




Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus


LE 14-20
Entwicklung für den ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



Wald der Zukunft

Klimaerwärmung – Wirtschaft – Biodiversität



Inhalt

RAFAEL BUCHACHER, DEBOJYOTI CHAKRABORTY, SILVIO SCHÜLER „Assisted Migration“ und neue Baumarten: ein Beitrag für klimafitte Wälder.....	3
HEINO KONRAD, LAMBERT WEISENBACHER, JAN-PETER GEORGE, MARCELA VAN LOO, THOMAS GEBUREK Klimawandel und Waldgenetik: Ergebnisse und Lösungen für die Zukunft.....	7
ERNST LEITGEB, MICHAEL ENGLISCH Waldstandorte im Klimawandel.....	12
BERNHARD PERNY, THOMAS L. CECH, GERNOT HOCH Auch der Wald der Zukunft wird nicht frei von Schädlingen sein.....	15
THOMAS LEDERMANN, KLEMENS SCHADAUER, ALEXANDRA FREUDENSCHUSS CO ₂ -Einsparung durch den waldbasierten Sektor.....	19
MICHAELA TEICH, ANNE HORMES, MATTHIAS PLÖRER, CHRISTOPHER D'AMBOISE, MICHAEL NEUHAUSER, KARL KLEEMAYR Schutzwaldmanagement – Vorschläge aus dem Projekt GreenRisk4ALPs.....	23

Titelseite:

Grafik: Johanna Kohl, Gerald Schnabl

Impressum

ISSN 1815-3895

© Dezember 2020

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

www.bfw.gv.at

Redaktion: Christian Lackner

Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +44 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

Online-Bestellung:

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

Genderschreibweise erfolgt nach dem
Zufallsprinzip.



Nichts weniger als der „Wald der Zukunft“ war das Thema des BFW-Praxistages 2020. Allerdings zu Recht, wie uns die Entwicklungen der letzten Jahre zeigen. Die Auswirkungen der Klimaerwärmung setzen dem Wald in Österreich zu, das wird auch den Beitrag des Waldes zum Klimaschutz deutlich beeinflussen. Mit der zunehmenden durchschnittlichen Temperatur sinkt seine Speicherkapazität, notwendige Anpassungsmaßnahmen beeinflussen wirtschaftliche Erträge aus dem Rohstoff Holz. Aber Wald und Holz spielen auch eine wichtige Rolle für die Lösungsstrategien rund um das Thema CO₂-Speicherung. Wie das Projekt CareforParis zeigt, tragen vor allem Holzprodukte und die Substitution nicht erneuerbarer Stoffe und Energieträger durch Holz dazu bei, dass wir in eine nachhaltigere Zukunft im Sinne der Bioökonomie gehen können. Die Ergebnisse der Studie wurden beim BFW-Praxistag 2020 präsentiert und sind in dieser BFW-Praxisinformation zusammengefasst.

Die Gesellschaft entwickelt sich immer stärker zu einer Wissensgesellschaft (Stichwort Digitalisierung). Hier gilt es abzuschätzen, welche Möglichkeiten dienen dazu, nachhaltig die Zukunft von Österreichs Wäldern zu sichern. Die Waldstandorte werden sich im Zuge einer Klimaerwärmung verändern. Beim Praxistag wurde diskutiert, welche neuen standortkundlichen Planungsinstrumente benötigt werden. Dazu führt das BFW in der Steiermark gerade ein Leuchtturmprojekt in der Typisierung der Waldstandorte durch, die, verschnitten mit Klimamodellen, den Wald der Zukunft standortsgenau modellieren kann. Kombiniert man diese Information mit den Wuchsdaten der verwendeten Herkünfte, könnten für jeden Standort die optimalen Herkünfte bestimmt werden. Aus der Sicht der Waldgenetik ist es aussichtsreicher und ökologisch verträglicher, Herkünfte der heimischen Baumarten einzubringen, die an kommende Klimabedingungen besser angepasst sind als die derzeit vorhandenen Bestände. Auch dazu finden sie Informationen in diesem Heft.

Weitere Beiträge zu einer klimafitten Waldbewirtschaftung können neue Baumarten und „unterstützte Wanderung“ (Assisted Migration) liefern. Unter letzterem versteht man, dass Saatgut und Forstpflanzen zwischen Regionen und Höhenlagen transferiert und angebaut werden, weil wegen des Tempos des Klimawandels nicht auf die natürlichen Wanderungsbewegungen gewartet werden kann. Neue Baumarten können einen Teil des Waldes der Zukunft ausmachen. Aber sie werden auch nicht alle Probleme lösen können. Zum Beispiel haben auch sie Krankheiten. Die interessanten Neuigkeiten dazu finden sie ebenfalls in diesem Heft.

Ein spannendes Lesevergnügen über den „Wald der Zukunft“ wünscht Ihnen
Peter Mayer, Leiter des BFW

„Assisted Migration“ und neue Baumarten: ein Beitrag für klimafitte Wälder

Der fortschreitende Klimawandel zwingt Bewirtschafter von Wäldern immer mehr zum Handeln. Die in den letzten Jahren verstärkt auftretenden Trockenperioden und darauffolgenden Borkenkäferkalamitäten zeigen, dass das Thema Waldanpassung an den Klimawandel aktuell ist wie noch nie.

Die letzten Jahre waren nicht nur für die österreichische Forstwirtschaft eine Herausforderung. Im Jahr 2018 fielen in Mitteleuropa und Italien 80 Mio. Festmeter Schadholz an und die Schadholzmenge steigerte sich 2019 auf 118 Mio. Festmeter. In Österreich summierte sich

der Anfall von Schadholz auf 10 Mio. Festmeter, wobei etwas mehr als die Hälfte durch Borkenkäfer verursacht wurde. Für diese rekordverdächtigen Mengen sind zum Teil langanhaltende Trockenperioden verantwortlich, welche die Vermehrung von Borkenkäfern begünstigten. Auch Stürme fügten ihren Beitrag hinzu. Das gemeinsame Auftreten von immer häufiger werdenden Wetterextremen mit katastrophalen Schäden am Waldbestand zeigt, dass Waldbesitzer gezwungen sind zu handeln, um ihre Wälder rechtzeitig an die zukünftigen Klimabedingungen anzupassen.



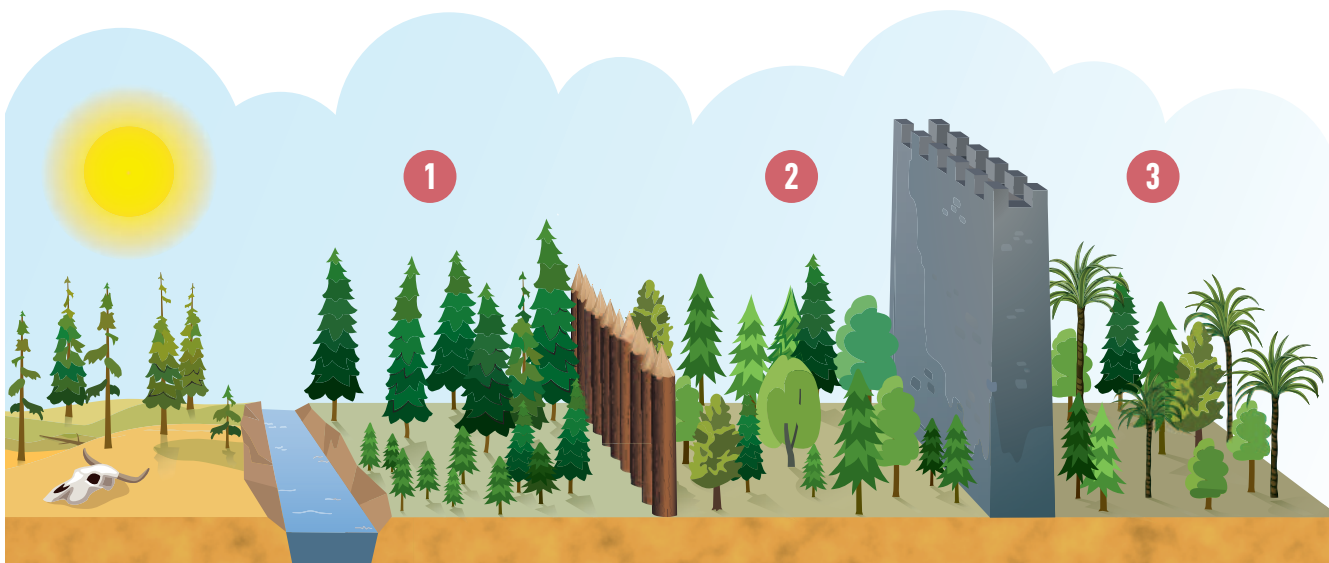
Abbildung 1:
Die drei
Verteidigungsstrategien
zum Schutz der
Waldfunktionen vor
dem Klimawandel.

Graphik: BFW/G.Schnabl

Assisted Migration,
klimaresistente
Genotypen, stärkere
Durchforstung

Pflanzung anderer
heimischer
Baumarten und
Mischbestände

Pflanzung von
nicht-heimischen
Baumarten



Verteidigungsstrategien zur Waldanpassung

Strategie 1: Unterstützte Wanderung

Die verschiedenen Anpassungsmaßnahmen lassen sich in drei Strategien zur Erhaltung der Waldfunktionen und Ökosystemleistungen einteilen (Abbildung 1, Seite 3). Die erste Verteidigungsstrategie zielt nicht primär auf eine Änderung der Baumartenzusammensetzung ab, sondern auf die Erhaltung und Vitalisierung der derzeitigen Waldgesellschaften. Diese Strategie umfasst Maßnahmen wie „Assisted Migration“, aber auch waldbauliche Eingriffe, wie frühe und stärkere Durchforstungen. „Assisted Migration“ ist die unterstützte Wanderung von Pflanzen einer Baumart in klimatisch geeignetere Gebiete. Im Normalfall können Baumarten durch Samenausbreitung auf natürliche Weise neue Areale mit geeigneten Umweltbedingungen erschließen. Der anthropogen verursachte Klimawandel ist allerdings zu schnell für die meisten Waldbestände. Durch die „unterstützte Wanderung“ wird den Bäumen bei der Ausbreitung unter die Arme gegriffen, indem im Zuge von Aufforstungen oder Ergänzungspflanzungen Samenherkünfte verwendet werden, die mit dem zukünftigen Klima besser zurechtkommen (Abbildung 2). Die unterstützte Wanderung kann zur Erschließung neuer Lebensräume genutzt werden, z.B. den Anbau von Eiche in vormals fichtendominierten Wäldern. Zudem sollten auch Samenherkünfte innerhalb der aktuellen Baumartenverbreitungsgebiete transferiert werden, z.B. aus tieferen in mittlere Seehöhen. Die unterstützte Wanderung in ihren verschiedenen Formen wird bereits in einigen Ländern, wie beispielsweise Schweden, Kanada und den USA praktiziert.

Strategie 2 und 3: andere heimische und nicht-heimische Baumarten

Die zweite Verteidigungsstrategie greift weiter. Hier wird versucht, die Waldanpassung im Zuge einer Änderung der aktuellen Baumartenzusammensetzung durch die Pflanzung von anderen heimischen Baumarten zu erreichen, beispielsweise die Umwandlung von einem reinen Fichtenbestand in einen Mischbestand mit Fichte, Buche und Tanne. Die dritte Verteidigungsstrategie kommt dort zum Einsatz, wo die meisten heimischen Baumarten an ihre ökologischen Grenzen geraten, aber trotzdem der Wald mit seinen vielfältigen Leistungen erhalten werden soll. In diesem Fall könnte bei der Umwandlung von Beständen verstärkt auf nicht-heimische Baumarten gesetzt werden.

