe, welche die 100 stärksten Bäume je Hektar in 100 Jahren erreichen.



Abbildung 1:
Die Fichtenoberhöhenbonität unter Annahme verschiedener Klimaveränderungen



Extreme Trockenheit kann zum Absterben von Feinwurzeln führen und mehrjährige Nachwirkungen auf das Wachstum haben. Die Normalisierung der Wasser- und Nährelementaufnahme und damit auch des Zuwachses wird sich daher nur allmählich mit der Regeneration des Feinwurzelsystems wieder einstellen. Wuchsstarke Bestände sind von Trockenperioden stärker betroffen als zuwachsschwache. Innerhalb eines Bestandes sind allerdings die zuwachsstarken, vorherrschenden und herrschenden Bäume von Trockenheit weniger betroffen als die zuwachsschwachen. Absterbeerscheinungen nach Dürreperioden treten vor allem in Kulturen auf. Auch Versuche mit dem neuen Wachstumsmodell haben gezeigt, dass die Verjüngung wesentlich sensibler auf Trockenheit reagiert als eine Dichtung oder Stangenholz. Die Verjüngung kann daher als Frühwarnsystem angesehen werden.

Weitere Gefährdungen

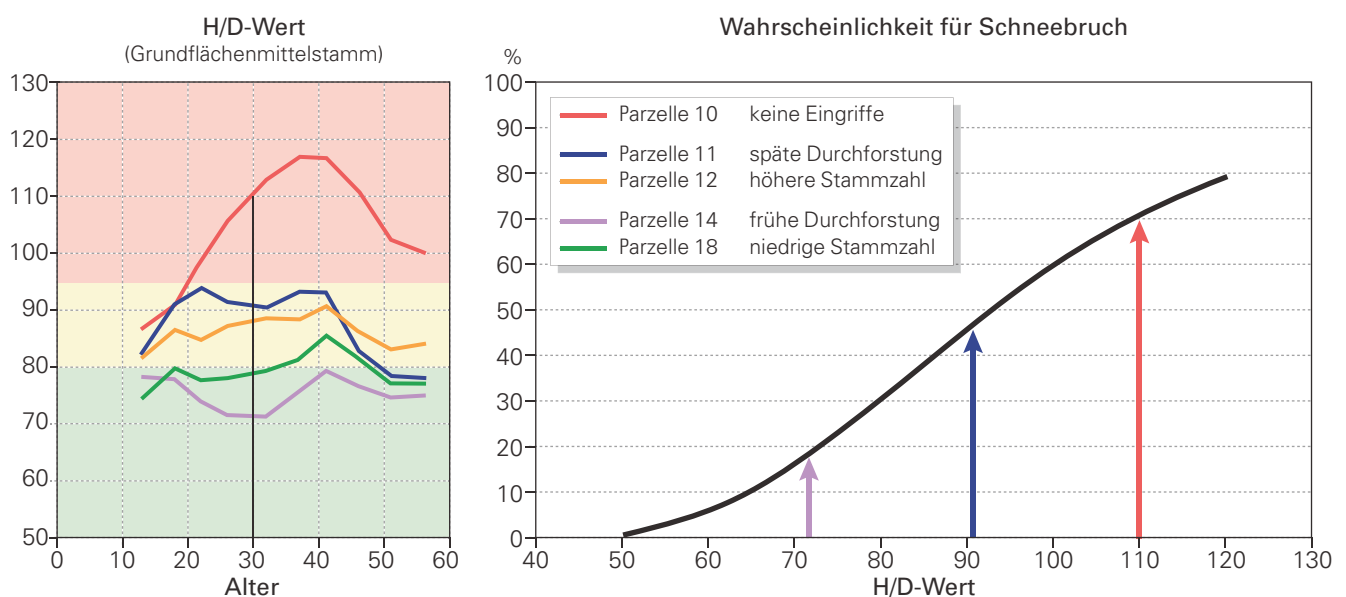
Mit Schneebruch ist vor allem in der Nassschneezone zu rechnen, die sich bei einer Klimaänderung in höhere Lagen verschieben wird. Bei hohen H/D-Wer-

ten, das heißt bei schlanken Stämmen, ist mit einer erheblichen Bruchgefährdung zu rechnen.

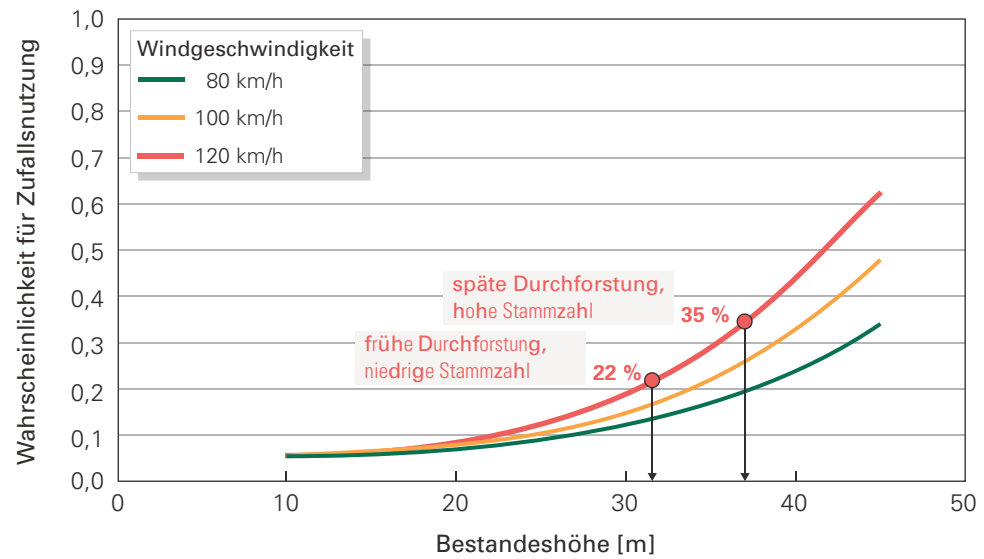
Gefahr durch Windwurf ist immer ein Thema; jedoch gibt es im Gegensatz zu den Temperatur- und Niederschlagsprognosen keine Aussagen darüber, wie sich die Häufigkeit von Sturmereignissen unter geänderten klimatischen Bedingungen entwickeln wird. Windwurfschäden steigen mit der Windgeschwindigkeit, Baumhöhe, Kronenfläche (schmalkronig/breitkronig, lange/kurze Krone) und sinken mit Zunahme des Stammdurchmessers und der Durchwurzelungstiefe bzw. Verankerungsmöglichkeit im Boden. Zur Minderung der Sturmgefährdung ist eine kollektive, also nicht nur den einzelnen Baum, sondern den gesamten Bestand betreffende Stabilität erforderlich.

Die prognostizierte Temperaturerhöhung wirkt sich auch auf die Gefahr durch Borkenkäfer aus. So ist es mittlerweile nicht mehr die Ausnahme, sondern vielmehr die Regel, dass der Buchdrucker sowohl in tieferen als auch in höheren Lagen eine zusätzliche Käfergeneration ausbildet. In jenen Regionen, in denen die Fichte durch Klimaverände-

▼
Abbildung 2:
Entwicklung der H/D-
Werte auf Versuchsflächen
in Ottenstein bei
unterschiedlichen Durch-
forstungsvarianten. Die
Wahrscheinlichkeit für
Schneebruch wurde für
das Alter 30 nach einem
Modell von Sterba (1990)
berechnet.



► **Abbildung 3:**
Auf Versuchsflächen in Ottenstein wird bei früher Durchforstung mit niedriger Stammzahlhaltung bei einer Oberhöhe von 32 m ein Durchmesser von 43 cm erreicht. Bei später Durchforstung mit hoher Stammzahlhaltung ergibt sich dieser Durchmesser erst bei einer Oberhöhe von 37 m. Dadurch steigt bei einem Sturm mit 120 km/h Windgeschwindigkeit die Windwurfgefahr von 22 auf 35 %.



rungen geschwächt oder geschädigt wird, ist daher von einem deutlich erhöhten Gefährdungspotenzial auszugehen.

Was können wir tun?

Stehen Fichtenbestände in gefährdeten Regionen zur planmäßigen Verjüngung an oder zeigen sich bereits Tendenzen zur vorzeitigen Bestandesauflösung, so ist im Sinne der Risikostreunung die Begründung von Mischbeständen durchaus empfehlenswert. Naturverjüngung wäre grundsätzlich eine gute Option, fällt diese aber aufgrund von Trockenheit häufiger aus, ist ein Wechsel auf trockenheitsresistentere Baumarten anzuraten. In Regionen und auf Standorten mit hoher Windwurfgefahr sollte die bisherige Baumartenwahl ebenfalls kritisch betrachtet werden.

Fichtenbestände, die noch einen Großteil ihres Bestandeslebens vor sich haben, sollten nach einem Konzept bewirtschaftet werden, das frühe und intensive Durchforstungen vorsieht (Oberhöhe 12-15 m). Das entschärft Trockenstresssituationen, fördert das Durchmesserwachstum und führt zu vitalen und stabilen Bäumen mit niedrigen H/D-

Werten, die seltener von Stamm- oder Kronenbruch betroffen sind (Abbildung 2, Seite 21). Außerdem haben Bäume mit niedrigen H/D-Werten längere Kronen, sodass im Falle eines Kronenbruchs eine ausreichende Restkronen verbleibt. Durch das beschleunigte Durchmesserwachstum wird aber nicht nur die Stabilität der Einzelbäume erhöht, sondern es wird auch der Zieldurchmesser bei einer niedrigeren Endbaumhöhe erreicht, was letztendlich eine geringere Windwurfgefahr bedeutet (Abbildung 3). Ab einer Oberhöhe von zirka 25 m sollten keine Eingriffe mehr gemacht werden, die zu einer Auflockerung des Kronendaches führen. Der Bestandesrand sollte bei Windwurfgefahr winddurchlässig sein, da zu dichte Bestandesränder Turbulenzen verursachen und zum Wurf des dahinter liegenden Bestandes führen können.

Dort, wo die Fichte auch in Zukunft gute Wuchsbedingungen vorfindet und wo auch künftig Aufforstungen durchgeführt werden sollen, ist auf ein geeignetes Pflanzverfahren zu achten; denn Sorgfalt beim Pflanzen führt ebenfalls zu höherer Stabilität.



Aufgrund ihrer Vitalität und des geringen Schadholzanfalls bieten intensiv durchforstete Fichtenbestände kaum Angriffsmöglichkeiten für Borkenkäfer.

Priv.-Doz.
DI Dr. Thomas Ledermann,
DI Dr. Georg Kindermann,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldwachstum
und Waldbau,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
thomas.ledermann@bfw.gv.at

SILVIO SCHÜLER, JAN-PETER GEORGE, MICHAEL GRABNER

Trockenstress im Wald: Unterschiede zwischen Baumarten und Herkünften

Klimawandel findet statt: Die für jeden Österreicher bereits spürbaren Hitzerekorde und Trockenperioden der letzten Jahre sind ein deutliches Zeichen dafür. Auch der Wald ist von derartigen Extremereignissen betroffen. Wie gut gehen unsere wirtschaftlich bedeutsamen Nadelbaumarten mit Trockenheit um? Können andere Samenherkünfte zur Stabilisierung der Bestände beitragen?

Das Ökosystem Wald reagiert auf diese Extremereignisse mit geringeren Zuwächsen, sinkender Vitalität, reduzierter Abwehrfähigkeit der Bäume und einer Massenvermehrung von Borkenkäfern. Daher müssen Waldbesitzer mit zusätzlichem Aufwand beim Aufarbeiten von geschädigten Beständen und wirtschaftlichen Einbußen rechnen.

