



BFW. Praxisinformation



Fichte

2018

ade?

2019



Inhalt

KLEMENS SCHADAUER,
ALEXANDRA FREUDENSCHUSS,
THOMAS LEDERMANN, GEORG KINDERMANN
**Gefährdete Fichtenstandorte:
Modelle, Zahlen, Fakten**3

THOMAS LEDERMANN, GÜNTER RÖSSLER
**Fichtenbewirtschaftung unter
veränderten Klimabedingungen –
eine Analyse anhand des
europäischen Stammzahlhaltungs-
versuchs in Ottenstein**8

WERNER RUHM, SILVIO SCHÜLER
**Waldbaukonzepte in Mischung
mit und ohne Fichte**11

KATHARINA LAPIN, DEBOJYOTI CHAKRABORTY
**Nichtheimische Baumarten als
Fichtenersatz**15

GERNOT HOCH, BERNHARD PERNY
**Die anhaltende Borkenkäfer-
Kalamität in Österreich**18

MICHAEL ENGLISH, HERBERT FORMAYER,
KLAUS KATZENSTEINER, KLAUS KLEBINDER,
RALF KLOSTERHUBER, MANFRED J. LEXER,
MARKUS WILHELMY, GERFRIED WINKLER,
HARALD VACIK
**Was kann eine dynamische
Walddtypisierung leisten?**22

Titelseite:
Geräumte Flächen aus der Gegend um
Raabs an der Thaya, FAST Waidhofen an
der Thaya. Und ein Vergleichsbild vom
September 2018 (nicht exakt gleicher
Standort, aber gleicher Hang).
Foto: G. Steyrer/BFW

Impressum

ISSN 1815-3895

© Mai 2019

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

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.



Die Fichte ist tot! Es lebe die Fichte! Im Zuge der Planung, wie das Programm des BFW-Praxistages 2019 aussehen soll, war das Thema bald fixiert: Fichte ade. Das Organisationsteam fragte sich jedoch, ob es das Veranstaltungsthema mit Rufzeichen oder Fragezeichen versehen soll. Wir haben uns für das Fragezeichen entschlossen. Denn unserer Meinung nach, wird die derzeitige Hauptbaumart der Forstwirtschaft auch künftig eine Rolle spielen. Allerdings regional sehr unterschiedlich und in vielen Fällen in Kombination mit anderen Baumarten.

Das BFW wird sich verstärkt damit auseinandersetzen, wie der Wald der Zukunft aussehen wird. Das Heraufbeschwören von Katastrophenszenarien ist nicht zielführend, auch wenn aktuell regional wie etwa im Wald- und Mühlviertel die Situation schwierig ist. Österreichs Wald wird sich verändern, auch das Erscheinungsbild. Wir versuchen herauszufinden, wie er aussehen wird. Dazu laufen zahlreiche Untersuchungen und Modellierungen am BFW.

Ausgehend von den aktuellen Ergebnissen der österreichischen Waldinventur zur Fichte wurden beim BFW-Praxistag 2019 Waldbaukonzepte in Mischung mit und ohne Fichte vorgestellt. Eine Möglichkeit, das Risiko zu minimieren, besteht auch in einer Senkung der Umtriebszeit. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BFW haben verschiedene Modelle durchgerechnet, um herauszufinden, welche Sortimente anfallen und welche Erträge zu erwarten sind.

Für die Baumart Fichte wird die Forstwirtschaft etwa in tieferen Lagen auf andere Baumarten angewiesen sein. Welche kommen dafür in Frage und interessiert sich auch die Holzverarbeitende Industrie dafür?

In der Podiumsdiskussion in Wien hat sich klar gezeigt, dass die Forstwirtschaft wissen sollte, welche Entwicklungen es in der Holzwirtschaft gibt und umgekehrt. Aktive gegenseitige Kommunikation ist hier notwendig. Eine künftige Herausforderung wird es sein, mit Unterstützung der Holzforschung neue innovative Produkte und Einsatzmöglichkeiten für Alternativbaumarten zu finden, damit diese auch am Holzmarkt abgesetzt werden können. Die treibende Kraft für einen größeren Absatz ist und bleibt der Holzbau. Es lebe die Fichte und alle anderen Baumarten!