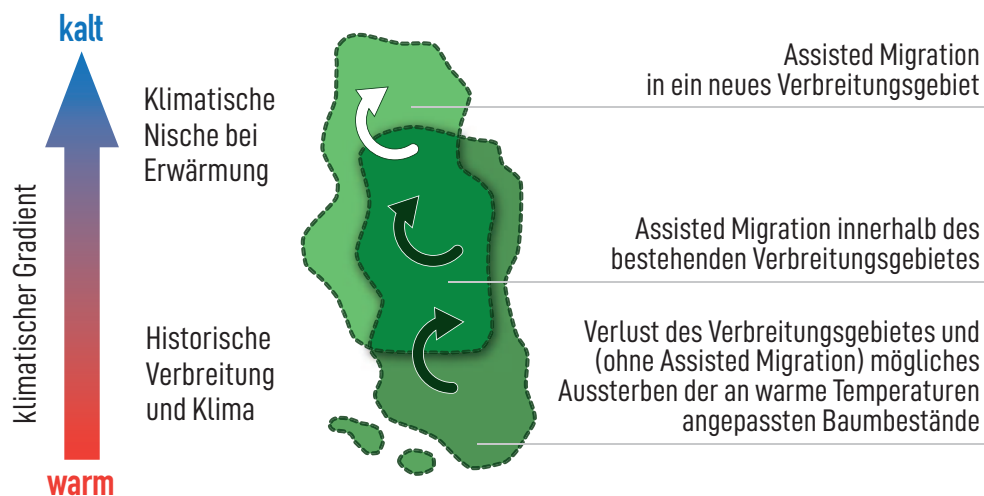
SUSTREE-Empfehlungen zu „Assisted Migration“

Im Rahmen des vom BFW koordinierten INTERREG-Projekts SUSTREE wurden insbesondere die Maßnahmen der ersten Verteidigungsstrategie untersucht. Dazu arbeiteten sieben Forschungseinrichtungen aus Ländern Mitteleuropas zusammen, um konkrete Empfehlung zum Transfer von Forstsaatgut auch über Län-

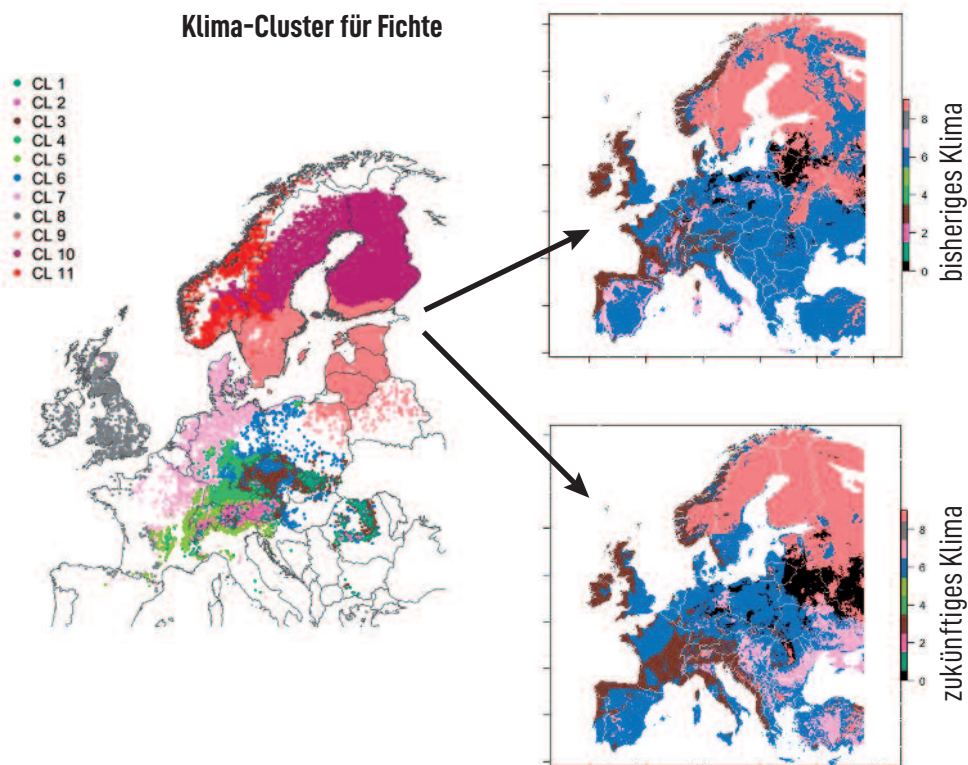
dergrenzen hinweg geben zu können. Erstmals konnte eine große europaweite Datenbank mit Ergebnissen von Herkunftsversuchen erstellt werden, in denen Daten von 587 Versuchsflächen von sieben wichtigen Baumarten gesammelt wurden. Die Messergebnisse von hunderttausenden Bäumen der Baumarten Fichte, Buche, Traubeneiche, Stieleiche, Waldkiefer, Lärche und Tanne waren die Basis für Modelle, welche die Wüchsigkeit der Herkünfte in Abhängigkeit des Standortsklimas und des Klimas des Herkunftsgebietes abbilden. Diese Modelle sind die Basis für Herkunftsempfehlungen im Klimawandel.

Unterteilt man das aktuelle Verbreitungsgebiet der jeweiligen Baumart mittels Clusteranalysen in Herkunftszonen mit annähernd gleichem Klima (Abbildung 3), kann man für jede Herkunftsgruppe das Wuchsverhalten über ganz Europa bei verschiedenen Klimaszenarien abschätzen. Die daraus resultierenden Karten zeigen, welche Herkunftsgruppe in welcher Region Europas in Zukunft am besten wachsen würde. Für die Baumart Fichte zeigt sich beispielsweise, dass für Österreich in Zukunft am besten Herkünfte aus den kontinentalen Gebieten Polens und den Karpaten am geeignetsten sind (Zonen 3-braun und 6-blau). In Mittel- und Nordskandinavien weisen hingegen Herkünfte aus Südsandinavien (Zone 9-rosa) die beste Wüchsigkeit auf und im Baltikum und Weißrussland kann in weiten Teilen auf die lokalen Herkünfte gesetzt werden (=schwarz markiert).

Mit den nun vorliegenden Ergebnissen für „Assisted Migration“ liegen für Europa die ersten länderübergreifenden wissenschaftlichen Empfehlungen vor. Die Umsetzung dieser Empfehlungen für Waldbewirtschaftler steht allerdings noch vor praktischen und gesetzlichen Hürden. Die europäische Richtlinie über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut (1999/105/EG) bildet nur einen groben Rahmen, in dem sich



▲
Abbildung 2: Schematische Darstellung von „Assisted Migration“ nach Aitken & Bemmels (2015). Die Fläche stellt das aktuelle Verbreitungsgebiet einer Baumart entlang eines klimatischen Gradienten (Temperatur) dar. Durch die Änderung der Temperaturen werden warme Regionen zu heiß für die Baumart und sie verliert einen Teil ihres Areals. In kälteren Regionen erweitert sich dagegen das Verbreitungsgebiet. Ohne menschliche Unterstützung würden die an das warme Klima angepassten Baumbestände und Herkünfte aussterben und alle Bestände erleben eine Erwärmung. Eine vorausschauende „Assisted Migration“ trägt dazu bei, die lokalen Anpassungen zu erhalten und in eine bessere Übereinstimmung mit der erwarteten Klimazukunft zu bringen.



◀
Abbildung 3:
Die linke Abbildung zeigt das Vorkommen der Fichte in Europa, unterteilt in Herkunftsregionen mit ähnlichem Klima. Die rechten Abbildungen zeigen, welche Gruppen von Herkünften am besten unter dem bisherigen und zukünftigen Klima geeignet sind.

Linktipps

Klimaforschungswald Matzen: www.klimaforschungswald.at

Projekt Waldwandel: www.dafne.at in Suche → Waldwandel eingeben

Projekt SUSTREE: www.interreg-central.eu/Content.Node/SUSTREE.html

SUSTREE-App: <https://bit.ly/2ZdCHpE>

Projekt Alptrees: www.alpine-space.eu/projects/alptrees/en/home

Literatur

Aitken, S.N., Bemmels, J.B.
2015. Time to get moving:
assisted gene flow of forest
trees. Evolutionary
Applications.

die nationalen Gesetze bewegen müssen. Die auf der Richtlinie aufbauenden nationalen Gesetze handhaben die Verbringung von Saatgut in und aus den Nachbarländern sehr unterschiedlich und einige davon sehr restriktiv. Doch auch wenn die nationalen Gesetze, wie zum Beispiel das österreichische forstliche Vermehrungsgutgesetz Saat- und Pflanzgut aus den geeignetsten Regionen prinzipiell erlauben, fehlen derzeit oft noch die wirtschaftlichen Kooperationen im Saatgutsektor, um die Bereitstellung des besten Vermehrungsguts für den Klimawandel zu sichern.

Neue Baumarten

In einigen Regionen Österreichs ist nicht nur die Fichte bedroht, sondern Schädlinge und Dürre gefährden fast alle heimischen Baumarten. Um das einge-

schränkte Spektrum heimischer Baumarten zu erweitern, arbeitet das Institut für Waldbau und Waldwachstum des BFW auch hier an neuen Projekten, Versuchen und Empfehlungen.

Wichtiges Ziel der neuen Forschungsvorhaben ist es, nicht ausschließlich die Wuchsleistung der nicht-heimischen Baumarten zu bewerten, sondern auch deren Beitrag zur Erfüllung wichtiger Waldfunktionen sowie die mit den neuen Arten verbundenen Risiken für heimische Ökosysteme. So wird seit 2019 der Klimaforschungswald in Matzen im östlichen Weinviertel angelegt, um die Eignung verschiedener heimischer und nicht-heimischer Baumarten auf trockenen Standorten zu testen. In der Projektkooperation „Waldwandel“ werden gemeinsam mit dem Umweltbundesamt die Chancen und Risiken nicht-heimischer Baumarten für das gesamte Bundesgebiet bewertet und die Ergebnisse als übersichtliche Karten aufbereitet. Zudem koordiniert das BFW im Projekt ALPTREES gemeinsam mit Forschungseinrichtungen aus dem Alpenraum eine transnationale Strategie für den Umgang mit nicht-heimischen Arten.



Hilfe für den Wald in der Klimaerwärmung

Klimawandel findet statt. Mit der richtigen Pflege können unsere Wälder einen wesentlichen Teil zur Anpassung beitragen. Doch viele Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer sind ratlos. Auf einer neuen Internetplattform bietet das Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) nun praxisnahe Unterstützung an.

HEINO KONRAD, LAMBERT WEISSENBACHER, JAN-PETER GEORGE,
MARCELA VAN LOO, THOMAS GEBUREK

Klimawandel und Waldgenetik: Ergebnisse und Lösungen für die Zukunft

Der Klimawandel hat in einigen Regionen Österreichs bereits zu dramatischen Entwicklungen im Wald geführt. Was kann die Waldgenetik tun, um die Bewirtschafter bei ihren Planungen zu unterstützen?

Die klimatischen Änderungen, die weltweit und in Österreich in den letzten Jahren immer stärker zu spüren sind, lassen sich nicht länger wegleugnen. Extreme Wetterereignisse, Stürme und lange Trockenperioden, gefolgt von Starkregenereignissen sowie das Ausbleiben von Frost im Winter haben dauerhafte Spuren in den Wäldern Österreichs hinterlassen. Besonders die dadurch ausgelöste Borkenkäfer-Plage hat im Norden Österreichs das Waldbild dauerhaft verändert – die Fichte wird dort künftig nicht mehr die Rolle wie noch vor wenigen Jahren spielen können. Waldbewirtschafter sind großen Unsicherheiten ausgesetzt: Welche Baumarten können das ökologische Gleichgewicht im Wald aufrecht erhalten? Gleichzeitig muss der Wald der Zukunft auch seine wirtschaftliche Funktion erfüllen.

Nicht heimische Baumarten verwenden?

Sehr intensiv wird derzeit die Einbringung von neuen Baumarten diskutiert und auch propagiert. Viele dieser Baumarten müssen allerdings erst einmal in Anbauversuchen gründlich untersucht werden, um ihre Anbaueignung auch eindeutig nachweisen zu können. Dazu kommt noch, dass die Gewinnung und Inverkehrbringung von Vermehrungsgut

dieser Baumarten in den meisten Fällen nicht im entsprechenden Gesetz geregelt sind. Oft gibt es keine Sicherheit in Hinblick auf die genaue Herkunft (Qualität des Mutterbestandes) und die genetische Vielfalt darin – beides Eigenschaften, die für die Leistung am jeweiligen Standort und die langfristige Einbringung dieser Baumarten von entscheidender Bedeutung sind. Davon abgesehen sind die ökologischen Auswirkungen auf die vorhandene Biozönose ebenso noch weitestgehend unbekannt, einige dieser Baumarten können als invasive Neophyten angesehen werden, wie z.B. der Blauglockenbaum und der Götterbaum.