Resistenz und Erholung

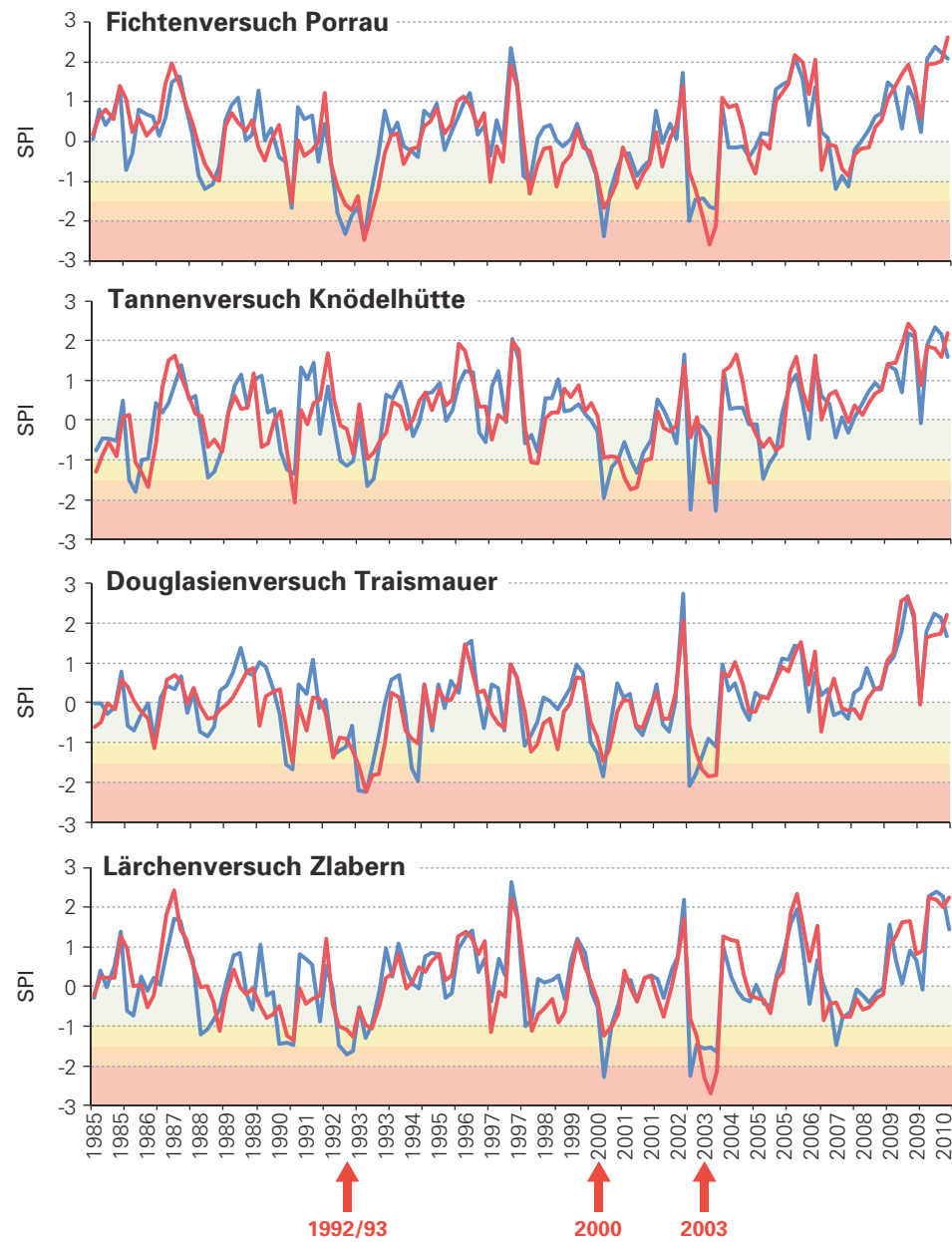
Seit der Jahrhunderttrockenheit 2003 hat sich das Verhalten von Bäumen in Trockenperioden zu einer wichtigen wissenschaftlichen Fragestellung entwickelt und europaweit wurden zahlreiche Untersuchungen an Jung- und Altbäumen durchgeführt. Studien an Baumsämlingen unter kontrollierten Bedingungen im Labor ermöglichen zwar eine Aussage über die physiologischen Prozesse bei Trockenstress, sind aber nur bedingt geeignet, das Verhalten von ausgewachsenen Bäumen im Wald abzubilden. Daher setzen zahlreiche Forschergruppen auf Beobachtungen des Radialzuwachses anhand von Bohrkernen und elektronischen Dendrometern.



Trockenperioden entwickeln sich immer mehr zur Bedrohung für unsere Wälder, insbesondere wenn sie mit biotischen Schädlingen wie Borkenkäfern oder Pilzkrankungen einhergehen. Im Bild ein von der Sommer-trockenheit 2015 und dem Kieferntriebsterben *Diplodia pinea* betroffener Schwarzkiefernbestand im südlichen Niederösterreich.

FOTO: SCHÜLER, BFW.

► **Abbildung 1:** Auftreten von schweren und extremen Trockenheiten auf 4 Herkunftsversuchen im sommerwarmen Nordosten Österreichs. Die Klassifikation der Trockenheiten erfolgte mit dem standardisierten Niederschlagsindex SPI von McKee et al. (1993).



SPI-Definition

Leichte Trockenheit
Moderate Trockenheit
Schwere Trockenheit
Extreme Trockenheit

Resistenz: gibt an, wie stark ein Baum sein Wachstum in der Trockenheit reduziert.

Erholung nach einer Trockenperiode: macht deutlich, wie schnell ein Baum das ursprüngliche Wachstum wieder erreicht.

Aus derartigen Untersuchungen können zwei Eigenschaften bestimmt werden: einerseits der Zuwachs im Trockenjahr im Vergleich zum Vorjahreswachstum. Dieses als **Resistenz** bezeichnete Merkmal gibt an, wie stark ein Baum sein Wachstum in der Trockenheit reduziert. Und zweitens die Erholung nach einer Trockenperiode. Die **Erholung** wird aus dem Verhältnis des Wachstums in der Trockenheit zum Wachstum im darauffolgenden Jahr berechnet und gibt an,

wie schnell ein Baum das ursprüngliche Wachstum wieder erreicht.

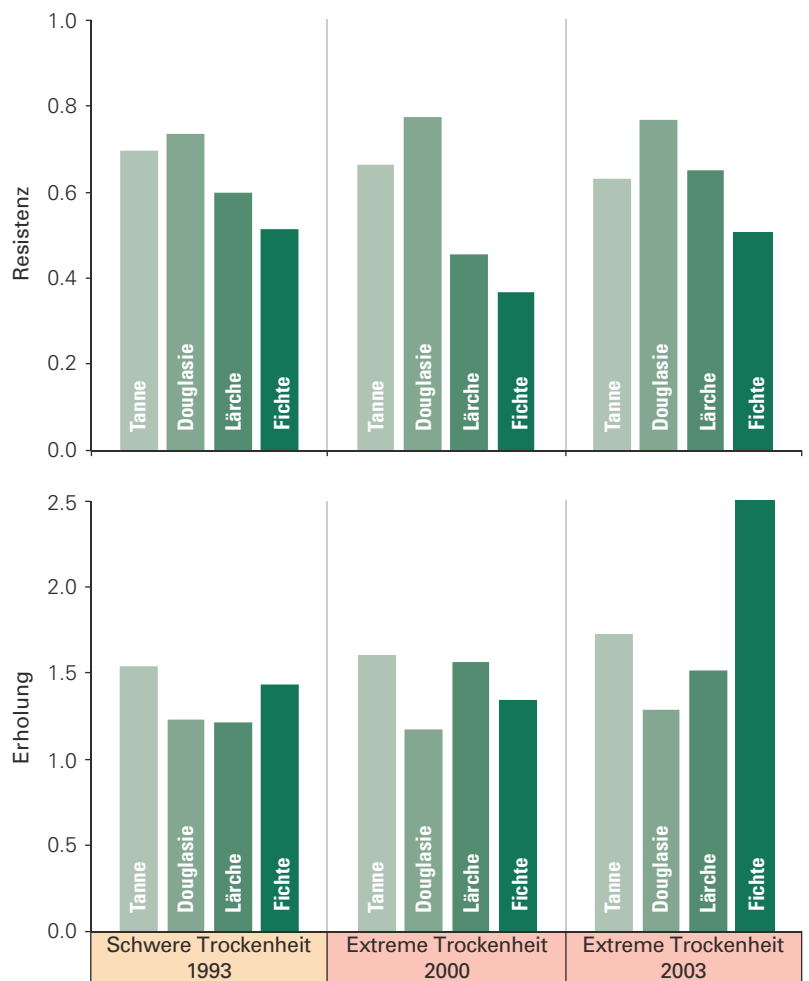
Ostösterreich als Modellregion zur Untersuchung von Trockenschäden

In Österreich sind Trockenperioden vor allem in tieferen Lagen ein Problem. Durch den kontinentalen Klimaeinfluss waren Standorte im Burgenland und Weinviertel schon in der Vergangenheit häufig von Trockenperioden betroffen.

Daher eignen sich diese gut, um die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels zu untersuchen. In einem vom FWF geförderten Kooperationsprojekt zwischen Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) und Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) wurden vier Herkunftsversuche mit Fichte, Lärche, Douglasie und Tanne im sommerwarmen Osten Österreich durchgeführt, um die Auswirkung von Trockenperioden und die genetische Variation der Trockenresistenz zu untersuchen. Eine Analyse des Klimas und der fortlaufenden Jahreszuwächse zeigt, dass in den vergangenen Jahrzehnten drei Jahre mit schweren Trockenheiten aufgetreten sind: 1993, 2000 und 2003 (Abbildung 1). In diesen Jahren war die Verdunstung höher als der Niederschlag; durch das sinkende Wasserangebot reagierten die Bäume mit deutlichen Zuwachsreduktionen.

Unterschiede zwischen Baumarten und Herkunft

Abbildung 2 zeigt einen Vergleich von Trockenresistenz und Erholung der vier Baumarten in den drei Trockenperioden. Die beste Resistenz weisen Douglasie und Tanne auf. Die Tanne wiederum erholt sich am besten, gefolgt von Fichte oder Lärche. Berücksichtigt man zusätzlich die genetische Variation zwischen Herkunft, verändert sich das Bild: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Herkunft finden sich nur bei Fichte und Tanne. Dabei zeigen Herkunft der Fichte die höchste Stabilität. Das bedeutet, dass die besten Herkunft der Fichte in allen drei Trockenjahren zu den Besten gehören. Bei den anderen Baumarten verändert sich die Rangliste der Herkunft dagegen in jeder Trockenphase. Die bemerkenswerten Unterschiede zwischen Herkunft der Fichte und die hohe Stabilität belegen, dass die Fichte sehr variabel auf Perioden mit geringen Niederschlägen reagieren kann und eine genetische Variation von Resistenz und Erholung

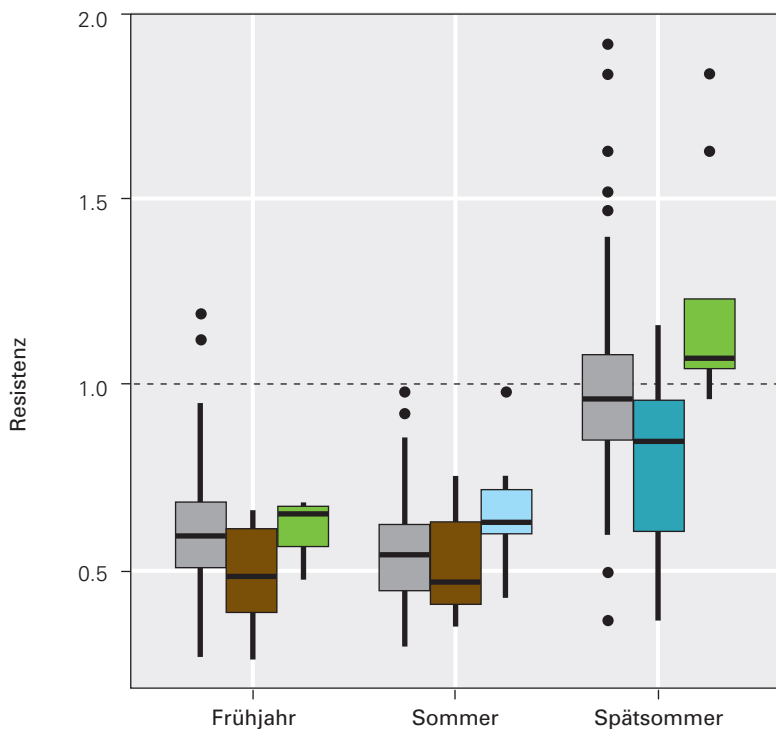


besitzt. Diese Variation kann als Basis für die Auswahl klimaresistenter Herkunft und für Züchtungsaktivitäten genutzt werden.

Herausforderung für künftiges adaptives Waldmanagement?

Während sich Arbeiten zum Thema Klimawandel und Extremereignisse auf Trockenperioden im Sommer bezogen (z.B. auf das Jahr 2003), wurden Ereignisse, die entweder sehr früh oder gegen Ende der Vegetationsperiode auftraten, meist vernachlässigt. Gerade diese Ereignisse sind aber aus Sicht der Herkunftsforschung hoch interessant, da es meist zu Wechselwirkungen mit anderen Baumeigenschaften kommt, welche zum Teil genetisch fixiert sind. Solche Fakto-

▲
Abbildung 2: Vergleich der Trockenreaktion der vier Baumarten als Mittelwert aller getesteten Herkunft in den drei Trockenjahren 1993, 2000, 2003. Die Erholung der Fichte 2003 muss mit Vorsicht interpretiert werden, denn tatsächlich hat die Trockenheit 2000 einen nachhaltigen Wachstumsrückgang bewirkt, der sich erst nach 2003 wieder normalisiert hat.



Nordmantanne (*Abies nordmanniana*) geringere Zuwachsverluste während Frühjahrstrockenheit aufweist, da sie im Gegensatz zu anderen Tannenarten später austreibt (George et al. 2015).

Derartige Mechanismen finden sich auch innerhalb einer Art wieder: Vergleicht man die lokale Weißtannenprovenienz „Schneegatter“, welche aufgrund ihrer Lage nördlich der Alpen eine kürzere Vegetationsperiode hat, mit der südalpiner Herkunft „Valle-Pesio“, so ist die österreichische Herkunft signifikant höher resistent gegen Trockenstress im Spätsommer (Abbildung 4). Dieses Ergebnis lässt sich möglicherweise auf ein (zum Teil) genetisch-fixiertes früheres Ende der Holzbildung bei der Herkunft „Schneegatter“ zurückführen. Dies belegt, wie komplex, aber zugleich nützlich derartige Wechselwirkungen zwischen klimatischer Variabilität und Biologie der Bäume für zukünftiges Waldmanagement sein können.