Dr. Peter Mayer

Leiter des BFW

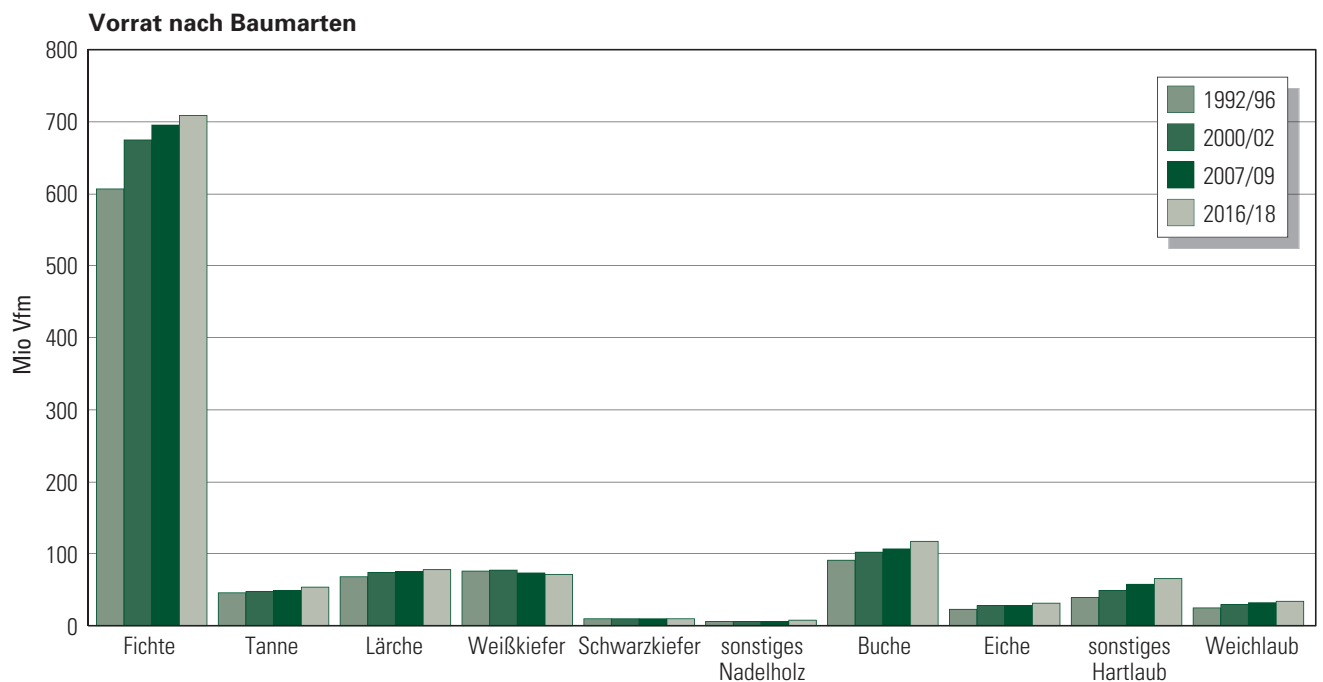
Gefährdete Fichtenstandorte: Modelle, Zahlen, Fakten

Die Fichte, als Brotbaum der Österreichischen Waldwirtschaft, hat in den letzten Jahren öfter für Schlagzeilen gesorgt. Borkenkäfer, Stürme und Co. machen ihr massiv zu schaffen. Sind das nur kurzfristige und relativ kleinflächige Probleme oder doch die Vorboten der Klimaänderung, die den Platz für die Fichte in Österreichs Wald massiv einschränken wird?