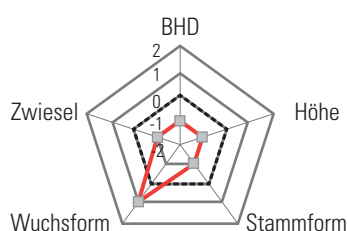
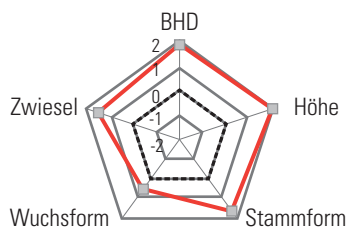
Viel aussichtsreicher und ökologisch verträglicher ist die Einbringung von Herkunftstypen der heimischen Baumarten, die an die kommenden Klimabedingungen besser angepasst sind als die derzeit vorhandenen Bestände. Hier kann die Waldgenetik entscheidende Hilfestellung

▼
Aussichtsreicher und ökologisch verträglicher ist die Einbringung von Herkunftstypen der heimischen Baumarten, die an die kommenden Klimabedingungen besser angepasst sind als die derzeit vorhandenen Bestände.

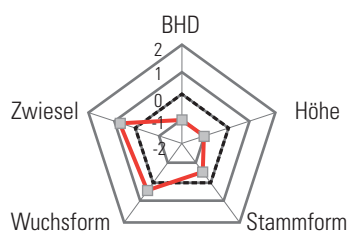
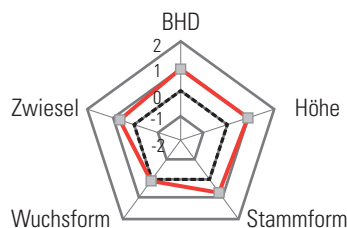
Foto: BFW/A. Walli



Linz



Klagenfurt



am Versuchsstandort Weyerburg, sowie 6 x Traubeneiche) an fünf Versuchsstandorten in Österreich angepflanzt. Die Messungen nach zehnjährigem Wachstum auf den Flächen zeigten gravierende Unterschiede zwischen den untersuchten Herkünften. Insbesondere konnte aber gezeigt werden, dass das österreichische Material den internationalen Vergleich nicht zu scheuen braucht. Die Herkünfte Linz, Klagenfurt und Luisen zeigten auf allen Versuchsstandorten überdurchschnittlich gute Wuchs- und Formeigenschaften (Abbildung 1). Die weiteren Details und Ergebnisse sollen an anderer Stelle ausführlich dargestellt werden.

Wichtig ist es hier festzuhalten, dass es in Österreich qualitativ hochwertige Herkünfte gibt – ein Problem ist allerdings die Bereitstellung der entsprechenden Herkünfte als Vermehrungsgut für die forstliche Praxis. Aufgrund von ausbleibenden Vollmasten, aber auch wegen logistischer Probleme bei der Beerntung ist von den betreffenden Herkünften leider zu wenig Material am Markt verfügbar. Generell wird von den Eichen viel Vermehrungsgut importiert. Wie auch bei anderen Baumarten soll dieses Problem über die Anlage von nationalen Samenplantagen gelöst werden. Hier kann durch optimale Pflege und einfachere Beerntung eine große Menge Saatgut produziert werden; bei der Anlage werden auch die neuesten Züchtungsergebnisse berücksichtigt, das heißt, in den Nachkommen ist mit noch besserer Wachstumsleistung und besseren Formeigenschaften zu rechnen.

Eine importierte Baumart mit Anbautradition in Europa – die Douglasie

Die Douglasie ist eine aus dem Pazifischen Westen Nordamerikas eingeführte Baumart, die sich in den gemäßigten Breiten Europas bestens bewährt hat. Auf geeigneten Standorten und bei der richtigen Herkunft übertrifft die Douglasie im Zuwachs die Fichte bei

▲
Abbildung 1:
Wuchseigenschaften der Herkünfte Linz und Klagenfurt im Herkunftsversuch.

Die strichlierte Linie stellt den Mittelwert über alle Herkünfte dar.
Oben: Abweichung vom Mittelwert;
unten: Streuung der Werte über die einzelnen Versuchsflächen. Beide Herkünfte zeigen überdurchschnittliche Werte in den wichtigsten Merkmalen bei gleichzeitig geringer Variation zwischen den Versuchsstandorten.

Graphik: BFW/J. P. George

leisten. Im Folgenden werden einige neuere Forschungsergebnisse präsentiert, die eine wichtige Entscheidungshilfe im Klimawandel leisten können.

Heimische Eichen im Dauertest

Die Eichen als tiefwurzelnde, trockenverträgliche und ökologisch sehr wichtige Baumarten, die noch dazu Wertholz produzieren, sind Hoffnungsträger im Klimawandel. Die Vorzüge der deutschen Traubeneichen- und slawonischen Stieleichen-Herkünfte sind in der forstlichen Literatur ausführlich dargelegt. Die Wuchseigenschaften und Leistungsmerkmale der österreichischen Eichenherkünfte waren aber in der Vergangenheit kaum untersucht worden. Daher wurde am Institut für Waldgenetik des BFW ab dem Jahr 2006 mit der Anlage von Eichenherkunftsversuchen begonnen; das Hauptaugenmerk dabei lag auf der Baumart Stieleiche, einige Traubeneichen-Herkünfte wurden aber auch mit einbezogen (siehe auch BFW-Dokumentation 13/2010).

Insgesamt wurden dabei 22 Herkünfte (15x Stieleiche + 1 lokale Herkunft

weitem und gilt als deutlich resistenter gegen Trockenheit. Der Douglasienanbau in Österreich geht bis in das ausgehende 19. Jahrhundert zurück. Schon fast seit 50 Jahren beschäftigt sich das Institut für Waldgenetik des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) damit, Herkünfte aus dem riesigen Verbreitungsareal der Douglasie auf ihre forstliche Verwendung in Österreich zu prüfen (Abbildung 2). Dazu wurden über 60 Versuchsflächen mit fast 200 Herkünften aus Nordamerika, vorwiegend aus den US-Bundesstaaten Washington und Oregon, sowie aus der kanadischen Provinz British Columbia und Vancouver Island, und mit 14 Herkünften aus Europa (davon fünf Einzelbaumbearntungen) angelegt und auf die Anbaueignung geprüft. Generell haben sich dabei die Herkünfte der „grünen Douglasie“ aus den Westkaskaden Washingtons und Oregons sowie Herkünfte aus dem klimatischen Einflussbereich des Columbia Rivers östlich des Kaskadenkammes als für Österreich sehr gut geeignet erwiesen.

Durch den Klimawandel ist es allerdings in Österreich zu regional deutlich geringeren Winterniederschlägen gekommen, was der Douglasie nicht sehr zuträglich ist. Je nach Standort kann es dadurch zu Frostrocknis und Absterben ganzer Bestände kommen. Daher sollen in Zukunft auch die südlicheren Herkünfte aus Kalifornien intensiver untersucht werden – sie könnten an das künftig stärker kontinental geprägte Klima im Norden und Osten Österreichs besser angepasst sein.

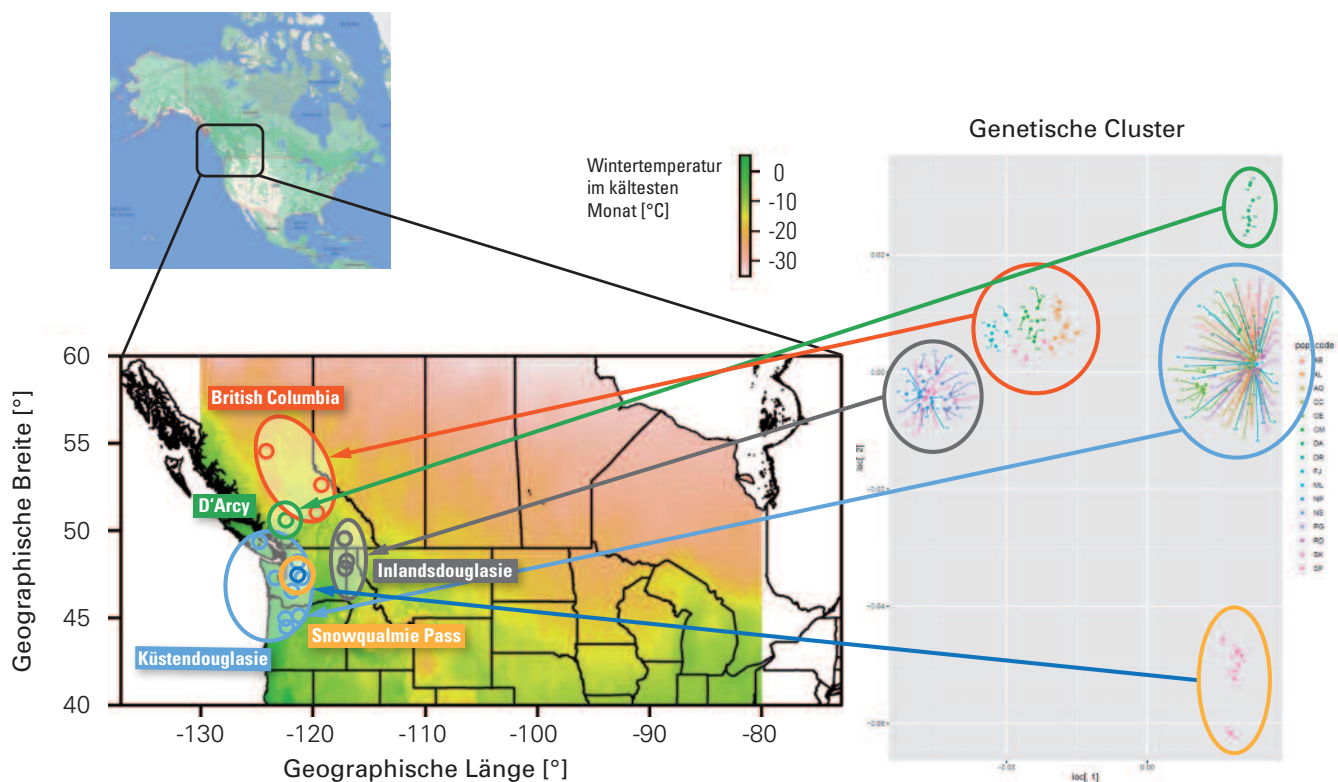
Zu bemerken ist auch hier, dass es Engpässe in der Versorgung mit dem geeigneten Vermehrungsgut gibt: Noch immer wird ein Großteil des Saatgutes aus Amerika eingeführt. Eigene Ernten in Österreich zeigen in der Regel deutlich niedrigere Keimprozentage als im Ursprungsgebiet; neue Erkenntnisse zeigen, dass dies nicht nur mit klimatischen Faktoren zusammenhängt, sondern dass auch die Größe der Erntebestände einen deutlichen Einfluss auf die Qualität des Saatgutes hat. Als bestandesbildende

Herkunft Adams Lake, SZ 3040, British Columbia/CA

Herkunft Mineral, SZ 422, Washington/US



◀
Abbildung 2:
Die Wahl der richtigen Herkunft entscheidet über den wirtschaftlichen Erfolg einer Aufforstung. Die Markierungen zeigen die Grenze zwischen den Herkünften.
Vordere Bildhälfte links: Herkunft Adams Lake, Provinz British Columbia/CN, vordere Bildhälfte rechts: Herkunft Mineral, BS Washington/USA).
Foto: BFW/L. Weißenbacher



▲
Abbildung 3:
Moderne genetische
Verfahren erlauben die
herkunftsweise
Zuordnung einzelner
Pflanzgutpartien. Hier am
Beispiel verschiedener
Herkünfte der Douglasie
im Ursprungsgebiet.
Graphik: BFW/J. P. George

Baumart reagiert die Douglasie sehr empfindlich auf Inzuchteffekte, deshalb ist bereits eine hohe genetische Vielfalt im Ausgangsbestand wichtig. Es wird daher empfohlen, keine Bestände zu beerten, die weniger als 100 Individuen aufweisen.

Umso wichtiger ist es auch bei der Douglasie, die Herkunftssicherheit für den Endabnehmer sicherstellen zu können. Mit den neuen genetischen Verfahren wie z.B. SNPs-Analysen wird die Herkunftsidentifikation eindeutig verbessert (Abbildung 3).