Schlussfolgerungen

Häufige Trockenperioden gefährden das Wachstum und die Stabilität von Nadelholzbeständen. Die Auswahl geeigneter Herkünfte kann die Reaktion auf Trockenstress aber stark beeinflussen. Zudem sind konsequente waldbauliche Eingriffe gefragt, um stabile Bestände mit großen Kronen und tiefgründigen Wurzeln zu erziehen, welche vor, während und nach einer Trockenperiode ein besseres Wachstum gewährleisten (Sohn et al. 2016). Langfristig sind weitere wissenschaftliche Untersuchungen notwendig, um das Verhalten der Bäume in Trockenperioden besser zu verstehen und Anpassungsstrategien für die Forstwirtschaft zu entwickeln. 

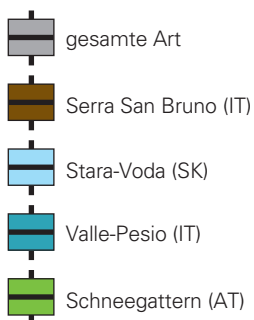


Abbildung 3:
Resistenz verschiedener Weißtannenherkünfte beim Auftreten von Trockenperioden im Frühjahr, Sommer und Spätsommer.

Dr. Silvio Schüler,
DI Jan-Peter George,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
silvio.schueler@bfw.gv.at

Dr. Michael Grabner,
Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Holztechnologie und
Nachwachsende Rohstoffe,
Konrad Lorenz-Straße 24,
3430 Tulln an der Donau

ren hängen oft mit der Phänologie der Bäume zusammen, zum Beispiel mit dem Blatt- bzw. Nadelaustrieb, Blattseneszenz bzw. Nadelabwurf oder dem Abschluss der Frühholzbildung und Beginn der Spätholzbildung. Der genaue Zeitpunkt der phänologischen Entwicklung kann das Wachstum bzw. das Überleben der Bäume unter akutem Wasserstress im Frühling oder Spätsommer stark beeinflussen.

Denn die Reaktion auf Trockenheit kann einerseits bestimmt werden durch die Ressourcen und deren Verteilung innerhalb des Baumes und andererseits durch die Vermeidung von Schäden, indem etwa Bäume ihr Wachstum später beginnen oder bereits abgeschlossen haben und dadurch den Trockenstress umgehen. So konnte das BFW in Experimenten beispielsweise zeigen, dass die

Literatur

George, J.-P.; Schüler, S.; Karanitsch-Ackerl, S.; Mayer, K.; Klumpp, R.T.; Grabner, M. (2015): Inter- and intra-specific variation in drought sensitivity in *Abies spec.* and its relation to wood density and growth traits. *Agricultural and forest meteorology*, Amsterdam, (214-215): 430-443

Waldbewirtschaftung im Klimawandel

Extremereignisse und von langen Trockenperioden gestresste Waldbestände fordern Waldbewirtschafteter mehr denn je heraus, krisensicheren und vorausschauenden Waldbau zu betreiben.

Bereits im letzten Jahrzehnt führten im Forstbetrieb Wienerwald der Österreichischen Bundesforste Extremereignisse wie Sturm und Eisbruch zu Ausreißen des durchschnittlich etwa 25-prozentigen Schadholzanfalls. Während „Emma“, „Paula“ und „Olli“ die Schadholzmengen 2007 und 2008 auf 60 % des Jahreseinschlags anschwellen ließen, schlugen sich die schweren Eisbruchschäden 2015 mit einem Anteil von 43 % im Forstbetrieb nieder. 2016 machten vor allem Diplodia- und andere Kiefernkrankheiten in Karbonatwienerwald und Pannonikum Zwangsnutzungen notwendig. Fazit: Krisensicherer und vorausschauender Waldbau.

Strategien zur Bewältigung der Klimawandel-Auswirkungen

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf Waldbestände zu bewältigen, verfolgt der Forstbetrieb Wienerwald folgende strategische Stoßrichtungen:

- Anpassung und Verwertung von Klimawandelforschung im Forstbetrieb
- Konsequente Umsetzung waldbaulicher und jagdlicher Zielsetzungen

Anpassung und Verwertung von Klimawandelforschung im Forstbetrieb

Die Adaption im Forstbetrieb bezieht sich einerseits auf eine Anpassung der

Bestockungsziele und damit Reduktion der Fichtenanteile bei gleichzeitiger Förderung von Eiche, Ahorn, Lärche, Tanne, Douglasie und Roteiche. Andererseits soll die Senkung der Umtriebszeit das Produktionsrisiko verringern (z.B. bei Eiche eine Verkürzung von 160 auf 120 Jahre) und ein strukturierter Bestandaufbau bei Buche (Zielstärkennutzung) die Standsicherheit erhöhen. Ein grundsätzliches Bekenntnis zum Aufbau von Mischbeständen – im besten Fall aus Naturverjüngung, jedenfalls aber aus geeignetem Vermehrungsgut – dient ebenso der Risikominimierung.

Zur Erarbeitung von Anpassungsmaßnahmen holten sich die Bundesforste auch die Unterstützung der Wissenschaft: In Kooperation mit dem Waldbauinstitut der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) und dem Biosphärenpark Wienerwald Management begann bereits 2009 die Untersuchung

▼
Bei Eiche wird die Umtriebszeit von 160 auf 120 Jahre reduziert
FOTO: LECHNER - ÖBF



Forstbetrieb Wienerwald

Der Forstbetrieb Wienerwald ist der östlichste von zwölf Forstbetrieben der Österreichischen Bundesforste. Mit einer Gesamtfläche von mehr als 40.000 ha befindet er sich hauptsächlich im Gebiet des Biosphärenparks Wienerwald, zwei Reviere erstrecken sich ins südliche Niederösterreich und Burgenland. Mit 54 % Flächenanteil dominiert die Rotbuche die Wälder des Forstbetriebs. Der prägende Einfluss des sommerwarmen Ostens wird vor allem in einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von etwa 9 °C und mittleren Jahresniederschlägen zwischen 600 und 900 mm deutlich.

► Kiefern-Naturverjüngung im Buchenaltbestand

FOTO: ÖBF



► Windwurfflächen wurden teilweise mit Douglasie aufgeforstet

FOTO: ÖBF



der Anfälligkeit von Waldbeständen auf klimatische Veränderungen. Die BOKU-Forscher ermittelten die Beeinträchtigung unterschiedlicher Standorts-Bestandestyp-Kombinationen hinsichtlich forstlicher Produktivität, Erholungswert, Habitatqualität und Kohlenstoffspeicherung bei verschiedenen Klimawandel-szenarien bis in das Jahr 2100. In der Folge entwickelten sie angepasste Behandlungsszenarien (betreffend Baumartenzusammensetzung, Umtriebszeit, Art und Umfang der Pflegeeingriffe), um diese Beeinträchtigungen abzufedern. Für jeden untersuchten Bestandestyp entstanden Praxisblätter als Entscheidungshilfe im Revier.

Um die langfristige Auswirkung der Anpassungsmaßnahmen beurteilen zu können, schuf der Forstbetrieb Wienerwald 2016 Versuchsflächen, auf denen der Vergleich von bisherigem mit angepasstem Management wissenschaftlich begleitet und dokumentiert wird.

Konsequente Umsetzung waldbaulicher und jagdlicher Zielsetzungen

Die zweite strategische Ausrichtung besteht in der konsequenten Verfolgung bereits lang festgesetzter waldbaulicher und jagdlicher Ziele. Die nun folgenden Maßnahmen sind keinesfalls neu, bilden jedoch die unabdingbare Voraussetzung, um in einem immer risikoreicheren Umfeld erfolgreich wirtschaften zu können.

In der Waldpflege sind sämtliche Pflegeeingriffe zeitgerecht und im erforderlichen Umfang zu tätigen und die Naturverjüngung als Basis für Mischwälder zu fördern. Stammzahlreduktion und Mischwuchsregulierung (Gruppen- vor Einzelmischung) stabilisieren die Bestände und bereiten sie optimal auf Folgeeingriffe vor. Bei der Holzernte muss die Schadensvermeidung (Ernteschäden an Bestand und Verjüngung und vor allem Bodenschäden) prioritär eingestuft werden und diese Priorität auch an die Ausführenden vermittelt werden; der Entzug von Nicht-Derbholz-Biomasse erfolgt ausschließlich auf dafür geeigneten Standorten. Schadorganismen werden mit geeigneten Methoden konsequent an ihrer Ausbreitung gehindert; ein naturnaher Waldbau gewährleistet zudem die teilweise Regulation durch Antagonisten.

Zur Umsetzung der Wildschadensreduktion hat der Forstbetrieb sein Schalenwildbewirtschaftungskonzept angepasst, das nun neben der Rücknahme sensibler Gebiete in die Regiejagd sowie dem Ausbau von Pirschvertragssystemen auch Anreizmöglichkeiten für Jagdpartner und die Anlage von Kontrollflächen vorsieht.



Dr.ⁱⁿ Alexandra Wieshaider, Leiterin des ÖBf-Biosphärenparkteams, Forstbetrieb Wienerwald, Österreichische Bundesforste, Pummergasse 10-12, 3002 Purkersdorf, alexandra.wieshaider@bundesforste.at

CHRISTOPH JASSER

Der Klimawandel: Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung aus regionaler Sicht

Treffen die Vorhersagen der Klimaforscher zu, wird sich das Bild unserer Wälder stark verändern. Besonders betroffen von den hohen Temperaturen wird die Fichte in ihrem künstlichen Anbaugebiet sein.

Die Forstwirtschaft hat aufgrund der langen Produktionszeiträume eine Sonderstellung hinsichtlich Anpassungsnotwendigkeit: Obwohl uns die Klimaforschung keine genauen Angaben über das Klima 2100 geben kann, müssen wir heute schon beim Festlegen des Verjüngungsziels das Klima am Ende des Jahrhunderts in den Überlegungen berücksichtigen.

Je schneller und effizienter wir die Anpassungsstrategie umsetzen, desto geringer werden die Verluste sein – sowohl für den Waldbesitzer als auch für die überwirtschaftlichen Funktionen des Waldes.

Die Alternativen: Stieleiche, Tanne, Buche, Douglasie & Co.

Ein entscheidender Faktor für die Klimaanpassung ist die Baumartenwahl. Als notwendige Alternativbaumarten zur Fichte werden in Oberösterreich vor allem vier Baumarten an Bedeutung gewinnen.

Stieleiche: Für die tieferen Lagen bis 500 m Seehöhe ist sie jene Baumart, die am besten mit höheren Temperaturen zurechtkommt. Auf den schweren Böden des Alpenvorlandes ist diese Baumart alternativlos. Lange Zeit war die Stieleiche den meisten Waldbesitzern aufgrund des angeblich langsamen

Wachstums kaum vermittelbar. Dies hat sich in letzter Zeit geändert, da anhand von Beispielflächen nun gezeigt werden kann, dass sich starkes Eichenwertholz durchaus in 90 bis 100 Jahren erzielen lässt.

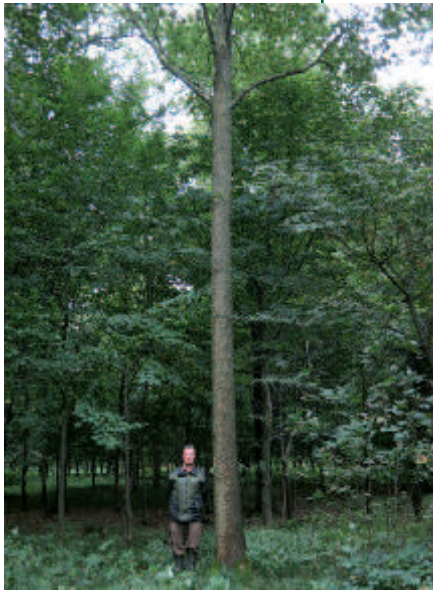
Tanne: Ursprünglich hatte Oberösterreich einen Tannenanteil von rund 20 %; derzeit nur mehr von 2,5 %. Da die Tanne schon wegen ihres südlicheren Verbreitungsgebietes höhere Temperaturen besser als die Fichte verträgt, ist eine Steigerung des Tannenanteils ab der montanen Stufe ein Gebot der Stunde.

Buche: Auch wenn die meisten Waldbesitzer hinsichtlich der Buche aus ökonomischen Gründen eher skeptisch eingestellt sind, ist die Buche als stabili-

Bei einem solchen Verbiss bleibt der Mischwald nur Illusion

FOTO: C. JASSER





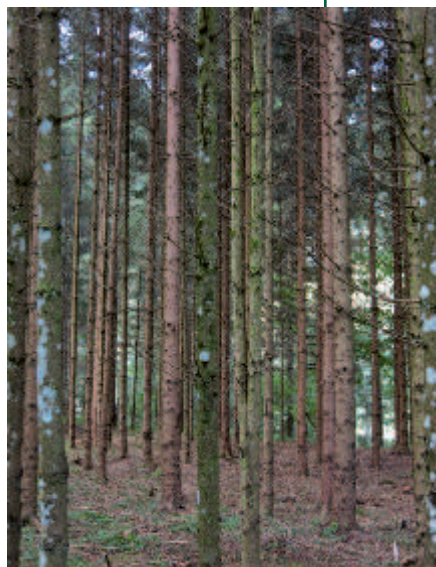
28-jährige Stieleiche:
Wertholz in rund 90
Jahren

FOTO: C. JASSER

sierende, klimatolerante Baumart in der Beimischung auf den meisten Standorten erforderlich. Für die flachgründigen Kalk- und Dolomitstandorte ist sogar ein Anteil von etwa 40 % zur Sicherung der Standortproduktivität notwendig.