Der Brotbaum in Nöten – die Fichte

Die Fichte ist nach wie vor die häufigste, ökologisch und ökonomisch wichtigste Baumart in Österreich und wird dies auch bleiben. Aufgrund der guten Massenleistung und stabilen Form ist sie der Brotbaum der heimischen Forst- und Holzwirtschaft. In den besonders von Trockenheit betroffenen Regionen Österreich (Norden und Nordosten) kommt sie allerdings an ihre physiologische Grenze und wird dort in Zukunft nur noch eine untergeordnete Rolle spielen.

Genetische Untersuchungen zeigen, dass die Fichte über eine ausgesprochen große genetische Vielfalt verfügt, die es ihr ermöglicht, eine sehr große Amplitude von Standorten zu besiedeln. Die derzeit laufende Borkenkäfer-Gradation zeigt aber auch die Grenzen der Anpassung dieser wüchsigen Baumart auf.

Im Projekt Fichte Plus (mit finanzieller Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union) wurden in den besonders borkenkäfergeschädigten Gebieten gezielt Fichten gesucht, die vom Käfer nicht befallen und vital waren. Bisher konnten so 240 ausgewählte Bäume identifiziert werden (Abbildung 4a). Von allen Bäumen wurden Reiser für die Veredlung und wo möglich auch Saatgut gewonnen, um diese Individuen langfristig zu sichern und ihre Resistenz gegen abiotische und biotische Schadfaktoren in weiteren Untersuchungen austesten zu können (Abbildung 4b). Ziel dabei ist es, besonders trockenresistente Individuen auszulesen und so die Basis für weitere Züchtungsmaßnahmen zu schaffen, um die Fichte an die künftigen Klimabedingungen bestmöglich anzupassen.



Der digitalisierte Wald – Herkunftssicherheit und optimierte Herkunftswahl

Das Wissen um den Wald, dass sich in den letzten Jahrzehnten durch die umfangreiche Forschungstätigkeit in vielen Bereichen (Waldbau, Bodenkunde, Forstschutz, Fernerkundung, Genetik,...) angesammelt hat, wird künftig dazu beitragen, die Waldbewirtschaftung möglichst optimal zu gestalten. Dies ist auch eine Notwendigkeit in Zeiten des rasch fortschreitenden Klimawandels, um die vielfältigen Waldfunktionen auch in Zukunft erhalten zu können. Die bereits für einige Bundesländer durchgeführte Typisierung der Waldstandorte hinsichtlich Bodeneigenschaften wird in Zukunft die Grundlage für die Auswahl der richtigen Herkunft liefern. In Kombination dieser Standortdaten mit den Wuchsdaten der verwendeten Herkünften, welche wiederum durch moderne Verfahren der Fernerkundung erhoben werden können, könnte für jeden Standort die optimale Herkunft bzw. die optimalen Herkünfte bestimmt

werden. Das bedeutet, es könnten sehr genaue, konkret auf den Bestand bezogene Herkunftsempfehlungen abgeleitet werden. Die Waldbewirtschaftung würde davon sehr profitieren. Grundlage dafür ist allerdings einerseits die präzise Erhebung der Forstbetriebe, welche Herkunft wo gepflanzt wurde, andererseits aber auch die Herkunftssicherheit des verwendeten Vermehrungsgutes. Letztere könnte über einen dem Pflanzgut beigefügten genetischen Identitätsnachweis (von unabhängiger Stelle geprüft) sichergestellt werden.

Gemeinsam können also Forschung und Praxis in Zukunft viel dazu beitragen, den Wald klimafit und vital zu erhalten. Von beiden Seiten braucht es aber die Bereitschaft, an den Lösungen gemeinsam zu arbeiten – Forscher müssen mit praxistauglichen Konzepten überzeugen, aktive und innovative Waldbewirtschafterinnen und Waldbewirtschafter müssen wiederum ausgetretene Pfade verlassen, damit sie in Zukunft einen deutlichen Mehrwert erwirtschaften können.

▲
Abbildung 4:
Im Projekt FichtePlus werden trockenresistente Fichten gesucht und vermehrt.

Abbildung 4a, links: Eine ausgewählte PlusFichte aus der Forstverwaltung Maissau, nahe dem Manhartsberg.

Foto: BFW/F. Irauschek

Abbildung 4b, rechts: Angewachsene Veredelung einer PlusFichte, 6-7 Monate nach der Beerntung.

Foto: BFW/T. Thalmayr

Dr. Heino Konrad,
Ing. Lambert Weißenbacher,
Dr. Jan-Peter George,
Mag. Dr. Marcela van Loo,
Univ.-Prof. Dr. Thomas Geburek,
Institut für Waldgenetik,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
heino.konrad@bfw.gv.at

Waldstandorte im Klimawandel

Linktipps

www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/anpassungsstrategie/oeks15.html



Abbildung 1:
Regionale Risiko-
bewertung für Fichte

Unsere Waldstandorte sind äußerst vielfältig und bieten unterschiedliche Wachstumsbedingungen, die bei der Baumartenwahl im Lichte des Klimawandels noch stärker als bisher zu beachten sind. Moderne Ansätze in der Standortkunde, aber auch traditionelle Werkzeuge sind unerlässliche Grundlagen für eine klimafitte Baumartenwahl.

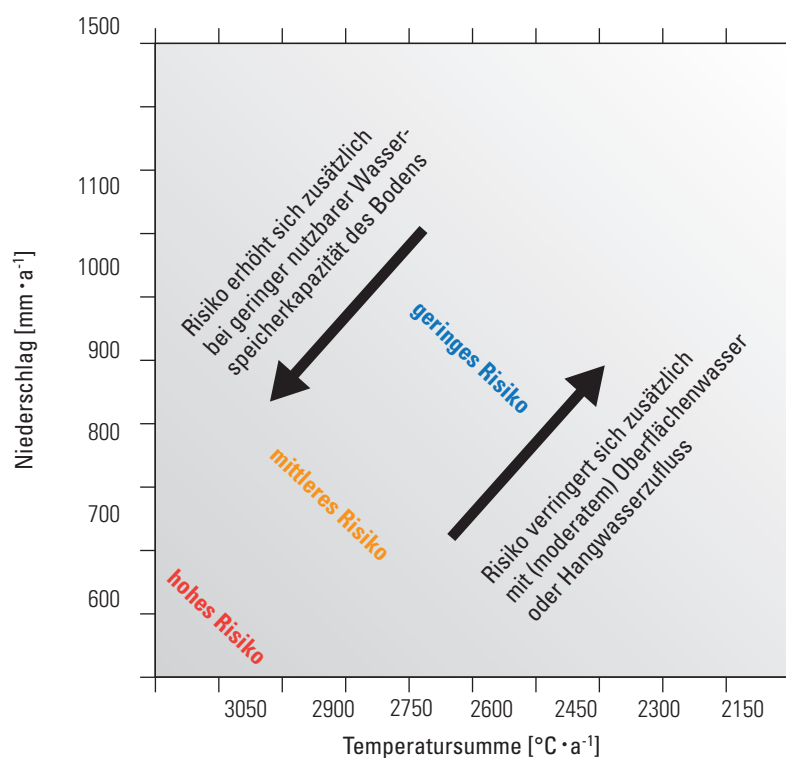
Österreichs Waldstandorte bieten unterschiedlichste Wachstumsbedingungen. Ausschlaggebend sind die Geologie, das Relief und eine regional sehr differenzierte Niederschlagsverteilung. Aus der Kombination dieser Standortfaktoren sind verschiedenste Bodentypen mit

unterschiedlichen Eigenschaften hervorgegangen. Das natürliche Spektrum dieser Böden umfasst flach- und tiefgründige Böden, leichte und schwere Bodenarten (Sand, Schluff, Ton), nährstoffarme und nährstoffreiche Böden beziehungsweise stark saure Böden und Böden mit neutralem pH-Wert.

Beachtenswert ist, dass manche unserer Waldböden auch durch historische Waldnutzungen regional unterschiedlich geprägt sein können, deren Auswirkungen heute noch spürbar sind. Standortkundliche Kenntnisse sind wichtige Planungsgrundlagen für die forstliche Praxis, insbesondere für die Baumartenwahl im Lichte des Klimawandels. Da die Klimaänderung derart rasch voranschreitet, muss dieser Umstand in der forstlichen Planung unbedingt berücksichtigt werden (Abbildung 1).

Klimaszenarien

Die ÖKS 15-Klimaszenarien für Österreich zeigen hochauflösende Prognosen für alle Bundesländer für die nahe Zukunft (bis zum Jahr 2050) und für die ferne Zukunft (bis zum Jahr 2100). Für die Jahresmitteltemperatur wird eine deutliche Zunahme bereits in der nahen Zukunft um ca. 1,3 °C vorhergesagt. Bis zum Jahr 2100 liegt die Temperaturzunahme je nach unterstelltem Szenarium zwischen 2,3 °C und 4 °C. Die prognostizierte Veränderung des Jahresniederschlags ist regional unterschiedlich und nimmt bis 2100 um 7 bis 8 % zu. Dabei ist aber anzumerken, dass in vielen Regionen der meiste Niederschlag außerhalb der Vegetationszeit prognostiziert wird.



Auswirkung auf den Standort

Eine höhere Temperatur führt bei annähernd gleichbleibendem Niederschlag zu einem erhöhten Abbau der organischen Substanz im Waldboden durch verstärkte Mineralisation. Dieser allmähliche Humusverlust macht sich vor allem auf Kalkböden im alpinen Gelände bemerkbar. Im Kalkalpin konnten auf den deutschen Dauerbeobachtungsflächen im Zeitraum von 1987 bis 2011 Humusverluste von 14 % festgestellt werden (Prietz, 2013; Kirk, 2016). Auch großflächige Störungen wie zum Beispiel Windwürfe können große Kohlenstoffverluste verursachen. Kahl- und Verjüngungsflächen werden unmittelbar nach einer Störung zu Kohlenstoffquellen, dieser Effekt kann im Kalkalpin bis zu zehn Jahre nach einer großflächigen Störung andauern (Matthews et al., 2017). Auf solchen sensiblen Kalkstandorten sind folgende Maßnahmen empfehlenswert:

- Vermeidung von verlichteten und einschichtigen Beständen
- Vermeidung von Kahlschlägen
- dichte Bestockung von Kahlflächen innerhalb von fünf Jahren nach der Störung
- Verwendung von standortsgerechten Baumarten
- Schaffung einer vielfältigen Bestandesstruktur

Veränderungen im Bodenwasserhaushalt sind weitere Herausforderungen bei der Baumartenwahl in Klimawandel. Durch die Temperaturzunahme kommt es bei gleichbleibenden oder abnehmenden Niederschlag in der Vegetationsperiode zu mehr oder weniger starkem Wasserstress, verursacht durch erhöhte Verdunstung und/oder durch vermindertes Bodenwasser. Dies kann durch den Standort (Lage, Exposition, etc.) nicht mehr ausgeglichen werden. In den meisten Fällen wird sich der Wasserhaushalt verschlechtern, nur wenige Standorte wie zum Beispiel feuchte bzw. vernässte



Standorte können davon profitieren. Auf Standorten, wo aktuell bereits Trockenstressgefahr besteht, ist besondere Vorsicht bei der Baumartenwahl geboten, vor allem hinsichtlich Fichte.

Standortskunde im Klimawandel

Auf regionaler Basis gibt es bereits viele Richtlinien für die Risikobewertung von Baumarten auf Basis von Klimaparametern, vor allem für Fichte. Jahresniederschlag und Temperatur geben dabei den groben Rahmen vor (wie etwa für Fichte einen Jahresniederschlag von mehr als 600 mm). Standortliche Eigenschaften wie zum Beispiel Zuschusswasser durch Hangwasserzüge können dieses Risiko noch entsprechend verändern.

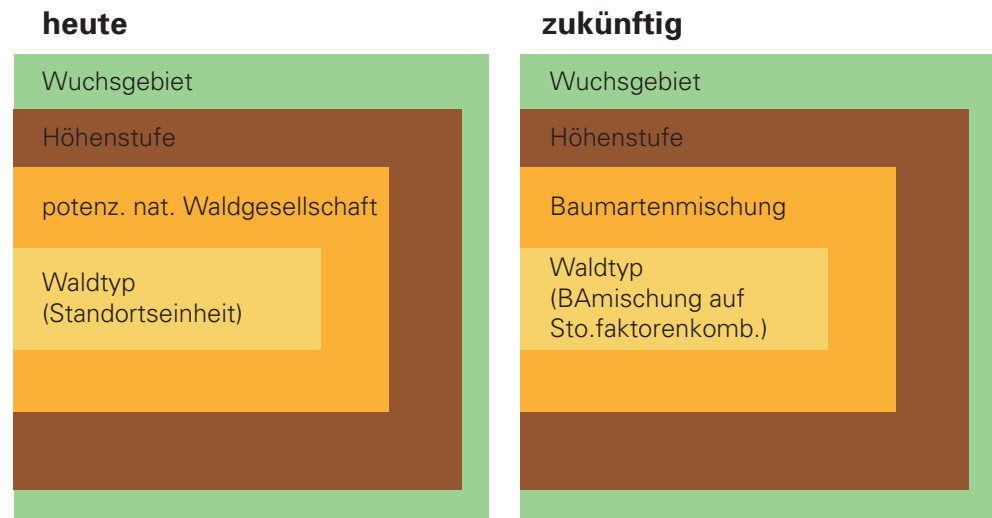
In der klassischen Standortskunde wird das Klima als mehr oder weniger unveränderlich betrachtet und es zählt neben Relief und Geologie zu den „stabilen Standortfaktoren“. Dieser Ansatz ist durch den Klimawandel obsolet geworden, das Klima muss als veränderlich betrachtet werden. Dynamische Kartierungen, die Klimaszenarien einbeziehen und bei denen qualitative Standortmerkmale durch quantifizierbare Parameter ersetzt werden, sind ein vielversprechender neuer Ansatz. Dabei wird



In der traditionellen Standortskunde ist das Klima konstant gehalten. Dieser Ansatz ist durch den Klimawandel obsolet geworden, daher muss auch das Klima als veränderlich betrachtet werden.

Foto: BFW/A. Walli

►
Abbildung 2:
Entwicklung der
Standortsklassifikation



berücksichtigt, dass sich ein Standort während des forstlichen Planungszeitraums (Umtrieb) auch verändern kann bzw. dass im Laufe der Zeit auch Standortverhältnisse auftreten können, die wir derzeit so nicht kennen. Diese dynamische Planung ist für die Wahl „klimafitter“ Baumarten von großer Bedeutung (Abbildung 2). Besonders auf Standorten, wo der Klimawandel zu extremen Wachstumsbedingungen (zum Beispiel Trockenstress) führt und wo möglicherweise auch auf nicht heimische Baumarten zurückgegriffen werden muss, ist dies äußerst bedeutsam.

Die herkömmlichen standortkundlichen Werkzeuge, die ein konstantes Klima voraussetzen wie Standortskar-

tierung und Wuchsgebietsgliederung, können aber auch noch wertvolle Grundlagen für die Baumartenwahl im Klimawandel liefern. Geologie, Relief und aktuelle Klimaparameter lassen zusammen mit den oben erwähnten Klimaszenarien künftige Standortverhältnisse erkennen. Auch die potenzielle natürliche Waldgesellschaft, deren Konzept durch den Klimawandel überholt ist, liefert noch Hinweise wie beispielsweise die Wuchsrelationen zwischen den Baumarten. Einfach zu erhebende geländebodenkundliche Befunde, wie zum Beispiel Gründigkeit, Fingerprobe, Spatenprobe und dergleichen, sind weitere wichtige Hilfsmittel.

Autoren:
Dr. Ernst Leitgeb,
Dr. Michael Englisch,
Institut für
Waldökologie und Boden,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
ernst.leitgeb@bfw.gv.at



BFW WEB-Shop

Besuchen Sie unser WEB-Shop – Sie können unsere Publikationen bequem bestellen oder kostenlos als PDF herunterladen.

www.bfw.ac.at/webshop



BERNHARD PERNY, THOMAS L. CECH, GERNOT HOCH

Auch der Wald der Zukunft wird nicht frei von Schädlingen sein

Die letzten Jahre führten in vielen Teilen Österreichs die Wirkungen des Klimawandels drastisch vor Augen. Erhöhte Temperaturen und ausbleibende Niederschläge brachten besonders die Fichte massiv unter Druck – der Buchdrucker zeigt sich als Initiator des im Zuge des Klimawandels notwendigen Waldumbaus.

Neben dem Einsatz heimischer Mischbaumarten werden zwei weitere Strategien als notwendig angesehen: Die Einbringung von Herkunftsorten heimischer Baumarten aus wärmeren, trockeneren Regionen (assisted migration) und der Einsatz nicht-heimischer Baumarten (siehe Artikel Buchacher et al., Seite 3).

Es empfiehlt sich ein Blick aus der Sicht des Waldschutzes, um damit ver-

bundene Risiken besser abschätzen zu können. Zwei Aspekte sind besonders zu beachten: Nicht-heimische Baumarten können von bei uns heimischen Schadorganismen befallen werden oder neue Schadorganismen aus dem Heimatgebiet mitbringen. Und nachdem Waldumbau auch mit intensivem Austausch von Pflanzenmaterial verbunden ist, kann dies zur Quelle für die Verschleppung von Schadorganismen werden.

Nicht-heimische Baumarten

Nicht selten entdecken heimische Insekten oder Krankheitserreger eine neu eingebrachte Wirtsbaumart für sich. Je größer die Anbaufläche neuer Baumarten ist, desto mehr steigt die Wahrscheinlichkeit für solche neue Verbindungen. Dabei kann es zu unerwar-



Abbildung 1:
Der Sechszähnlige Kiefernborke n k ä f e r (*Ips acuminatus*) hat auch die Douglasie als Wirtsbaum entdeckt. Unter der Rinde im Wipfelbereich finden sich Brutsysteme des Sechszähnligen Kiefernborke n k ä f e r s.





▲
Abbildung 2:
Der erfolgreiche
Borkenkäfer-Befall macht
klar: Auch Hoffnungs-
träger für einen klima-
bedingt notwendigen
Waldumbau wie die
Douglasie müssen
kritisch betrachtet
werden.

teten Folgen kommen, denn Schädling und Wirtsbaum haben keine gemeinsame Vergangenheit, haben sich also nicht über Generationen aneinander angepasst. Darüber hinaus sind die neuen Baumarten in ihrem Heimatgebiet jeweils auch Wirte für eine Vielzahl von Insekten und Krankheitserregern. Diese können mit den Baumarten in die neuen Anbaubereiche gelangen, wo dann auch ein Wechsel auf andere, heimische Baumarten mit wieder unvorhersehbaren Wirkungen möglich ist.

Die Douglasie hat bereits eine längere Geschichte des Anbaus in Europa. Entsprechend gibt es gut dokumentierte Beobachtungen biotischer

Schäden (Tabelle 1). Einige bedeutende Schadorganismen wurden aus dem Heimatgebiet nach Europa verschleppt, wie etwa die Erreger der beiden Nadel-schütte-Krankheiten *Phaeocryptopus ga-eumannii* und *Rhabdocline pseudotsugae*. Seit 2015 breiten sich die Douglasien-gallmücken *Contarinia pseudotsugae* und *C. cuniculator* in Europa aus, die starke Nadelverluste verursachen können. In Österreich wurden die Gallmücken bis-lang noch nicht festgestellt, es ist aber jederzeit mit ihrem Eintreffen zu rech-nen. Darüber hinaus erwies sich die Douglasie als interessant für eine Reihe heimischer Borkenkäferarten, die nor-malerweise andere Nadelhölzer als Wirte nutzen. Befall durch die sonst an Fichte brütenden Kupferstecher und Buchdrucker ist dokumentiert. Im ver-gangenen Jahr wurde erfolgreicher Befall durch den Sechszähligen Kiefern-borkenkäfer beobachtet, wobei eine Schwächung durch abiotische Faktoren, wie Frost oder Trockenheit dem Käfer-befall vermutlich vorausging. Bei starkem Auftreten sind waldhygienische Maß-nahmen angeraten. Bemerkenswert ist auch ein 2019 in Niederösterreich fest-gestelltes Absterben vom Wipfel her, bei dem der Pilz *Diplodia sapinea*, der Er-reger des Kiefernrtriebsterbens, nachge-wiesen wurde. Mit zunehmendem An-bau der Douglasie müssen wir wohl auch mit zunehmendem Auftreten bis-lang noch nicht beobachteter Schädlinge an diesem Wirt rechnen.

Menschlich unterstützte Ausbreitung von Schadorganismen

Ein invasiver Schadorganismus breitet sich von seinem Befallsgebiet durch natürliche Verbreitung entlang der Front aus. Weitere Sprünge in das bislang befallsfreie Gebiet sind meist mit menschlichen Transportaktivitäten verbunden. So können neue, sogenannte Satellitenpopulationen entstehen, von denen eine weitere Verbreitung ausgeht. Wie die

Art	Herkunft	Wirtsbaumarten
Pilze		
<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>	Nordamerika	Douglasie
<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	Nordamerika	Douglasie
<i>Phomopsis coniferarum</i>	Nordamerika	Douglasie, Lärche, Fichte, Tanne, Kiefer
<i>Botrytis cinerea</i>	Europa	Nadelholz
<i>Armillaria</i> sp.	Europa	Nadelholz, Laubholz
<i>Heterobasidion annosum</i>	Europa	Nadelholz
Insekten		
<i>Gillettella cooleyi</i>	Nordamerika	Douglasie
<i>Leptoglossus occidentalis</i>	Nordamerika	Nadelholz
<i>Pityogenes chalcographus</i>	Europa	Fichte, andere Nadelhölzer
<i>Pityophthorus pityographus</i>	Europa	Fichte
<i>Ips acuminatus</i>	Europa	Kiefer
<i>Pityokteines spinidens</i>	Europa	Tanne
<i>Ips typographus</i>	Europa	Fichte, (Kiefer)
<i>Hylobius abietis</i>	Europa	Nadelholz

Erfahrung zeigt, nimmt Pflanzgut dabei eine sehr wichtige Rolle ein.

Ein besonderes Beispiel stellt die weltweite Verschleppung von *Phytophthora* dar. Diese Krankheitserreger zerstören meist Wurzeln oder den Stamm oft erst Jahre nach dem Auspflanzen der (optisch gesunden) Pflanzen. Mit dem steigenden weltweiten Pflanzenhandel werden laufend neue *Phytophthora*-Arten nach Europa eingeschleppt, denen die europäischen Baumarten weitgehend wehrlos gegenüber stehen. *Phytophthora* verbreitet sich mit Wasser. In milden Wintern mit Niederschlägen in Form von Regen kann es zur starken Vermehrung der Keime (das sind begeißelte und daher aktiv bewegliche Zoosporen) im Bodenwasser kommen, die große Teile des Feinwurzelsystems eines Baumes zum Absterben bringen können (Beispiele: Eichensterben, Buchensterben). Auch länger andauernde sommerliche Regenperioden können eine explosionsartige Vermehrung der Zoosporen auslösen. Wenn diese durch Überschwemmungen in die Flüsse geraten, können sie Fluss begleitende Baumbestände schnell und effizient infizieren (Beispiel: Erlensterben). Abgesehen von Handelsbeschränkungen kann nur

eine verpflichtende, labortechnische Überprüfung von Pflanzgut unmittelbar vor dem Verkauf dieser Ausbreitung Einhalt gebieten. Die Herstellung von *Phytophthora*-freiem Pflanzgut ist eine Herausforderung, der sich die Pflanzenpro-

▼
Tabelle 1:
In Österreich
beobachtete Schadauf-
treten an Douglasie im
Zeitraum von 1956 bis
2019 (NNEXT impact
database, im Rahmen des
Projektes NNEXT FP
1403; BFW 2018,
aktualisiert 2019)

▼
Abbildung 2:
Gepflanzte Erle mit
Phytophthora-
Wurzelfäule
(*Phytophthora xalni*)



Dipl.-Ing. Bernhard Perny,
Dr. Thomas L. Cech,
Priv.-Doz. Dr. Gernot Hoch
Institut für Waldschutz,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
bernhard.perny@bfw.gv.at

duktion in nächster Zukunft stellen wird müssen.

Diversität als Waldschutzmaßnahme

Es ist leicht ersichtlich, dass alle Maßnahmen, die Wege für die Einschleppung von Schadorganismen schließen, von hervorragender Bedeutung für den Waldschutz sind. Wenn Wirtsbäume (heimisch oder nicht-heimisch) und Schadorganismen (eingeschleppt oder heimisch) neu aufeinandertreffen, besteht eine erfolgversprechende Waldschutzstrategie in der Vielfalt bei Baumarten und Strukturen. Ein spezialisierter

Schädling wird leichter geeignete Wirte und bessere Vermehrungsbedingungen finden, wenn die Wirtsbaumart in hoher Dichte vorkommt. Zusätzlich haben natürliche Gegenspieler von Schädlingen in vielfältigen Beständen häufig bessere Bedingungen als in einförmigen, was auf die Vermehrung der Schädlinge dämpfend wirken kann. Und nicht zuletzt kommt in Mischbeständen ein Versicherungseffekt zum Tragen, sollte eine Baumart durch einen Schadorganismus ausfallen. Gerade wenn der Anbau nicht-heimischer Baumarten geplant ist, sind diese Überlegungen mit einzubeziehen.