Douglasie: Vor allem für Teile des Mühlviertels mit sauren, eher leichteren Böden ist die Douglasie betriebswirtschaftlich eine hochinteressante Baumart. Angestrebt werden sollen keinesfalls Reinbestände, sondern Mischbestände mit Tanne und

Buche. Neben diesen Baumarten sollten auch Baumarten wie Birke, Kirsche und Nuss öfters am Bestandaufbau beteiligt werden.



So werden wir die
Herausforderungen der
Zukunft nicht meistern
können

FOTO: C. JASSER

Der Landesforstdienst Oberösterreich hat die Broschürenreihe „Baumartenwahl im Gebirge / Alpenvorland / Mühlviertel“ erstellt. Jede Waldbesitzerin und jeder Waldbesitzer kann sich in diesen Unterlagen anhand einfacher Kriterien wie Seehöhe, Gründigkeit des Bodens und Geländeform Hinweise über die auch in Zukunft geeigneten Baumarten informieren. Auch finden sich dort Empfehlungen zum maximalen Fichtenanteil und minimalen Laubholzanteil.

Neben der richtigen Baumartenwahl dürfen aber auch andere Aspekte in der Waldbewirtschaftung nicht außer Acht gelassen werden:

- **Schutz des Waldbodens:** Der Waldboden ist das eigentliche Kapital des Waldbesitzers. Folgendes muss jedenfalls hintangehalten werden:
 - a) Bodenschädigung durch Ganzbaumnutzung: Neben dem Nährstoffverlust wird auch die Humusschicht geschädigt. Damit wird in Trocken-

zeiten die verfügbare Wassermenge herabgesetzt.

- b) Bodenverdichtung durch flächiges Befahren: Als Folge davon wird die Leistungsfähigkeit, die Trockenheitsresistenz (weniger Porenvolumen) als auch die Durchwurzelungstiefe herabgesetzt. Schon ein einmaliges Befahren kann schwere andauernde Schäden verursachen.
 - c) Größere Kahlschläge im Gebirge: Dies führt zu hohen Verlusten an Humus durch Erosion und zur Überhitzung auf Südhängen.
- **Rechtzeitige Durchforstung:** Noch immer wird fast überall zu spät mit der Durchforstung begonnen. Im Regelfall sollten die Durchforstungen zur Gänze im zweiten Viertel der Umtriebszeit stattfinden. Bestände, die zu spät durchforstet worden sind, haben einen zu hohen h/d-Wert; zudem bleiben dann die Bestände zu lange instabil und weisen auch Zuwachsverluste auf. Ferner kann die Umtriebszeit so nicht mehr reduziert werden. Überlassen Sie die Auszeige auch nicht dem Harvesterfahrer.
 - **Richtige Herkunftswahl:** Neben der Baumartenwahl ist die richtige Herkunftswahl entscheidend. In vielen Betrieben wird dieser Frage nach wie vor zu wenig Bedeutung beigemessen.
 - **Mischwald:** Nur durch Mischwald kann der unsicheren Zukunft mit einem vertretbaren Risiko begegnet werden. Zwar wurde der Mischwaldgedanke bereits 1886 von Karl Gayer formuliert, in der Praxis scheint er vielfach noch nicht angekommen zu sein. Ein nicht unerhebliches Hindernis auf dem Weg zum Mischwald sind die nach wie vor vielerorts viel zu hohen Schalenwildbestände.

Diese Forderungen sind alles andere als neu, sie werden aber durch die Belastungen des Klimawandels noch wesentlich wichtiger als bisher.



DI Christoph Jasser,
Landesforstdienst Oberösterreich,
Bahnhofplatz 1, 4021 Linz,
christoph.jasser@ooe.gv.at

Forstrevier Wolschart: Klimawandel aus der Sicht eines Waldbewirtschafters

Dass der Klimawandel Auswirkungen auf die praktische Bewirtschaftung eines Forstes hat, gilt nunmehr als unbestritten. Die Herausforderung besteht darin, die mögliche Balance zwischen der ökologischen Notwendigkeit und der ökonomischen Machbarkeit zu finden. Der Bewirtschafter ist mit einer Vielzahl von Fragestellungen konfrontiert, die am Beispiel Forstrevier Wolschart diskutiert werden.

Die ursprünglichen Kiefern-Eichenwälder wurden in den letzten zwei bis drei Baumgenerationen in eine Fichtenmonokultur umgewandelt. 1990 betrug der Anteil der Fichte 95 %, Kiefer 4 % und ein Prozent sonstige Baumarten. Seit etwa 1990 ist auch zu beobachten, dass es kein Jahr mehr gegeben hat, in dem die Jahresmitteltemperatur unter dem langjährigen 30-jährigen Mittel lag (Abbildung 1).

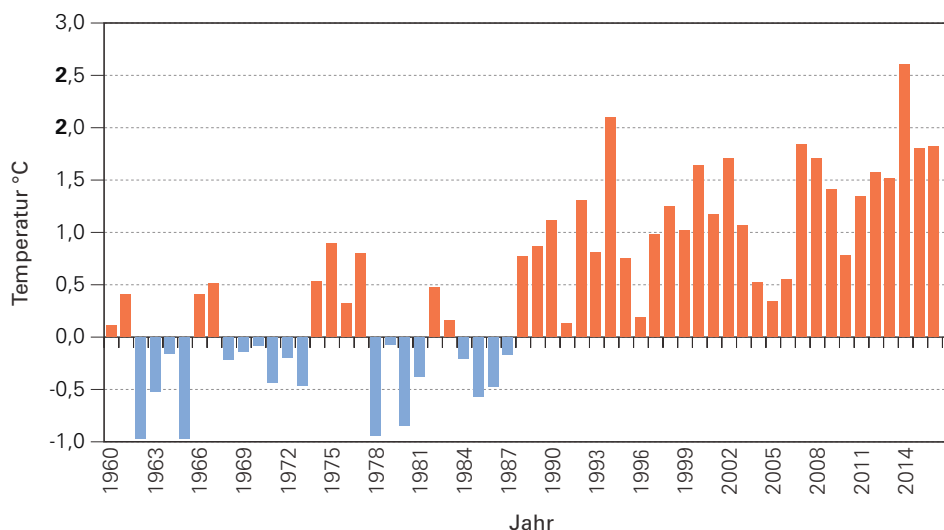
Das extreme Schneebruchereignis im Winter 1995/1996 wurde zum Anlass

genommen, einen Bestandesumbau in Richtung Mischwald zu beginnen. Dabei stellte sich die Frage, welche Baumarten auf welchen Standorten zu verwenden sind. Eine wichtige Entscheidungshilfe waren die Diplomarbeiten von Steiner und Uegg, die am Waldbauinstitut der Universität für Bodenkultur, Wien, geschrieben wurden.

Prinzip des Baumarteneignungsmodells

Drei große Gruppen von Parametern gehen in das Rechenmodell ein (Abbildung 2):

- Klimadaten (Temperatur sowie Niederschlag und deren Änderung) und bioklimatische Indikatoren (SMI, GDD, WF)
- Standort-Informationen (Vegetation, pH-Wert, Grobskelett, Bodenart, etc.), welche in einem Raster von 80 x 80 m erhoben wurden. Bodenproben wurden bei jedem zweiten



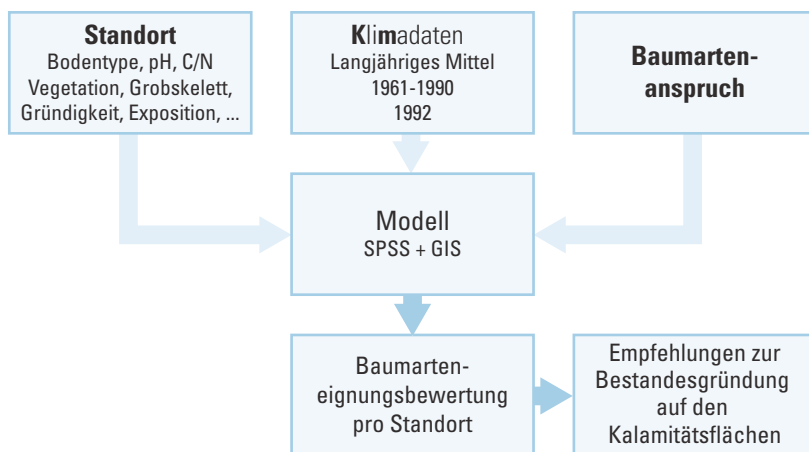
Diplomarbeiten (betreut von Ao. Univ.-Prof. Dr. Manfred Lexer):

DI Christoph Steiner: Ein klimasensitives statisches Modell zur Beurteilung der Baumarteneignung (1998)

DI Franz Uegg: Erstellung und Anwendung eines Regelwerkes zur waldbaulichen Entscheidungsfindung in schneebruchgefährdeten, sekundären Fichtenwäldern (1999)

Die Diplomarbeiten, eine Liste der Versuchsflächen (BOKU Wien und Flächen des Beispielflächenkataloges des Landesforstdienstes Kärnten) und sonstige Statistiken sind auf www.zukunft-wald.at zu finden.

◀ **Abbildung 1:**
Abweichung des Temperaturmittels vom Mittel 1961-1990 (St. Veit/Glan)



Frage nach Betriebsziel

Bei der Forsteinrichtung 2010 wurde festgestellt, dass der Anteil an Laubhölzern in der ersten Altersklasse bereits über 30 % beträgt. Hier wurde der großflächige Buchen-Unterbau noch gar nicht berücksichtigt und es stellt sich dann die Frage nach dem Betriebsziel. Die letzten Jahre haben gezeigt, dass die Bewirtschaftung von Laubholz einen erheblichen Mehraufwand im Vergleich zu Bewirtschaftung von Fichten bedeutet. Vergleicht man die Ertragslage von Laubholzbetrieben mit Zahlen aus der Praxis, so liegen die möglichen Deckungsbeiträge (DB3) pro Hektar teilweise nur zwischen 10 % und 20 % eines Fichtenholzbetriebes.

Aus diesen Überlegungen definieren wir 30 - 35 % Laubholz als Bestockungsziel. Die unter Schirm sehr stark aufkommende Fichten-Naturverjüngung wird mit alternativen Nadelholz-Baumarten (Tanne, Douglasie, Lärche, Küstentanne, etc.) ergänzt. Bis jetzt zeigt sich die Tanne als unkompliziert zu bewirtschaften, Douglasie und Lärche jedoch mit den bekannten Problemen und Einschränkungen.

Bei allen Kulturen, außer der Fichten-Naturverjüngung, stellt sich das Wild als problematischer Faktor dar. Der Aufwand für den Schutz (Einzelstamm und Zaun) und dessen laufende Pflege stellen einen erheblichen Kostenfaktor dar.

Bei der Fichte stellt sich weiters die Frage, ob das Hauptproblem der zunehmende Trockenstress oder die stark erhöhte Borkenkäfer-Population ist. Mittels eines Modells der Hydrographie Klagenfurt konnte gezeigt werden, dass die Anzahl der Trockentage (mindestens 21 Tage < 5mm Niederschlag / Tag) steigt - von 1974 bis 2015 von 7 auf 14 Tage (Abbildung 4).

Die Verfügbarkeit von Wasser im Boden nimmt entsprechend ab (Niederschlagsabflussmodell / Bodenfeuchte Index).

▲
Abbildung 2:
Ablauf des Baumarteneignungsmodells

- Stichprobenpunkt genommen
- Baumartenanspruch (In welchem Bereich befinden sich die möglichen Wachstumsbedingungen für die einzelnen Baumarten?)

Beispielhaft werden die Ergebnisse von zwei Baumarten gezeigt, wie sich die Eignung zu Klimabedingungen des langjährigen Mittels zu den Bedingungen von 1992 ändert (Abbildung 3).

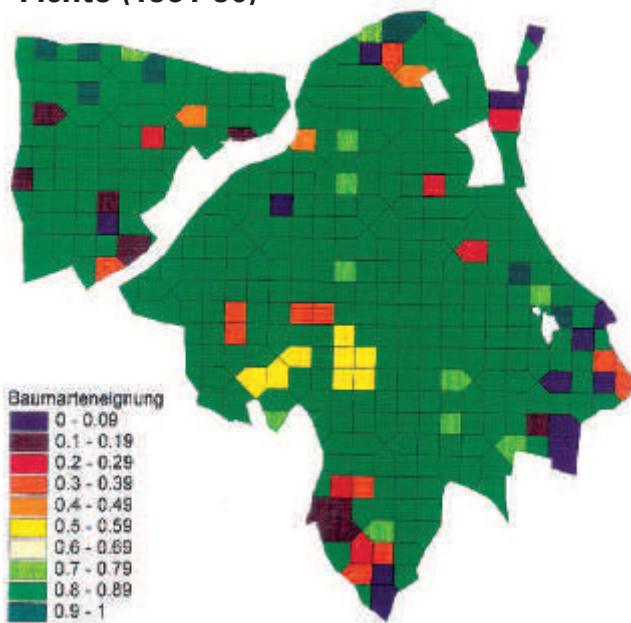
Die Ergebnisse für Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie, Traubeneiche, Rot- eiche, Rotbuche, Hainbuche, Kirsche, Winterlinde, Sommerlinde, Bergahorn, Birke und Schwarzerle können auf der Internetseite www.zukunft-wald.at heruntergeladen werden.

Forstrevier Wolschart

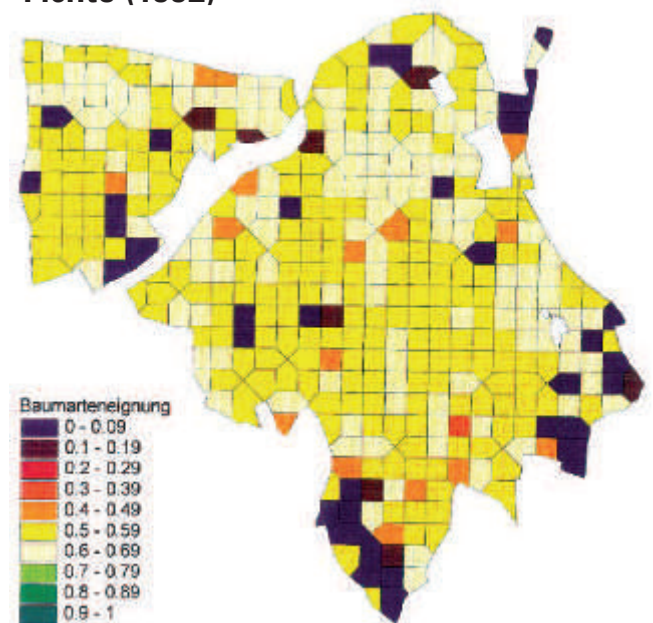
Der Beispielbetrieb befindet sich in der submontanen Höhenstufe im nördlichen Teil des Wuchsgebietes 6.2 „Klagenfurter Becken“ in einer Höhenlage von 540 - 640 m. Das 30-jährige Mittel der Niederschlagssummen der nächstgelegenen Klimastation beträgt 839 mm pro Jahr. Die Jahresmitteltemperatur betrug 8,1 Grad Celsius (im Durchschnitt zwischen 1960 und 1990).

Das Grundmaterial besteht aus einer mächtigen silikatischen Grundmoräne, durch die vereinzelt der Hauptdolomit durchsticht. Auf einer Fläche von 272 ha befinden sich 32 km befestigte Forststraßen. Dieser hohe Erschließungsgrad ist für die intensive Bewirtschaftung ein enormer Vorteil.

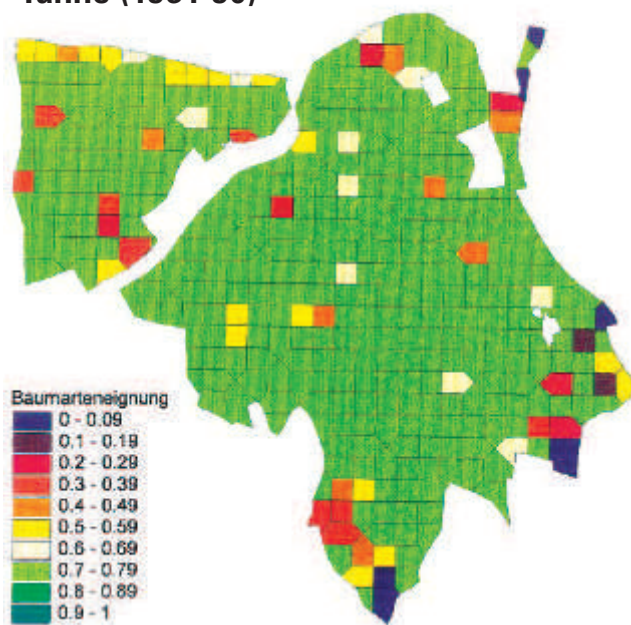
Fichte (1961-90)



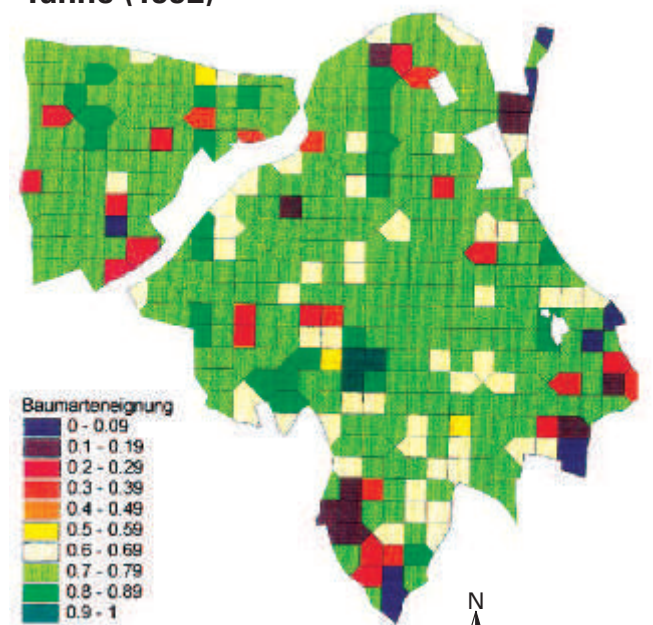
Fichte (1992)



Tanne (1961-90)

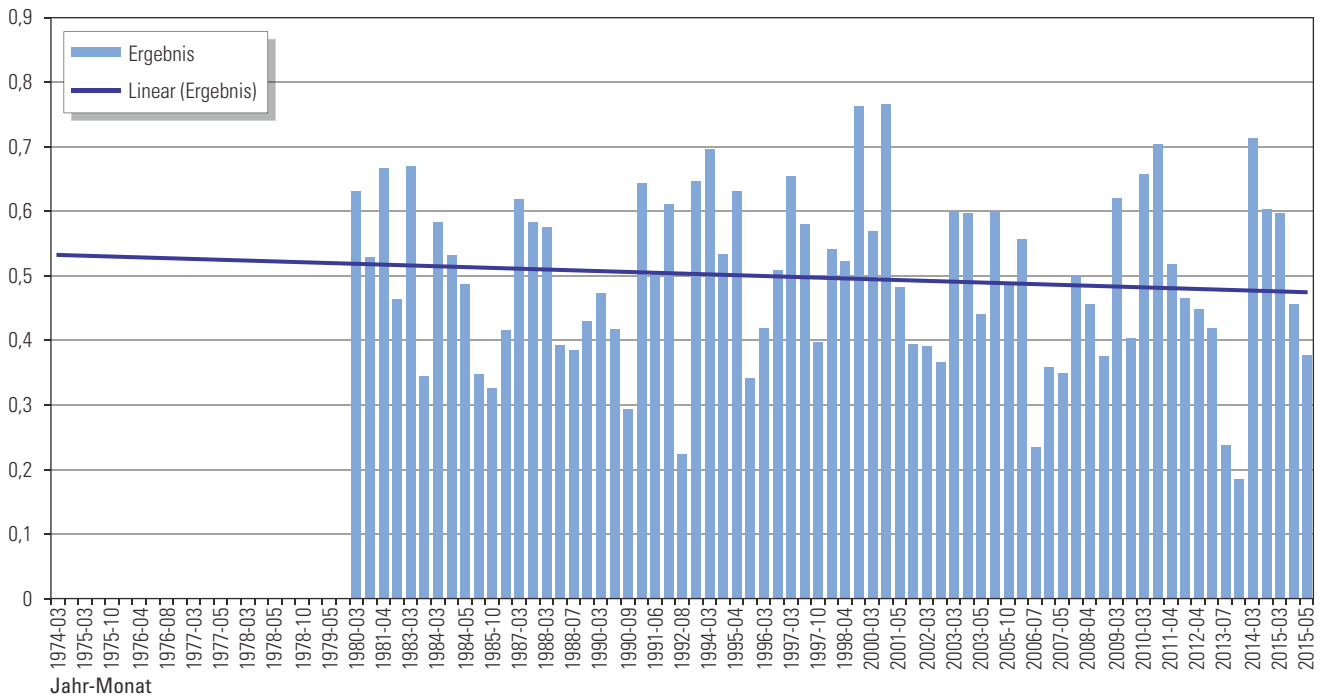


Tanne (1992)



▲
Abbildung 3:
Veränderung der Eignung von Fichte und Tanne: Es werden die Simulationsergebnisse mit den Klimadaten 1961/90 und dem Extremjahr 1992 verglichen.

Minimum von BF



▲
Abbildung 4:
Bodenfeuchteindex für die
Region,
1= maximale Sättigung
(Hydrographie Klagenfurt)



FOTO: G. KLEINSZIG

DI Günter Kleinszig,
Forstrevier Wolschart,
Zenswegerstrasse 14, 9300 St.
Veit/Glan,
E-Mail: info@zukunft-wald.at

Ab dem Frühjahr 2017 werden mit Bodenfeuchtesensoren Eigenmessungen durchgeführt.

Weitere Themen, die beobachtet werden, ob es möglicherweise einen Einfluss auf das hohe Prozent an Borkenkäfer-Kalamitätsholz (bis zu 95 % des Hiebsatzes) gibt:

- Mykorrhiza: Zusammenhang auch mit dem Verschwinden von Pilzen und Schwämmen?
- Ameisen

Mittels 26 Leimtafeln und den dazugehörigen Lockstoffen wird jährlich eine Nonnenkontrolle (*Lymantria monacha*) durchgeführt, um eine Massenvermehrung rechtzeitig zu erkennen.

Ökologischer Forstschutz

Jährlich werden über 500 Nistkästen gereinigt und gewartet. Die Nistkästen sind derzeit zu 65 – 70 % befliegen. In den letzten 20 Jahren hat dieser Prozentsatz um zirka 15 - 20 Prozentpunkte abgenommen. An Meisen (häufig) und Kleiber (seltener) werden in acht Fütterungen jährlich 100 – 300 kg Sonnen-

blumenkerne verfüttert. Wenn Bäume komplett abgestorben sind, somit keine weitere Käfergefahr bedeuten und auch neben Straßen niemanden gefährden, werden diese als Totholz markiert und stehen gelassen.

Fazit

Mit intensiven Borkenkäferkontrollen (im Sommer längstens alle zehn Tage, auch mit Einsatz einer Drohne) wird versucht, die Schadholzmenge so gering wie möglich zu halten. Durch eine sehr rasche Aufarbeitung und Abfuhr wird die Wertminderung so gering wie möglich gehalten. Der ökologische Waldschutz ist zwar aufwändiger, jedoch eine sehr wichtige Maßnahme.

Trotzdem entstehen immer mehr Schadflächen, die derzeit hauptsächlich mit alternativen Nadelhölzern (Tanne, Douglasie, Lärche, Küstentanne,...) aufgeforstet werden. Es wird versucht, die bestehenden Laubhölzer intensiv zu pflegen, um Wertholz zu erzeugen. Der Anteil an Laubholz soll jedoch aus rein ökonomischen Gründen nicht über 30 – 35 % steigen.



Klimawandel und Naturgefahren

Wie werden künftige klimatische Bedingungen im Alpenraum verschiedene Arten von Naturgefahren beeinflussen? Wie werden sich die für Naturgefahren relevanten meteorologischen Faktoren entwickeln? Klimaentwicklung – was ist zu erwarten? Dazu werden im Folgenden Ergebnisse aus der Literatur und rezenten Projekten kurz zusammengefasst.

Temperatur

Im Ostalpenraum hat die Temperatur seit Ende des 19. Jahrhunderts um rund 2 °C zugenommen, mit einer beschleunigten Erwärmung seit 1970.

Es ist eine signifikante Veränderung der Extremwerte zu erwarten (siehe zum Beispiel Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG-Wien).

Höhere Temperaturen können konvektive Niederschläge (Gewitterregen) begünstigen, mit jedem Grad mehr an Lufttemperatur kann die Luft zirka 7 % zusätzlich an Feuchtigkeit aufnehmen.

Extreme Niederschläge – hier sind die Prognosen für den Alpenraum nicht eindeutig

Auswertungen der ZAMG lassen derzeit keinen eindeutigen Trend im gemessenen Niederschlag (abgesehen von dekadischen Schwankungen) erkennen.

Nach den Ergebnissen des Projektes PRISKCHANGE, in dem die Perioden 1963–2006 und 2007–2051 verglichen wurden, ist für Österreich eine Zunahme der Intensitäten bei 30-jährlichen Niederschlagsereignissen um 17–26 % zu erwarten, insbesondere im Südosten. In dieser Region wurde im 20. Jahrhundert

eine Niederschlagszunahme um 5 % beobachtet.

Stürme

Um 1900 war die Sturmhäufigkeit in Mitteleuropa deutlich höher als heute. Bei den täglichen Windmaxima sind jedoch keine größeren Änderungen zu erwarten (ZAMG-Wien). Allerdings sind stärkere Kontraste der Temperatur- und Drucklagen über den Alpenhauptkamm möglich, dies kann zu verstärkter Sturmhäufigkeit führen (Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel in Graz).