NEU!

Der Buchdrucker

Biologie, Ökologie, Management



Herausgegeben von Gernot Hoch, Axel Schopf und Gerlinde Weizer



Der Buchdrucker

Eine neue Publikation gibt detaillierte und verständliche Einblicke in Biologie und Ökologie des momentan schädlichsten Insekts in Österreichs Wäldern.

Strategien des Managements ergänzen das fundierte Fachbuch, das durch Expertinnen und Experten des Bundesforschungszentrums für Wald und der Universität für Bodenkultur zusammengestellt wurde. Das Buch will wissenschaftlichen Ansprüchen genügen, aber in erster Linie für alle am Wald interessierten Leserinnen und Leser verständlich sein.

Gernot Hoch, Axel Schopf, Gerlinde Weizer (2019):
Der Buchdrucker – Biologie, Ökologie, Management.
208 Seiten, ISBN 978-3-903258-28-0, EUR 24,-

Bestellung: www.bfw.ac.at/webshop

CO₂-Einsparung durch den waldbasierten Sektor

Wie können sich der Wald, die Holznutzung und dessen Verwendung in verschiedenster Form auf den CO₂-Gehalt der Atmosphäre auswirken? Dieser Frage sind Forscherinnen und Forscher des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW), der Universität für Bodenkultur (BOKU), Wood K plus und des Umweltbundesamtes im Projekt CareforParis nachgegangen. Besonders interessant ist hier, den Einfluss von Klimawandel und Waldbewirtschaftung zu erkennen.

Ausgehend von den Daten der österreichischen Waldinventur (ÖWI) wurden Simulationsrechnungen mit dem klimasensitiven Waldwachstumsmodell CALDIS für sechs verschiedene Bewirtschaftungsszenarien durchgeführt und die Ergebnisse miteinander verglichen.

Senke oder Quelle?

Der Wald nimmt im Zuge der Photosynthese CO₂ aus der Atmosphäre auf und speichert den Kohlenstoff im Holz. Diesem Zuwachs an Holzsubstanz steht jedoch ein Abgang gegenüber, der sich aus geplanten Nutzungen sowie kalamitäts- und konkurrenzbedingter Mortalität zusammensetzt. Übersteigt der Zuwachs den Abgang, so wird der Holzvorrat im Wald vergrößert, ist der Zuwachs kleiner als der Abgang, dann wird der Holzvorrat geringer. Den größten Anteil am Abgang machen im bewirtschafteten Wald im Normalfall die geplanten Nutzungen aus.

Wird im Wald die Bewirtschaftung eingestellt, dann umfasst der Abgang nur mehr die kalamitäts- und konkurrenzbedingte Mortalität. Daher wird in den

meisten Fällen der Holzvorrat vorerst ansteigen, da in einer solchen Situation der Zuwachs deutlich größer ist als der Abgang. Wenn der Wald dann älter wird, kommt es aber zu einem altersbedingten Zuwachsrückgang, weil gleichzeitig die kalamitäts- und konkurrenzbedingte Mortalität ansteigt. Sobald der Abgang den Zuwachs übersteigt, nimmt der Holzvorrat wieder ab. Sowohl im bewirtschafteten als auch im nicht bewirtschafteten Wald gilt: Immer dann, wenn der Holzvorrat vergrößert wird, fungiert der Wald als CO₂-Senke; wird der Holzvorrat jedoch abgebaut, spricht man von einer CO₂-Quelle.

Zusätzliche Kohlenstoffspeicher

Überlegung zum Wald als CO₂-Senke oder CO₂-Quelle greifen aber zu kurz, wenn sie sich nur auf den stehenden

Detaillierte Informationen zu den Szenarien finden sie in der BFW-Praxisinformation Nr. 51 zu den Ergebnissen von CareforParis

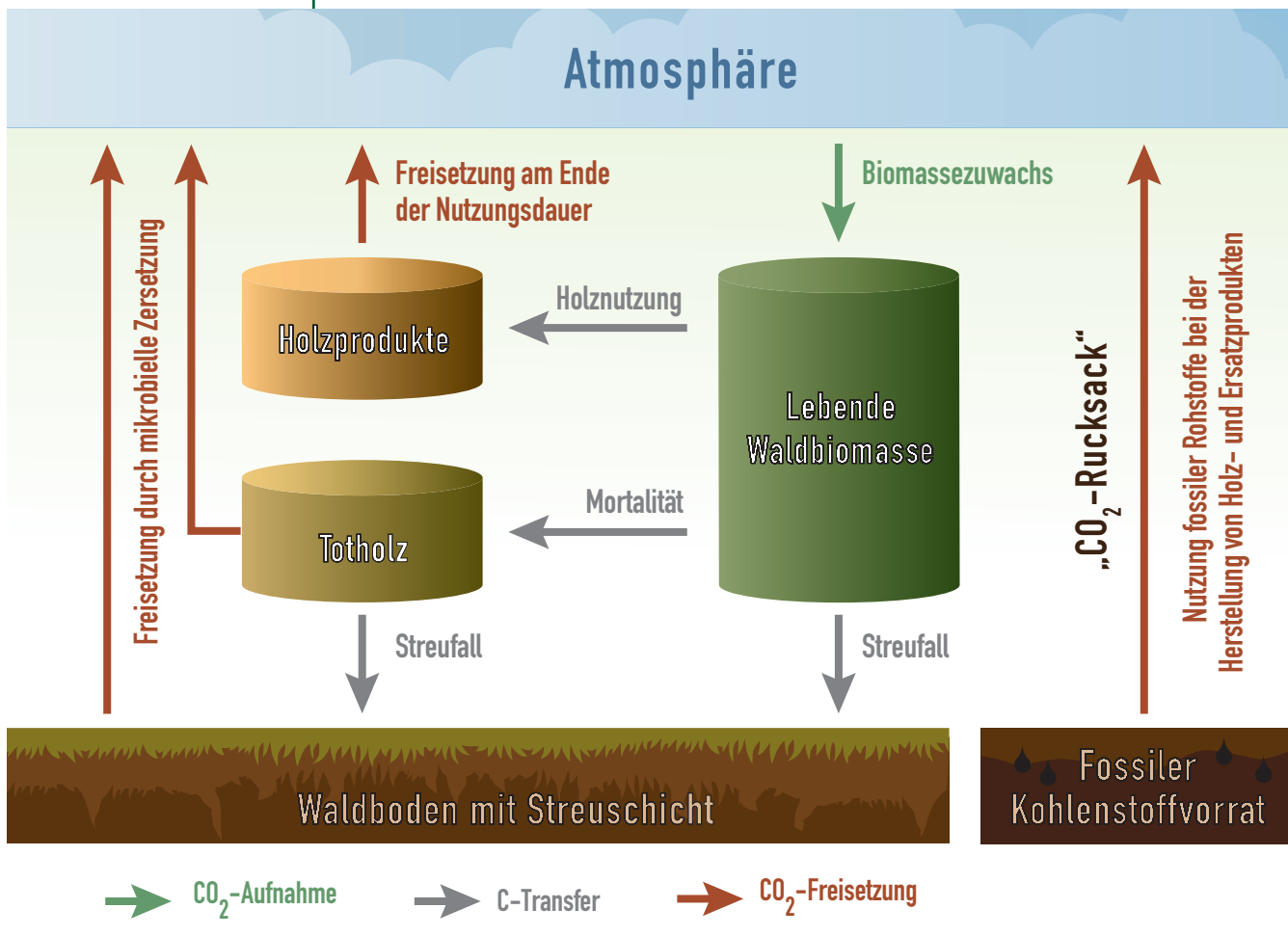
Download:
bfw.ac.at/webshop



Holzprodukte sollen andere Produkte ersetzen, die einen viel größeren CO₂-Rucksack haben.

Foto: Lignum





▲
Abbildung 1:
Vereinfachte Darstellung
der Kohlenstoffflüsse im
waldbasierten Sektor

Holzvorat beziehen. Der wichtigste zusätzliche Kohlenstoffspeicher ist der Waldboden. Zugänge ergeben sich aus absterbenden Grob- und Feinwurzeln, Streufall, Schlagrücklass und Totholz; Abgänge aus dem mikrobiellen Kohlenstoffabbau. In einem nicht bewirtschafteten Wald, in dem es keine Nutzungen gibt und das Holz im Wald verbleibt, spielt der Totholzvorat eine zentrale Rolle. Zugänge zum Totholzvorat ergeben sich über die kalamitäts- und konkurrenzbedingte Mortalität, Abgänge durch mikrobiellen Holzabbau und Kohlenstofftransfer zum Waldboden. Der Totholzvorat hat im bewirtschafteten Wald kaum eine Bedeutung als Kohlenstoffspeicher. Hier übernimmt der sogenannte Holzproduktepool (HWP, Harvested Wood Products) die Funktion

eines zusätzlichen Kohlenstoffspeichers. Das Holz wird je nach Nutzungsdauer unterschiedlich lange dem natürlichen Kreislauf entzogen und der Kohlenstoff bleibt in den Holzprodukten gespeichert. Aber auch hier gibt es einen Kreislauf: Am Ende der Nutzungsdauer wird Holz meist verbrannt, wodurch es das CO₂ wieder an die Atmosphäre zurückgibt (Abbildung 1). Ähnlich wie beim stehenden Holzvorat gilt: Wachsen diese Speicher an, dann sind sie eine CO₂-Senke, nehmen sie ab, werden sie zur CO₂-Quelle. Für die Beurteilung der Klimawirkung des Waldes müssen wir daher auch die Entwicklung der zusätzlichen Speicher berücksichtigen, so wie das in der internationalen Berichterstattung zur Treibhausgasinventur geschieht.

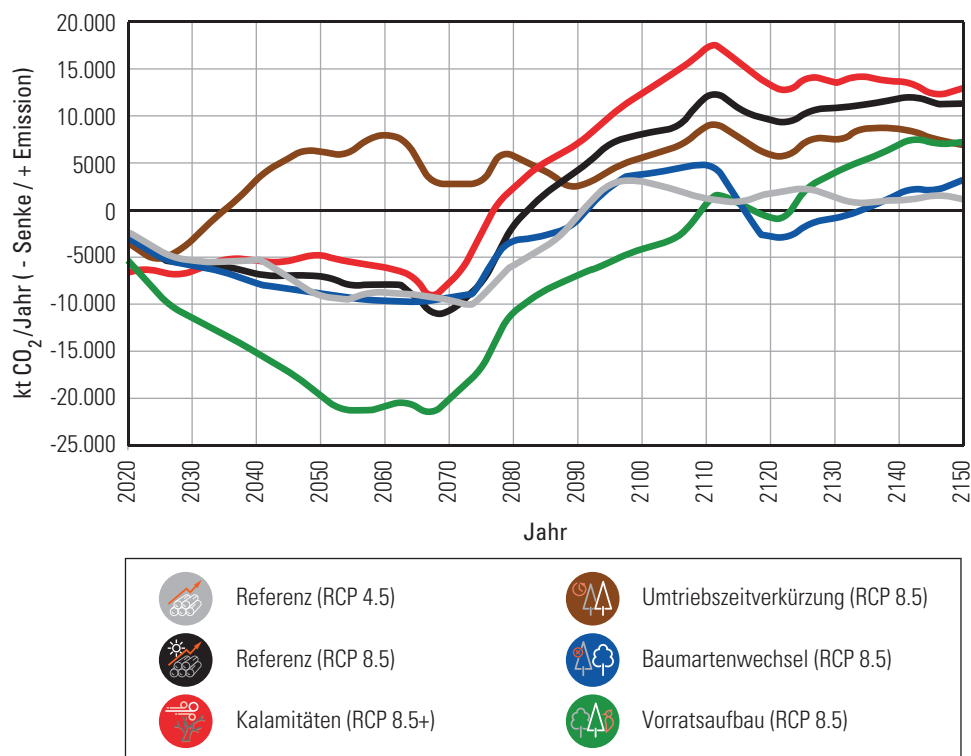


Abbildung 2:
Jährliche Änderung des Gesamtkohlenstoffpools im Wald (ober- und unterirdische Biomasse, Totholz und Bodenkohlenstoff). Befindet sich die Linie im negativen Bereich, so stellt sie eine Senke dar. Im positiven Bereich kippt das System in Richtung Quelle.