Abfluss - Hochwasser

Im ACRP-Projekt Serac-CC wurden für drei Testgebiete in Westösterreich künftige Häufigkeiten von Hochwasser auslösenden Systemzuständen modelliert (Meißl et al. 2016). Demnach werden künftig im Winter Perioden mit hoher Bodenfeuchte in tiefer gelegenen Einzugsgebieten häufiger auftreten. Im Frühjahr wird es weniger Tage mit hoher Vorbefeuchtung in tiefen und mittleren Lagen, aber mehr Tage mit stark vorverfüllten Böden im hochalpinen Bereich geben. Im Sommer wird dann die Anzahl der Tage mit hoher Bodenfeuchte in allen Höhenlagen geringer. Vereinfacht bedeutet dies höhere Abflüsse im Winter und geringere Abflüsse im Sommer. Das heißt die Chance, dass ein Niederschlagsereignis auf aufnahmefähige Böden trifft, wird im Sommer größer. Allerdings kann bei manchen Böden das Aufnahmevermögen für Niederschläge nach Austrocknung aufgrund hoher Benetzungswiderstände gehemmt sein.

ACRP-Projekt Serac-CC:
Auswirkungen des Klimawandels auf die Abflusscharakteristika kleiner alpiner Einzugsgebiete,
www.uibk.ac.at/geographie/serac-cc

Ein Grad mehr an Lufttemperatur, die Luft kann dann 7 % zusätzlich an Feuchtigkeit aufnehmen.

Projekt SAFFER_CC:
Sensitivity Assessment of Critical Condition for Local Flash Floods,
www.uibk.ac.at/wasserbau/forschung/saffer_cc

ACRP-Projekt C3S_ISLS: Climate induced system status changes at slopes and their impact on shallow landslide susceptibility, www.uibk.ac.at/geographie/lidar/c3s/c3s.html

ACRP-Projekt DEUCALION: Mögliche Änderungen von Muren-Ereignissen in Wildbächen aufgrund des Klimawandels, www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Projektberichte/ACRP-2009/01102014DeucalionRoland-KaitnaEBB060732ACRP2K10ACOK00030-EB.PDF

▼
Abbildung 1:
Sturzflut, ausgelöst durch Oberflächenabfluss bei Gewitterregen aus einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von 0,1 km² (Gemeinde Schwertberg, OÖ, 8.6.2011).

FOTO: LAGEDER



In den letzten Jahren wird auch eine Zunahme von Hochwässern durch Oberflächenwässer (vereinfacht auch „Hangwasser“ oder „Sturzfluten“ genannt) abseits der ständigen Gerinne beobachtet. Im Projekt SAFFER_CC wird die künftige Häufigkeit solcher „Sturzfluten“ unter Klimawandel-Bedingungen untersucht. Erste Nachrechnungen von Ereignissen bei Schwertberg in Oberösterreich – hier hatte extremer Oberflächenabfluss im Frühjahr 2016 bei einem Gewitterregen auf einer Fläche von 0,1 km² Überflutungen ausgelöst (Abbildung 1) – zeigen, dass bei entsprechend mächtigeren Niederschlagszellen das Ausmaß der betroffenen Flächen und die Überflutungshöhe künftig deutlich zunehmen können.

Rutschungen

Hier gibt es umfangreiche Untersuchungen in verschiedenen Nachbarländern. Im Piemont in Italien ist eine Zunahme von Rutschungsereignissen seit 1960 dokumentiert. Ähnlich in den südöstlichen Französischen Alpen, wo für das Einzugsgebiet des Riou Bourdoux, das seit 1898 unter Beobachtung steht, ein deutlicher Anstieg seit den 1990er Jahren beobachtet wird (Lopez-Saez et al. 2013). In Österreich sind solche systematischen Beobachtungen für Rut-

schungen über längere Zeiträume leider nicht vorhanden.

Im ACRP-Projekt C3S_ISLS erstellte das Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) als Grundlage für die Validierung von Berechnungen mit Rutschungsdispositionsmodellen eine Rutschungsdatenbank für Mittel- und Nordvorarlberg. In diese wurden rund 2500 Ereignisse aus verschiedenen Datenquellen eingepflegt, vor allem aber über Interpretation von Luftbildserien bis in die 1950er Jahre zurück. So ergibt sich zum Beispiel eine deutlich höhere Rutschungsdichte für die Luftbildserien 2001-2012 in Relation zu 1972-1985. Primäre Ursache dafür sind die extremen Niederschlagsereignisse der Jahre 1999 („Pfungst-hochwasser“) und August 2005. Es zeigt sich aber auch, dass auf Flächen mit Änderung der Landnutzung (wie etwa verzögerte Wiederbewaldung, unkontrolliertes Zuwachsen von Almflächen) die Zunahme der Rutschungsdichte deutlich höher ist als auf Flächen ohne solche Landnutzungsänderungen.

Murgänge

Im hochalpinen Zermatt-Tal in den Walliser Alpen hat die Anzahl der Muren nach den neuzeitlichen Gletscherhochständen (warm-feuchte Sommer) stetig abgenommen. Erst seit Ende des 20. Jahrhunderts ist aufgrund der Abnahme der Sommerniederschläge auch ein Rückgang in der Murgangaktivität zu beobachten (Beniston et al. 2011).

Im ACRP-Projekt DEUCALION wurden Frequenz und Häufigkeit künftiger Wildbachereignisse für drei Testgebiete (Pitztal, Lienz/Toblach, Gesäuse) abgeschätzt. Die Autoren erwarten eine Verschiebung extremer Niederschläge in das Frühjahr und den Herbst. Beim besten Klimaszenario sind keine Veränderungen im Frühjahr und ein Rückgang der Wahrscheinlichkeiten im Juli und August zu erwarten. Unterstellt man jedoch ein schlechtes Szenario für die weitere Klimaentwicklung, ist von einem

deutlichen Anstieg der Wahrscheinlichkeit von extremen Wildbach-Ereignissen in den drei Testgebieten auszugehen (von 8-13 auf 16-21 Ereignisse pro Dekade).

Steinschlag

Bei Steinschlag ist nach den IPCC-Temperatur-Szenarien eine Zunahme der Ereignishäufigkeit wahrscheinlich. Auch eine Steinschlag-Inventur (150 Ereignisse) in den Westalpen belegt einen signifikanten Anstieg seit 1990. Kleinere Felsstürze (1000-100.000 m³) werden häufiger, insbesondere nach Perioden mit extrem hohen Temperaturen unmittelbar vor dem Ereignis (Stoffel et al. 2014).

Lawinen

Lawinenexperten haben in den letzten Jahren beobachtet, dass die Anzahl der Nassschneelawinen gestiegen ist (Abbildung 2). Unter anderem im ACRP-Projekt RIMES hat das BFW die Auswirkungen des Klimawandels auf die Lawinenaktivität untersucht. Auslösefaktoren sind vor allem Maximum-Temperaturen

über 5 °C und Regen. Ein prognostizierter Temperaturanstieg von zirka 2,3 °C und eine Zunahme des Winterniederschlages um rund 12 % (z.B. für die Messstation Mooserboden (2036 m Seehöhe) für die Periode 2041 - 2070 lassen eine Erhöhung der Auslösewahrscheinlichkeit für Nassschneelawinen in einer Höhenlage von 1800 – 2500 m erwarten. Am stärksten betroffen sind die Monate März bis Mai. Oberhalb von 2500 m Seehöhe bleibt das Verhältnis Nass- zu Trockenschneelawinen gleich.

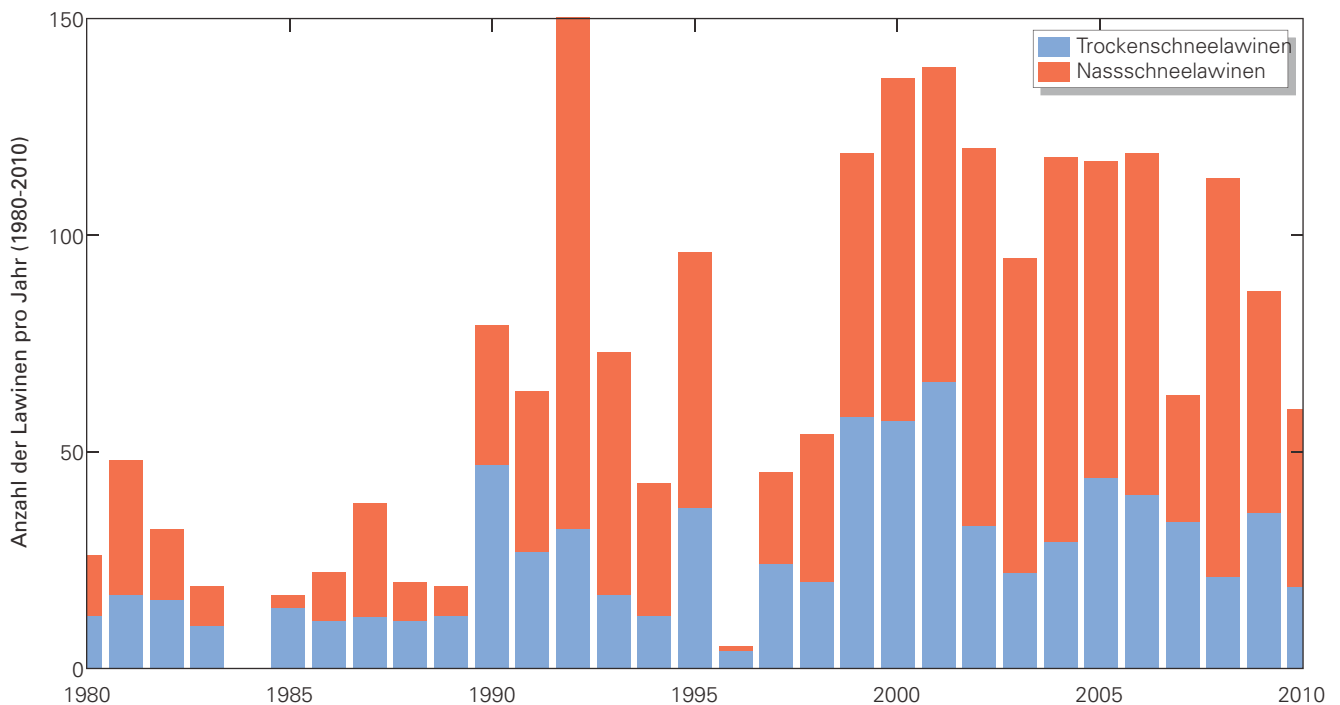
Bisherige Konzepte adaptieren

Der Klimawandel stellt einen zusätzlichen Faktor im Naturgefahrenmanagement dar und erfordert eine Adaptierung bisheriger Konzepte:

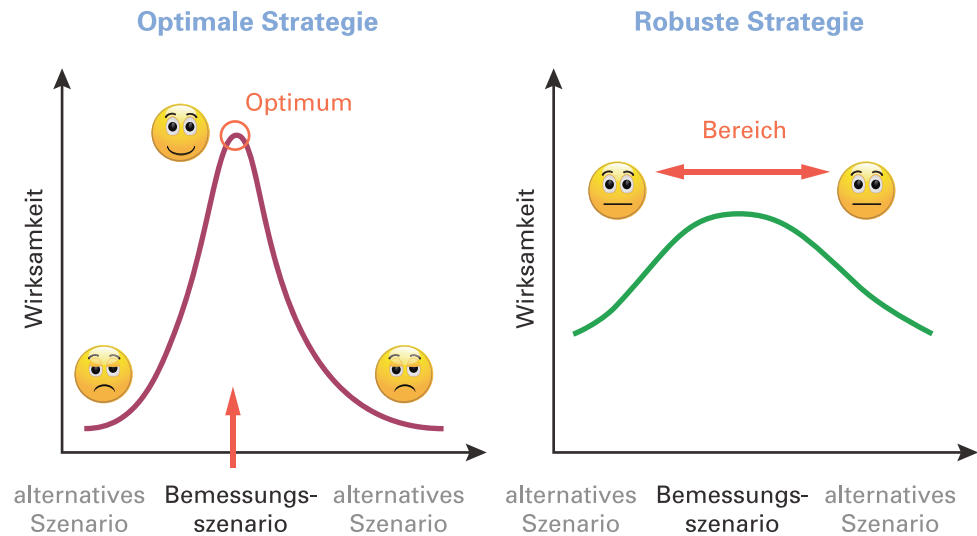
Eine der effektivsten und effizientesten Strategien im Umgang mit Naturgefahren ist die gezielte Steuerung des Flächenangebotes für Siedlungs-, Gewerbe- und Infrastrukturzwecke. Dafür sind nachhaltige Raumentwicklungsstrategien und eine entsprechende Anpassung der verschiedenen Planungskonzepte (GZP, FWP...) erforderlich.

ACRP-Projekt RIMES:
www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Projektberichte/ACRP-2008/20140116RIMESAntonia-ZeidlerEndberichtACRP1.pdf

▼
Abbildung 2:
 Zunahme des Anteils von Nassschneelawinen im Kapruner Tal / Salzburg seit 1960 (aus: RIMES-Projektbericht).



► **Abbildung 3:**
Die Bedeutung robuster
Verbaunungsmaßnahmen
mit einem größeren
Wirkungsbereich wird
durch den Klimawandel
größer (aus: Blöschl 2016,
zit. in Kirnbauer et al.
2016)



Eine optimal dimensionierte Maßnahme wirkt im Hinblick auf das Bemessungsszenario, hat jedoch möglicherweise eine reduzierte oder keine Wirkung für andere Szenarien. Daher werden nachhaltige und robuste Schutzmaßnahmen benötigt, die auch bei überraschenden und unerwarteten Situationen noch eine bestimmte Schutzwirkung aufweisen (Abbildung 3).

Der Informationsstand der Bevölkerung muss weiter verbessert werden: Welche Naturgefahrenprozesse bedrohen meinen Lebensraum, wie kann ich mich schützen? Dazu gehören auch die ausreichende Kommunikation des Mehr-

wertes von Planungen und Maßnahmen der öffentlichen Hand zum Schutz vor Naturgefahren sowie die gezielte Information über verbleibende Restrisiken.

Nur durch die Analyse der Vergangenheit sind seriöse Aussagen über die Zukunft möglich. Monitoring von Naturgefahrenprozessen, Durchführung von Langzeitstudien, Beobachtung von Mustereinzugsgebieten zur Verbesserung von Datengrundlagen und Prozessverständnis stellen die elementaren Grundlagen für die Optimierung von Modellen, Prognose- und Warnsystemen und den darauf aufbauenden Planungen dar.



Dr. Gerhard Markart,
Mag. Klaus Klebinder,
Dr. Bernhard Kohl,
DI Frank Perzl,
Antonia Zeidler Phd,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Naturgefahren,
Rennweg 1, 6020 Innsbruck,
gerhard.markart@bfw.gv.at

Dr. Gertraud Meißl,
Thomas Zieher MSc,
Universität Innsbruck,
Institut für Geographie,
Innrain 52, 6020 Innsbruck,
gertraud.meissl@uibk.ac.at

Literatur

- Beniston, M.; Stoffel, M.; Hill, M. (2011): Impacts of climatic change on water and natural hazards in the Alps: Can current water governance cope with future challenges? Examples from the European "ACQWA" project. *Env. Sci. & Policy* 14, 734-743.
- Kirnbauer, R., Pistotnik, G.; Blöschl, G. (2016): Klimawandel als Herausforderung für die Wildbachverbauung. *Wildbach- und Lawinenverbau*, 80.Jg., Nr. 178, 58-77.
- Lopez-Saez, J.; Corona, C.; Stoffel, M.; Berger, F. (2013): Climate change increases frequency of shallow spring landslides in the French Alps. *Geology*, doi:10.1130/G34098.1
- Meißl, G.; Formayer, H.; Klebinder, K.; Kerl, F.; Schöberl, F.; Geitner, C.; Markart, G.; Leidinger, D.; Bronstert, A. (2017): Climate change effects on hydrological system conditions influencing generation of storm runoff in small Alpine catchments. *Hydrol. Proc.* 2017, 1-17. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.11104/full>. doi: 10.1002/hyp.11104
- Stoffel, M.; Tiranti, D.; Huggel, C. (2014): Climate change impacts on mass movements — Case studies from the European Alps. *Sci Tot. Env.* 493, 1255-1266.
- ZAMG-Wien, Informationsportal Klimawandel: www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum)

MANFRED KREINER

Schutzwald und Klimawandel im Spannungsfeld zwischen Beratung und Förderung

Die wesentlichen Hebel des Landesforstdienstes sind bei der Schutzwaldbewirtschaftung die Beratung und Förderung der Grundeigentümer und Grundeigentümerinnen. Eine vorausschauende Waldbehandlung mit der Bereitstellung überwirtschaftlicher Waldfunktionen durch die Grundeigentümer und Grundeigentümerinnen soll damit nachhaltig sichergestellt werden.

Tirol hat in etwa 35.000 Waldbesitzer und Waldbesitzerinnen. Rund die Hälfte von ihnen bewirtschaftet eine Waldfläche von unter einem Hektar. Regelmäßige Einkommen aus der Waldbewirtschaftung lassen sich für viele daher nicht erzielen. Über zwei Drittel der Waldfläche in Tirol sind Schutzwald. Dem Schutz des Menschen bzw. menschlicher Siedlungen kommt besondere Bedeutung zu. Es sind überhaupt nur etwa 12 % der Tiroler Landesfläche besiedelbar.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Landesforstdienstes setzen bei der Schutzwaldbewirtschaftung auf die Beratung und Förderung der Grundeigentümer und Grundeigentümerinnen. Ziel ist eine vorausschauende Waldbehandlung mit der Bereitstellung überwirtschaftlicher Waldfunktionen durch diese.

Ist Klimawandel und Schutzwaldbewirtschaftung bereits in der Bevölkerung verankert?

Dass Klimawandel stattfindet, dürfte in der Gesellschaft bereits wahrgenommen werden. Am Beispiel eines Pilotprojektes

einer Klimastudie in Lienz wurde bis zum Jahr 2100 vorausgeblickt. Die Prognose: Mehr Tropentage und Naturkatastrophen – weniger Schnee (siehe Hinweis Tiroler Tageszeitung).

Dafür gilt es, sich heute schon zu rüsten, und es wurden von Fachexperten mögliche Maßnahmen abgeleitet. Vorschläge zur Abhilfe bei vermehrten niederschlagsbedingten Naturgefahren wurden vielfach nur in einer nachsorgenden Betrachtung dargestellt, wo Notfallpläne geändert oder größer dimensionierte Schutzbauten angedacht werden. Auch raumplanerische Ansätze wie Änderungen der Gefahrenzonenplanung sind angeführt. Der Wald als vorbeugender Schutzschild blieb hingegen unerwähnt. Lediglich die Waldbrandbekämpfung wurde als künftig wichtig erachtet.

Auch in der täglichen Arbeit des Forstdienstes, in der Beratung und Förderung der Waldeigentümer und Wald-

Tiroler Tageszeitung vom 3.1.2017; Zukunft von Lienz ist heiß und trocken : www.tt.com/panorama/wetter/12444898-91/zukunft-von-lienz-ist-hei%C3%9F-und-trocken.csp

▼ Diskussion der Ergebnisse der Modellierung von Graviprofor mit der forstlichen Praxis als Grundlage für die weitere Verwendung im Rahmen eines internationalen Forstplanertreffens 2015.

FOTO: LFD TIROL



eigentümerinnen lassen sich notwendige Maßnahmen allein mit dem Klimawandel nicht begründen. Wald, aber auch landwirtschaftliche Flächen sind jedoch aufgrund ihrer Flächenausdehnung relevant. In Tirol sind immerhin 41 % der Landesfläche mit Wald bedeckt. Eine vorausschauende Bewirtschaftung der genannten Flächen im Sinne von Schutz und Erhaltung der Böden als Grundlage für Wasserspeicherfähigkeiten und eine gute Baumartenmischung hat sich noch nicht etabliert. Dass auf guten Böden heute leichter klimafittere Wälder begründet werden können, ist noch besser zu positionieren.

Ist der Schutzwaldbegriff aus Sicht des Praktikers/Sachverständigen zu weit gefasst?

Grundlagen für die Ausscheidung von Schutzwald finden sich im § 21 des Forstgesetzes, hier ist Schutzwald genau definiert. In der Richtlinie zum Waldentwicklungsplan sind die im Forstgesetz genannten Schutzwälder fachlich anhand von messbaren Kriterien vielfach näher erläutert. Zusätzlich ist aufgrund der Zuteilung zu einer Wertziffer der Schutzfunktion eine Art Priorisierung festgeschrieben, die den jeweiligen Sachverständigengutachter in seiner Argumentation unterstützt. Grundsätzlich ist damit sichergestellt, dass vor allem direkt schutzfunktionale Wälder mit hoher Treffsicherheit von verschiedenen Sachverständigen gleich zugewiesen werden.

Grenzen sind hingegen bei der Festlegung indirekter Schutzfunktionen schnell erreicht. Diese führen in der praktischen Umsetzung zu diametralen Zuweisungen bei Sachverständigen, wobei diese dennoch meist fachlich nachvollziehbar und gut begründet sind. Alleine aus § 1 Forstgesetz ließe sich aus der Erhaltung der Produktionskraft des Bodens in dem Sinne, dass die Waldwirkungen gesichert sind, fachlich oftmals Schutzfunktion begründen. Ob dann beispielsweise bei-

nahe den gesamten Tiroler Waldböden eine Wasserrückhaltefunktion für die Donau bis hin nach Wien und darüber hinaus zukommt, führt in der Sachverständigenbeurteilung durchaus zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Kann uns Modellierung helfen, zu besseren Ergebnissen zu kommen?

In der jüngeren Vergangenheit hat man manchmal den Eindruck, dass mit Modellierung alles möglich und eine Sachverständigenbeurteilung in der Natur nicht mehr oder nur eingeschränkt notwendig ist. Es wird dabei gerne übersehen, dass optimale Modelle die Natur nur zu etwa 80 % abbilden – meist noch viel weniger gut. Modellierungen werden noch zusätzlich mit klassischen terrestrischen Kartierungen verwechselt. Die Ergebnisse werden dann vielfach als falsch abgetan und in der Praxis zu wenig oder gar nicht verwendet.

Dennoch bieten Modellierungen auch Vorteile und Chancen, die es zu nutzen gilt. Dazu zählt, dass für jedes Modell die Regeln genau definiert sein müssen – und zwar komplett. Eine Zuweisung nach „Bauchgefühl“ kennt der Computer nicht. Ein Hinwegschleichen über unangenehme Bereiche, indem sie einfach undefiniert bleiben, gibt es ebenfalls nicht. Somit gilt am Ende jede Regel für den gesamten modellierten Bereich in gleicher Weise. Einen weiteren Vorteil hat die Modellierung, wenn zu einem Thema neue Erkenntnisse bzw. neue Grundlagen gewonnen werden. Diese können dann relativ schnell und günstig in die Modellierung aufgenommen und in der gesamten Fläche umgesetzt werden.

Modellierungen von Schutzwald und Schutzfunktion im Wald können die Praxis dadurch unterstützen, dass Grundlagen auf raumplanerischer Ebene geschaffen werden. Man kann sich das so vorstellen, dass mit einfachen Model-

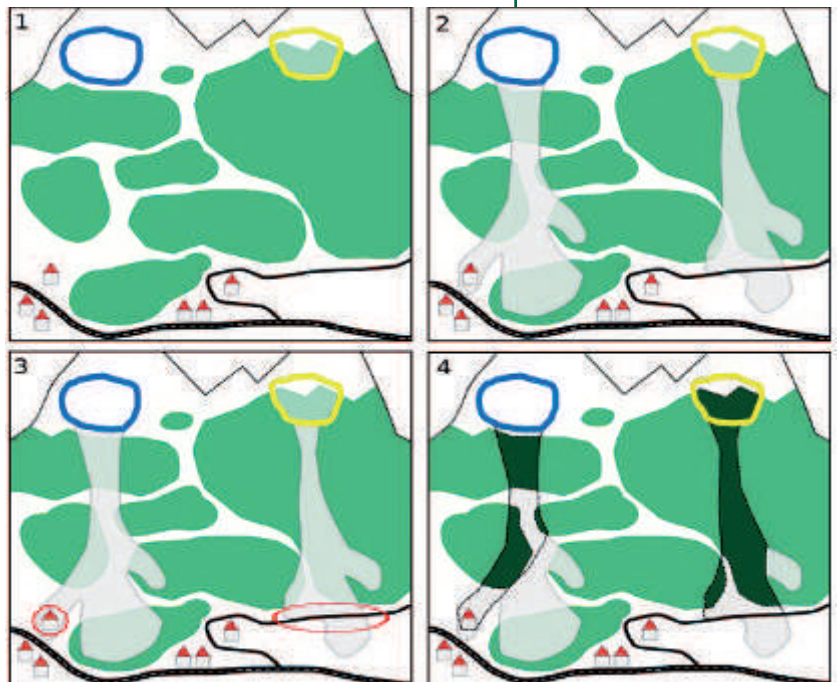
Perzl Frank;
Huber Andreas, Bundesforschungszentrum für Wald; Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die forstliche Raumplanung, November 2014
(Zusammenfassung:
www.waldwissen.net/wald/schutzfunktion/bfw_identifikation_objekt_schutzwald/index_DE)

len beispielsweise österreichweit gleiche Grundlagen für eine Rahmenplanung bereit gestellt werden. Innerhalb dieser Rahmenkulisse kann sich der Sachverständige und Praktiker auf die Umsetzung der fachspezifisch notwendigen Detailmaßnahmen konzentrieren. Dies möglichst ohne weitere bürokratische Hürden.

Was braucht die Praxis und wer kann liefern?

Pilotprojekte in Testgebieten: Es müssen in Testgebieten Modelle entwickelt und geprüft werden. Hier sind vor allem Forschungseinrichtungen gefordert, die Brauchbarkeit verschiedener Parameter zu testen. Grundlagen wie Laserscan-Daten etc. sind von Bund und/oder Ländern bereit zu stellen. Bereits im Pilotprojekt ist zu prüfen, ob die geeigneten Eingangsparameter für das Modell auf großer Fläche verfügbar sind.