Einfluss von Bewirtschaftung und Klima

In einem nachhaltig bewirtschafteten Wald sind Abgang und Zuwachs annähernd gleich groß. Der Holzvorrat ändert sich daher nicht. Erfolgt die Bewirtschaftung so, dass auch Altersklassenverteilung und Baumartenzusammensetzung unverändert bleiben, so ändert sich auch der Zuwachs nicht und zwischen dem Wald und den zusätzlichen Kohlenstoffspeichern hätte sich bereits ein Gleichgewicht eingestellt. Der Wald wäre dann CO₂-neutral, d.h. weder eine CO₂-Senke noch eine CO₂-Quelle. Allerdings basieren diese theoretischen Überlegungen auf einigen vereinfachenden Annahmen und in der Realität kommen noch andere Aspekte hinzu. An erster Stelle ist hier das zukünftige Klima zu nennen. Die Trockenheit der letzten Jahre hat uns gezeigt, wie rasch es zu Massenvermehrungen von Schädlingen kommen kann, die das Gleichgewicht im Wald empfindlich stören. Außerdem wird durch die Klimaerwärmung der Zu-

wachs in den höheren Lagen der Alpen eine Zeit lang zunehmen, in den tieferen Lagen dagegen abnehmen; und erfolgt die Nutzung vorzugsweise in bringungsgünstigen Lagen, dann hat das ebenfalls eine Auswirkung auf den Zuwachs, denn dort befinden sich meist auch die wüchsigeren Standorte. All das führt zu einer Abfolge von Phasen, in denen der Wald eine Zeit lang als Senke wirkt, danach aber zur Quelle wird (Abbildung 2). Letzteres gilt auch für nicht bewirtschaftete Wälder, denn klimatisch bedingte Störungen können auch dort vorkommen.

Emissionen, die erst gar nicht entstehen

Diese insgesamt schon recht komplexe Betrachtung reicht aber nicht aus, um die Klimawirkung des waldbasierten Sektors ausreichend zu beschreiben. Holzprodukte ersetzen andere Produkte, die einen viel größeren „CO₂-Rucksack“ tragen. Durch die Verwendung von Holz vermeiden wir diese Emissionen. Natürlich

ist auch der „CO₂-Rucksack“ der Holzprodukte zu berücksichtigen, die Rechnung geht aber fast immer zu Gunsten des Holzes aus.

Im Projekt CareforParis wurden alle drei Wirkungen untersucht: Wald, Holzprodukte und vermiedene Emissionen. Interessant ist, dass in allen Szenarien mit marktorientierter Waldnutzung die vermiedenen Emissionen den größten Klimaschutzeffekt haben. Wichtig ist auch, dass der Wald in allen Szenarien bis zum Jahr 2150 von einer Senke zu einer Quelle wird (Abbildung 2). Wie rasch bzw. wie stark das passiert, hängt vom Klima und der Art der Bewirtschaftung ab. Belassen wir aber einen Teil des Zuwachses im Wald, so nimmt der Vorrat laufend zu. In diesem Fall ist zwar die Senkenwirkung des Waldes am größten, es ist aber auch zu wenig Holz am Markt, um die gesamte Nachfrage nach Holzprodukten abdecken zu können. Die vermiedenen Emissionen sind daher in diesem Szenario um ca. 200.000 kt CO₂ geringer. Die fehlenden

Holzprodukte müssen dann durch Produkte mit einem höheren Einsatz an fossilen Rohstoffen ersetzt werden, die aber zusätzliches CO₂ in die Atmosphäre emittieren. Diese zusätzlichen Emissionen müssten wiederum vom Wald gebunden werden, da die Nutzung von fossilen Rohstoffen für sich selbst niemals einen Kreislauf bilden kann. Das steht im Widerspruch zur erforderlichen Dekarbonisierung der Wirtschaft, einem der wichtigsten Ziele des Paris-Agreements.

Die CareforParis-Studie hat gezeigt: Österreichs Wald kann die CO₂-Senkenwirkung nicht dauerhaft erhalten, je nach Bewirtschaftungsszenario wird er früher oder später zu einer CO₂-Quelle. Wichtig für den Klimaschutz durch den waldbasierten Sektor ist der Ersatz fossiler Rohstoffe durch Holzprodukte. Weniger Holz nutzen bedeutet zusätzliche Emissionen von fossilem Kohlenstoff. Wenn wir aber das Klimaziel von Paris erreichen wollen, hat die Vermeidung von fossilen Treibhausgasemissionen oberste Priorität.

Priv.-Doz. Dr. Thomas Ledermann,
Dr. Klemens Schadauer,
Dipl.-Ing.ⁱⁿ Alexandra Freudenschuß,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1130 Wien,
thomas.ledermann@bfw.gv.at



Internationale Forstfrauenkonferenz 12. bis 14. April 2021

Anmeldung unter www.forstfrauen.at

Veranstaltungsort:

WALDCAMPUS Österreich
Forstpark 1
4801 Traunkirchen
Österreich



 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

MICHAELA TEICH, ANNE HORMES, MATTHIAS PLÖRER, CHRISTOPHER D'AMBOISE,
MICHAEL NEUHAUSER, KARL KLEEMAYR

Schutzwaldmanagement – Vorschläge aus dem Projekt GreenRisk4ALPs

Bedingt durch den Klimawandel werden sich Baumartenzusammensetzungen sowie Ausmaß und Häufigkeit von natürlichen Störungen, aber auch von Naturgefahren wie Steinschlag, Rutschungen und Lawinen verändern. Im Projekt GreenRisk4ALPs werden Werkzeuge und Informationen für ein risikobasiertes Schutzwaldmanagement erarbeitet, um schneller auf derartige Veränderungen reagieren zu können.

Verstärkt durch den steigenden Bevölkerungsdruck und unterschiedliche gesellschaftliche Ansprüche an den Bergwald ergeben sich neue Herausforderungen im Naturgefahren- und Schutzwaldmanagement für Waldeigentümer, Forstbehörden oder Gemeindevorsteher, die nur durch neue oder angepasste und vor allem flexible Bewertungs- und Hand-

lungskonzepte im Rahmen eines integralen Naturgefahrenrisikomanagements bewältigt werden können.

Praktisches Online-Werkzeug für Prioritätensetzung

Im Projekt GreenRisk4ALPs beschäftigen wir uns deshalb mit der Frage, wie ein risikobasiertes Schutzwaldmanagement als Teil eines integralen und ökosystembasierten Risikomanagements umgesetzt und im Alpenraum harmonisiert werden kann.

Risiko ergibt sich aus der Schnittmenge von Naturgefahr und dem potenziellen Schaden, den diese verursachen könnte, d.h. ein Naturgefahrenrisiko existiert nur dort, wo es Infrastruktur gibt. Darauf basierend entwickeln wir ein praktisches Online-Werkzeug, das hilft, Prioritäten für eine gezielte Waldbe-

Risiko = Schnittmenge von Naturgefahr und potenziellem Schaden



Das BFW arbeitet an einem Online-Tool, mit dem Prioritäten für eine optimale Waldbewirtschaftung gesetzt werden können. Blick in die Pilotregion Kranjska Gora.

Foto: Slowenischer Tourismusverband



handlung setzen zu können und Schutzwald als effektive und kosteneffiziente Schutzmaßnahme mit technischen Maßnahmen zu vergleichen. Es geht vor allem darum „wo“ und nicht vordergründig „wie“ der Schutzwald bewirtschaftet werden soll.

Gemeinsam mit Partnern aus allen Alpenländern arbeiten wir an dem Ziel, risikobasierte Schutzwalddefinitionen, -bewirtschaftungsrichtlinien und -managementstrategien im Alpenraum langfristig zu harmonisieren. Ein erstes wichtiges Ergebnis, welches aus dieser Zusammenarbeit entstand, ist die Schutzwald-Definitions-Matrix (Abbildung 1). Resultierend aus den länderspezifischen Forstgesetzgebungen sind Begriffe rund um den Schutzwald im Alpenraum nicht eindeutig und einheitlich definiert. Eine einheitliche Verwendung der Begriffe ist aber wesentlich, um eine klare Kommunikation zwischen Praktikern, Wissenschaftlern und der Öffentlichkeit zu gewährleisten. Wichtig ist dabei vor allem die Unterscheidung zwischen Schutzfunktion, das heißt einem Wald wird die Funktion zugewiesen, etwas zu schützen, und Schutzwirkung, das heißt es wird bewertet, ob ein Wald auf Grund seiner Struktur diese Funktion optimal erfüllt oder auch nicht.

Im Fokus steht direkter Objektschutzwald

Im Projekt GreenRisk4ALPs stehen der sogenannte direkte Objektschutzwald und die drei Naturgefahrenprozesse Lawine, Steinschlag und flachgründige Rutschung im Fokus. Mit einem am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) weiterentwickelten Prozessmodell (Flow-py) modellieren wir räumlich und auf regionaler Skala für diese drei Naturgefahren – basierend auf Beobachtungen, Wald- und Geländedaten – Prozessflächen und räumliche Auswirkungen mit und ohne Waldeinfluss. Um zum Beispiel Schutzwald mit einer direkten Objektschutzfunktion abzu-

grenzen, werden jene Prozesspfade (modelliert ohne Waldeinfluss) zurückverfolgt, welche in ihrem Wirkungsraum auf Infrastrukturen treffen. Überlappen sich diese Prozesspfade mit Waldflächen, so wird diesen eine Objektschutzfunktion zugewiesen.

In einem zweiten Modellauf kann nun für diese Waldflächen deren potenzieller Einfluss auf den Naturgefahrenprozess – bisher sehr vereinfacht, basierend auf Waldtypen und der Walddichte – berechnet werden. Der modellierte Waldeinfluss ist der Grad, in dem der umgebende Wald einem bestimmten Standort Schutz bietet, wodurch die Wahrscheinlichkeit, dass der Naturgefahrenprozess diesen Standort erreicht, oder das Ausmaß des Ereignisses an diesem Standort verringert wird. Zum Beispiel wird die Wahrscheinlichkeit für einen Lawinenanbruch in dichtem Fichtenwald oder die Geschwindigkeit beim Durchfließen des Waldes reduziert, wodurch der Wald einem Standort im Auslaufgebiet der Lawine einen gewissen Grad an Schutz bietet. Hatte die Lawine vor dem Auftreffen auf den Wald bereits zu viel Energie gewonnen, dann ist sein Einfluss auf die Lawine für diesen Standort begrenzt und der Wald wird zerstört.

Unser Prozessmodell hat den Vorteil, dass es, wenn bessere Daten vorhanden sind (beispielsweise durch Fernerkundung oder Beobachtungen), einfach angepasst und weiterentwickelt werden kann. Die resultierenden Karten ermöglichen zum Beispiel, die Objektschutzfunktion von Waldflächen mit anderen Waldfunktionen zu vergleichen, zu priorisieren und die Flächen einzugrenzen, wo Ressourcen bestmöglich eingesetzt werden können (Abbildung 2).

Vergleich von forstlichen und technischen Schutzmaßnahmen

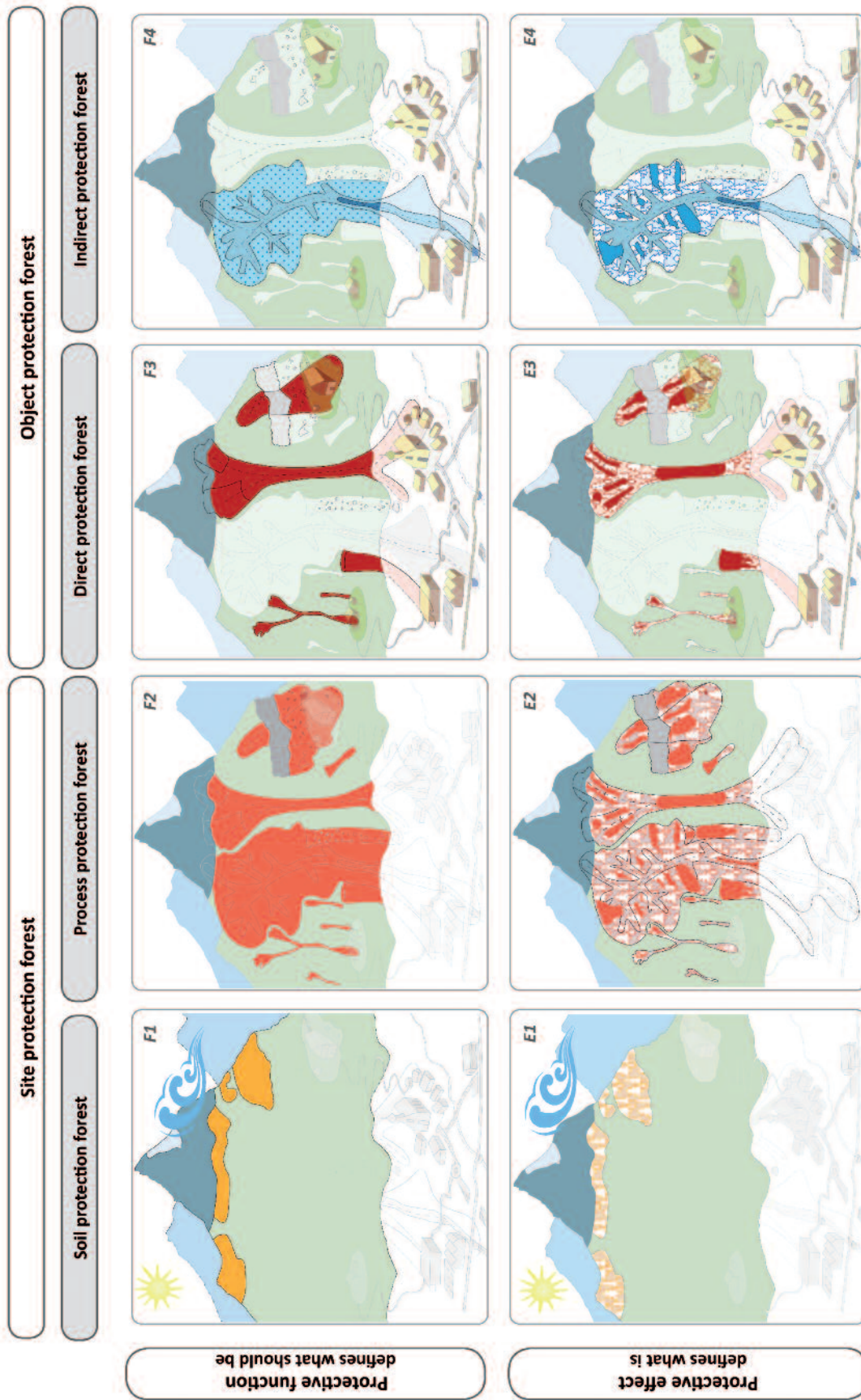
Im nächsten Schritt können nun etwa für einen ausgewählten Lawinenpfad waldbauliche Maßnahmen mit technischen Schutzmaßnahmen und Vermei-



Das Projekt Green-Risk4ALPs wird finanziert durch das Interreg Alpine Space Program des European Regional Development Fund.

www.alpine-space.eu/projects/greenrisk4alps/en/home

Definitions of protection forest

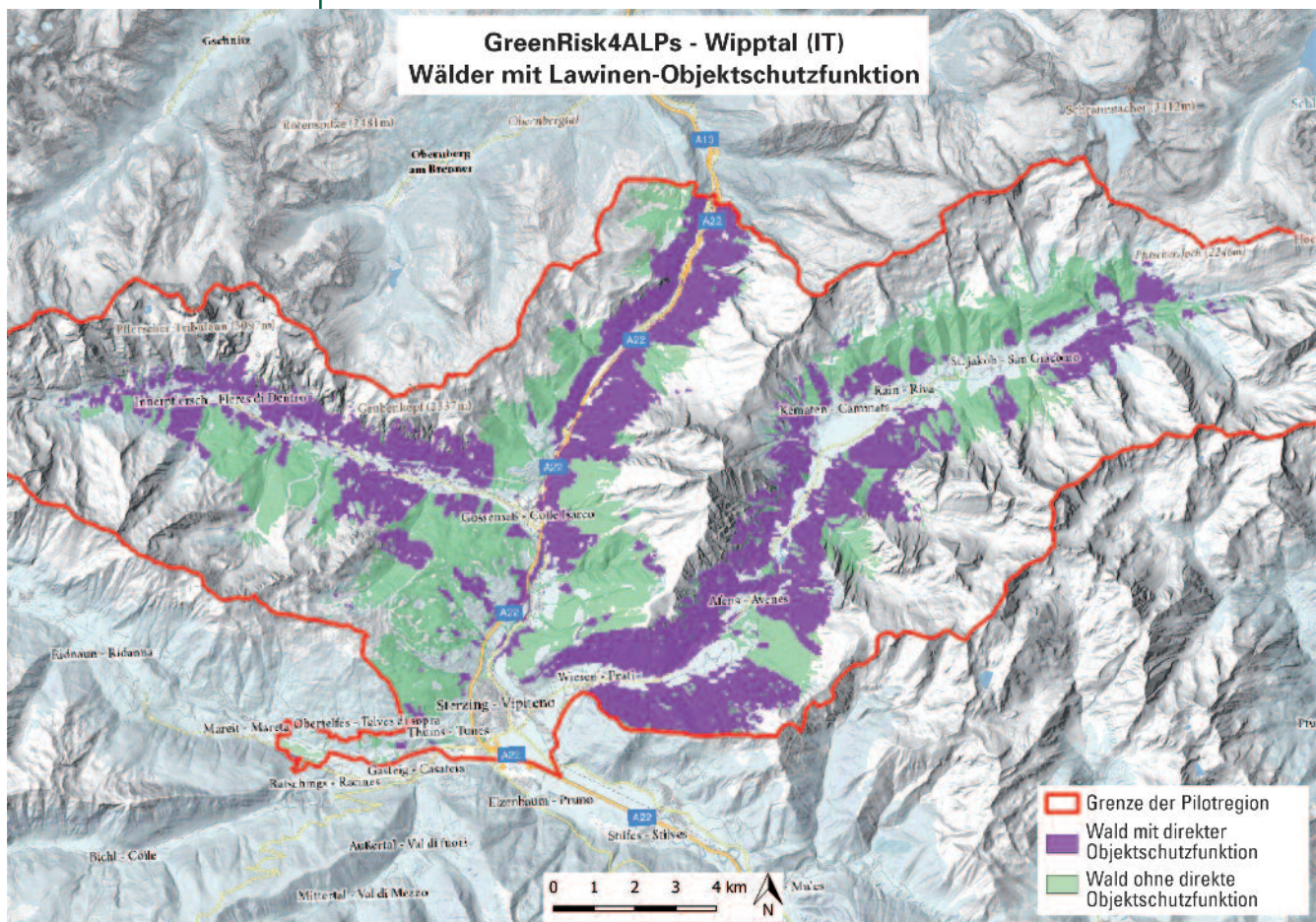


▲ Abbildung 1:

Schutzwalddefinitionen (engl. „Definitions of protection forest“). Spalte 1 (gelb) → Bodenschutzwald (Schutzfunktion-F, Schutzwirkung-E); Spalte 2 (orange) → Schutzwald auf Entstehungs- und Prozessflächen; Spalte 3 (rot) → Wald mit direktem Schutz von Siedlungs- und Infrastrukturflächen vor gravitativen Naturgefahren (Lawine, Steinschlag, oberflächennahe Rutschung); Spalte 4 (blau) → Wald mit indirekter Schutzleistung für Siedlungs- und Infrastrukturflächen vor fluvialen Naturgefahren (Wildbäche, Hochwasser); Wald- und potentielle Waldflächen ohne Objekt- oder Standortschutzfunktion (engl. „Object protection forest“ und „Site protection forest“; mittelgrün). E1-E4: Waldbestände mit Schutzwirkung (Baumelemente); Waldlücken ohne Schutzwirkung (vollfarbig).

Nach Kleemayr et al., 2019: https://www.alpine-space.eu/projects/greenrisk4alps/downloads/downloads/poster_grfa_schutzwald_englisch.pdf

Da keine deutsche Übersetzung vorliegt, wird die Originalgrafik in Englisch verwendet.



▲
Abbildung 2:
Lawinen-Objektschutz-
wald in der
GreenRisk4ALPs-Pilot-
region Südliches Wipptal.
Basierend auf
modellierten Lawinen-
prozesspfaden, welche auf
Infrastrukturen treffen,
sind die Waldflächen aus-
gewiesen, welche sich mit
diesen Prozesspfaden
überlappen.

dungsstrategien bezüglich ihrer Effektivität und Wirtschaftlichkeit verglichen werden. Das in GreenRisk4ALPs entwickelte Online-Protection Forest Assessment Tool (FAT) führt ad hoc eine Risikoberechnung und Kosten-Nutzen-Analyse für jede der gewählten Maßnahmen durch. Für den ausgewählten Lawinenpfad werden beispielsweise Anbruchgebiet, Hangbreite und die zu schützenden Objekte in die grafische Benutzeroberfläche von FAT eingegeben. Berücksichtigt werden die Werte der zu schützenden Objekte (wie etwa die Kosten für den Bau einer Straße oder der Wert eines Wohngebäudes) sowie die Kosten für die ausgewählten Schutzmaßnahmen, welche an unterschiedlichen Stellen im Lawinenpfad positioniert werden können (z.B. Schutzwaldaufforstung, Lawinenauffangdamm oder Stahlschnee-

brücken). Die Basis dafür bilden länderspezifische Durchschnittswerte, die aufgrund langjähriger Praxiserfahrung festgelegt wurden. Sind alle Eingaben vollständig, wird im Hintergrund mit unserem Prozessmodell Flow-py der Effekt der unterschiedlichen Schutzmaßnahmen auf Eintretenswahrscheinlichkeit und Auslauflänge der Lawine modelliert und berechnet, ob die Lawine die zu schützenden Objekte erreicht oder nicht. Als Ergebnis wird der Nutzen, also der verhinderte Schaden (Wert der zu schützenden Objekte), den Kosten der verschiedenen Schutzmaßnahmen in Zeitschritten von 25, 50 und 100 Jahren gegenübergestellt. Durch diesen Vergleich kann dann abgewägt werden, welche Schutzmaßnahme an einem bestimmten Standort am effektivsten und kosteneffizientesten ist.



Bücher für Praktiker

Basierend auf den in GreenRisk4ALPs gesammelten Informationen und entwickelten Methoden entsteht ein Buch für Praktiker, in dem die wissenschaftlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen für ein risikobasiertes Schutzwaldmanagement als Teil eines integralen Naturgefahren-Risikomanagements zusammengefasst sind. Erkenntnisse aus GreenRisk4ALPs werden ergänzt durch Beiträge von nicht im Projekt involvierten Experten, die weitere aktuelle Forschungsprojekte und deren Ergebnisse anhand von Fallbeispielen aus dem Alpenraum beschreiben. In einem zweiten

Buch wird aus jeder der sechs GreenRisk4ALPs-Pilotregionen ein Best-Practice-Beispiel für die praktische Umsetzung eines ökosystem-basierten Risikomanagements vorgestellt und illustriert.

Durch flexible risikobasierte Bewertungs- und Handlungskonzepte kann schneller auf Veränderungen von natürlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen reagiert werden. Für das Schutzwaldmanagement bedeutet dies vor allem, Prioritäten zu setzen und vorhandene Ressourcen optimal zu verteilen, um Schutzwald als ökosystem-basierte Risikoreduktionsmaßnahme gezielt zu bewirtschaften.

◀ Gries am Brenner ist eine weitere Pilotregion

▼ Das internationale und interdisziplinäre GreenRisk4ALPs-Team, hier bei einem Projektmeeting im Eurac Research in Bozen, vereint wissenschaftliche Expertise mit Praxiswissen, und trifft sich regelmäßig in einer der sechs Pilotregionen in Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich und Slowenien.

Foto: Eurac Research

Dr. Michaela Teich,
Dr. Anne Hormes,
Matthias Plörer,
Dr. Christopher D'Amboise,
Michael Neuhauser,
Dr. Karl Kleemayr,
Institut für Naturgefahren,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Hofburg, Rennweg 1,
6020 Innsbruck,
michaela.teich@bfw.gv.at