Umsetzung der Modelle auf großer Fläche – Ableitung einer Kulisse: Der Schwerpunkt liegt vorerst in der Datensammlung und Zusammenführung dieser (über beispielsweise ganz Österreich). Der Umgang mit unterschiedlichen Datenstrukturen und verschiedenen Zeitreihen ist hier die Hauptarbeit. Ebenfalls ist der Umgang mit Datenlücken oder -fehlern eine große Herausforderung. Beispielsweise wurde im Projekt GRAVIPROVOR vom BFW die direkte Objektschutzfunktion des Waldes hinsichtlich Steinschlag und Lawine für ganz Österreich modelliert. Die Erfahrung hat gezeigt, dass allein die Berechnung beinahe ein Jahr Zeit in Anspruch nimmt. Das Produkt ist eine Kulisse mit Hinweis auf Objektschutzfunktion für Steinschlag und Lawine und liegt erstmals österreichweit vor. Diese kann als Grundlage für einen künftig noch besseren Waldentwicklungsplan genutzt werden.



- 1) Modellierung potenzieller Anbruchsflächen außerhalb (blau) und innerhalb (gelb) des Waldes ohne Beachtung der Schutzwirkung des Waldes (hellgrüne Flächen).
- 2) Prozessmodellierung – Bestimmung der potenziellen Reichweite ohne Wirkung des Waldes.
- 3) Modellierung der potenziell vom Prozess getroffenen Infrastruktur (z. B. ein Straßenabschnitt, ein Haus, rot markiert).
- 4) Rückrechnung der potenziellen Prozesszone zwischen dem getroffenen Objekt und der Startfläche und Verschneidung mit der Waldfläche – die dunkelgrünen Waldflächen in dieser Zone sind Wald mit direkter Objektschutzfunktion.

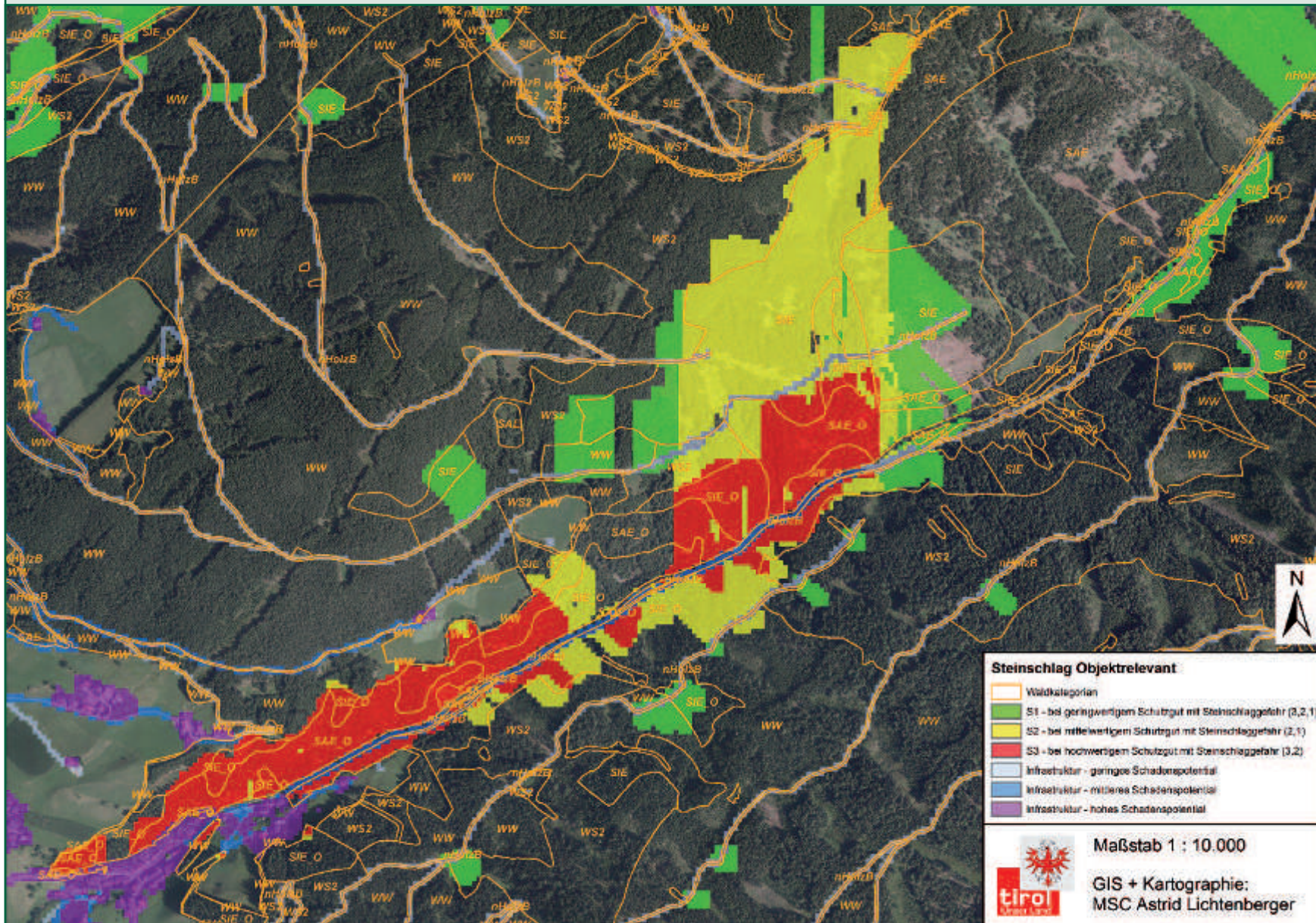
Strukturparameter zur Priorisierung in der Kulisse: Künftig müssen Strukturparameter des Waldes auf großer Fläche abgeleitet werden. Damit werden die aktuelle Waldwirkung und Defizite aufgezeigt. Anhand dieser kann eine objektive Dringlichkeitsreihung vorgenommen werden. Werden zusätzlich noch Auswirkungen von Klimawandelszenarien auf den Wald mitberücksichtigt, lenken wir unseren Blick auf den künftigen Umgang mit dem Schutzwald.

Waldförderprogramme auf die Kulisse aufsetzen: Künftige Waldförderprogramme setzen an prioritären Flächen an. Bund und Länder legen gemeinsam die Schwerpunkte fest. Bürokratische Prozesse können dann möglichst schlank gehalten werden, wenn in der freigegebenen Kulisse die erlaubten Maßnahmen definiert sind. Hohe fach-

▲ Das Modell von GRAVIPROFOR dargestellt am Beispiel einer Lawine.
Aus: Perzl, Huber: Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die forstliche Raumplanung; Synthese und Zusammenfassung; 2014

Beispiel Modellierung von Steinschlag in GRAVIPROFOR

Rot gefärbte Flächen weisen auf hohe bzw. mittlere Steinschlagwahrscheinlichkeit auf hochwertige Schutzobjekte hin; gelbe Bereiche zeigen mittlere und niedere Steinschlagwahrscheinlichkeit auf mittelwertige Objekte; grün eingefärbt sind hohe, mittlere und niedrige Steinschlagwahrscheinlichkeit auf niederwertige Objekte; Wertigkeit und Farbzuzuweisung bzw. dadurch die Priorisierung lassen sich je nach Schwerpunktsetzung anpassen – der größte Vorteil: **Diese Karte gibt es für ganz Österreich!**



liche Qualität ist gewährleistet, weil der Förster als Fachmann vor Ort für eine qualitativ hochwertige Umsetzung garantiert.

Weiterbildung der Fachexperten vor Ort: Ihr kommt eine besondere Bedeutung zu. Einerseits wird in der regulären forstlichen Ausbildung dem Bergwaldmanagement zu wenig Beachtung geschenkt. Andererseits muss der Fachmann vor Ort aber die Lücken der Modellierung ausfüllen – also ungefähr die letzten 20 %. Fachliche Weiterbildung muss daher berufsbegleitend erfolgen. Es müssen aber auch Schwerpunkte auf die Kommunikation und Weitergabe des Wissens im Sinne der Beratung der Waldeigentümer gelegt werden.

Sensibilisierung von Bevölkerung und Eigentümern: Sensibilisieren in dem Sinne, dass Wald und (Schutz-)Waldbewirtschaftung als präventive Maßnahmen einen wichtigen Beitrag leisten.



Präventive Maßnahmen im Wald sind rund 15-mal billiger als nachsorgende sanierende Maßnahmen. Harte technische Maßnahmen kosten überhaupt das 145-fache. Vorausschauend zu arbeiten zahlt sich aus – wirtschaftlich, schutzwaldtechnisch und auch bei geänderten Rahmenbedingungen, wenn sich das Klima ändert.



◀ Zeigt das Modell eine hohe Wahrscheinlichkeit für Steinschlagereignisse an, so sind diese meist auch im Bestand sichtbar.

FOTO: LFD TIROL

DI Manfred Kreiner,
Landesforstdirektion Tirol,
Abteilung Forstplanung,
Bürgerstraße 36, 6020 Innsbruck,
forstplanung@tirol.gv.at



Waldböden
erkennen und verstehen

Der Boden

Ein unbekanntes Wesen?

Analog und gut – Bestimmungsfächer für Waldböden

Wir haben ein breit gefächertes Wissen über die Vielfalt der Böden für Ihren Aufenthalt im Wald ins Taschenbuchformat gebracht. Sei es, dass Sie als Waldbewirtschaftler eine Basis für die nächsten Entscheidungen brauchen, gerade in Schule, praktischer Ausbildung oder Studium sind oder dass Sie im Wald Erholung suchen und an den verschiedenen Böden und deren Eigenschaften interessiert sind – dieser Bestimmungsfächer bietet kompakte Information. Das Beobachten, Erkennen und Verstehen sind die Basis dafür, den Waldboden optimal zu nutzen und zu schützen.

€ 14,-

(exklusive Versand)
2. Auflage

Bestellung:
Bundeforschungszentrum für Wald (BFW)
Bibliothek, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien
Tel.: 01/878 38-1216, bibliothek@bfw.gv.at
www.bfw.ac.at/webshop

Fünf Fragen zum klimaaktiven Waldbesitz

Besitze ich Wald?

Das können Sie am Bezirksgericht im Grundbuch nachschauen.

- ▶ www.justiz.gv.at → Justiz → Justizbehörden Gerichte

Wo befindet sich mein Wald?

- ▶ Details zum Waldbesitz erhalten Sie ebenfalls im Grundbuch. Suchen Sie Ihren Wald anschließend vor Ort auf und gehen Sie die Grenzen ab.

Wie informiere ich mich?

- ▶ Tauschen Sie Erfahrungen mit Ihren Nachbarn.
- ▶ Holen Sie Beratung durch Expertinnen und Experten ein: Adressen der Landwirtschaftskammern und Forstbehörden finden Sie unter: www.lko.at. Alle Adressen finden Sie auch im aktuellen Forst-Jahrbuch des Agrarverlages: www.agrarverlag.at
- ▶ Auf der Internetplattform www.waldwissen.net werden Informationen für die Forstpraxis komprimiert und anschaulich dargestellt.
- ▶ Die Informationsplattform www.herkunftsberatung.at hilft Ihnen, das optimale Saat- und Pflanzgut für Ihren Waldstandort auszuwählen.

Was mache ich mit dem Wald?

- ▶ Statten Sie Ihrem Wald regelmäßig einen Besuch ab und lernen Sie seine Besonderheiten kennen. Online-Waldbauberatung als eine Orientierungshilfe für die Praxis finden Sie unter: www.waldbauberater.at

Wie werde ich (klima-)aktiv?

- ▶ Besuchen Sie Kurse wie zum Beispiel „Waldwirtschaft für Neueinsteiger“ oder „Waldwirtschaftskurs“ an den Forstlichen Ausbildungsstätten (FAST's):
FAST Ort bei Gmunden: www.fastort.at
FAST Ossiach: www.fastossiach.at
FAST Pichl: www.fastpichl.at
- ▶ Das BFW bietet Exkursionen zu Demonstrationsflächen, beispielsweise in Ottenstein/Waldviertel, an. Dort werden die Effekte der Waldbewirtschaftung anschaulich erläutert. Termine und Informationen finden Sie unter <http://bfw.ac.at>
- ▶ Treten Sie einer Waldwirtschaftsgemeinschaft bei. Kontaktadressen der einzelnen Gemeinschaften erhalten Sie bei den Waldvereinen in den Bundesländern: www.waldverband.at

Widmen Sie Ihrem Wald Aufmerksamkeit!

Die wichtigsten Schritte in der Waldbewirtschaftung auf einen Blick

- ▶ Setzen Sie auf mehrere Baumarten. Damit kann das Risiko gestreut werden.
- ▶ Grundsätzlich gilt: Weniger Bäume haben mehr Platz zur Verfügung, wodurch sie stabiler werden können.
- ▶ Zu viel Wild schädigt den Wald.
- ▶ Das Belassen von einzelnen dicken Bäumen als Totholz zur Förderung der Artenvielfalt stellt kein Problem dar. Mehrere plötzlich absterbende Bäume sind jedoch ein Warnsignal.
- ▶ Bei regelmäßigen Rundgängen werden Veränderungen des Waldes sichtbar.
- ▶ Vermeiden Sie Schäden an Waldboden, Baumwurzeln, Stamm und Rinde.
- ▶ Durch den Klimawandel verändert sich die natürliche Verbreitung der Baumarten. Deshalb sollten die jeweiligen Vorteile von Naturverjüngung und Aufforstung genutzt werden.

Klimafitter Wald
bmlfuw.gv.at/klimafitterwald