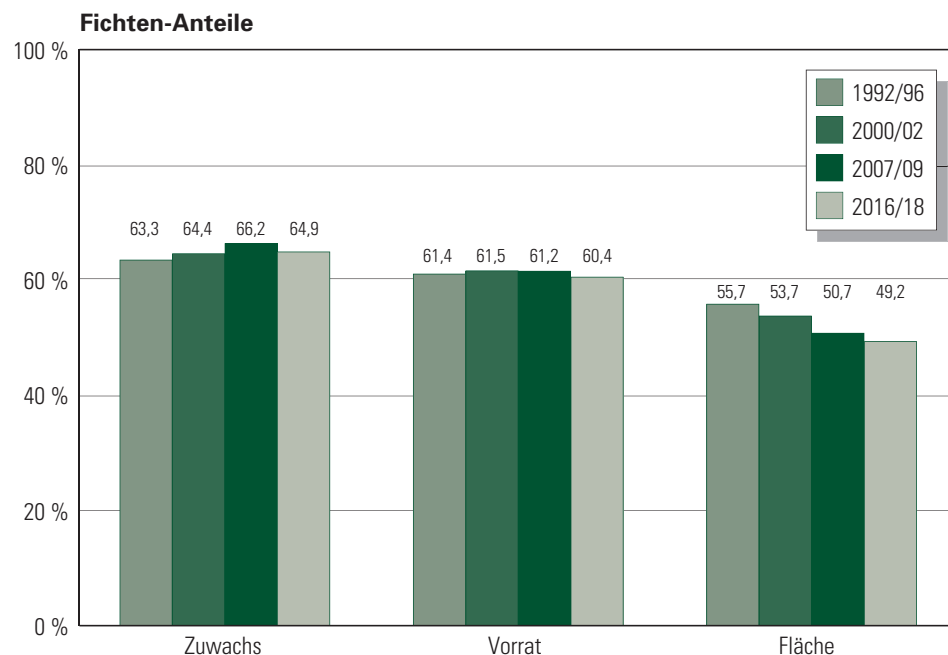
Die Fichte ist nach wie vor die vorherrschende und am weitesten verbreitete Baumart in Österreichs Wald. Die Zahlen der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) bestätigen allerdings, dass die Fichte im Ertragswald an Boden verliert. Seit Beginn der 90er Jahre hat der Flächenanteil der Fichte von 55,7 % (ÖWI 1992/96) kontinuierlich auf 49,2 %

(ÖWI 2016/18) abgenommen. Ein Trend, der nicht nur auf Tieflagenstandorte beschränkt ist, sondern über alle Höhenstufen ein sehr ähnliches Bild zeigt. Trotz rückläufiger Fichtenfläche nimmt der Vorrat der Fichte im gleichen Zeitraum um ca. 100 Mio. Vorratsfestmeter (Vfm) zu (Abbildung 1), der jährliche Gesamtzuwachs der Fichte bewegt sich seit der Jahrtausendwende bei ca. 20 Mio. Vfm. Die aktuellen Zahlen der ÖWI 2016/18 stellen ein Zwischenergebnis der Erhebungsperiode 2016/21 dar und umfassen bislang die Hälfte aller Waldprobeflächen. Der Anteil der Fichte am Gesamtzuwachs liegt aktuell bei zirka 65 %, am Gesamtvorrat bei rund 60 % (Abbildung 2). Soviel zum Rückblick, jetzt schauen wir aber in die Zukunft. Hat die Fichte noch eine Chance?

▼
Abbildung 1:
Entwicklung des
Vorrates nach Baumarten
laut den Ergebnissen
der Österreichischen
Waldinventur.



►
Abbildung 2:
Anteil der Fichte am
Gesamtzuwachs, Vorrat
und der Waldfläche
laut den Ergebnissen
der Österreichischen
Waldinventur.

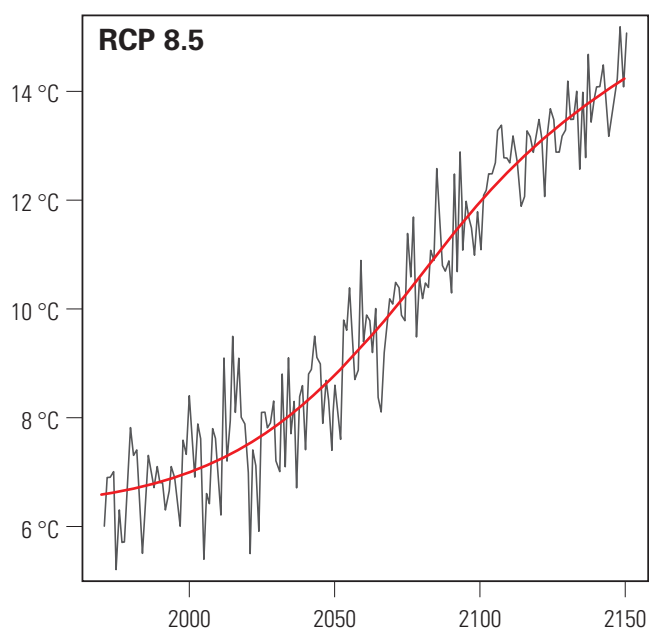
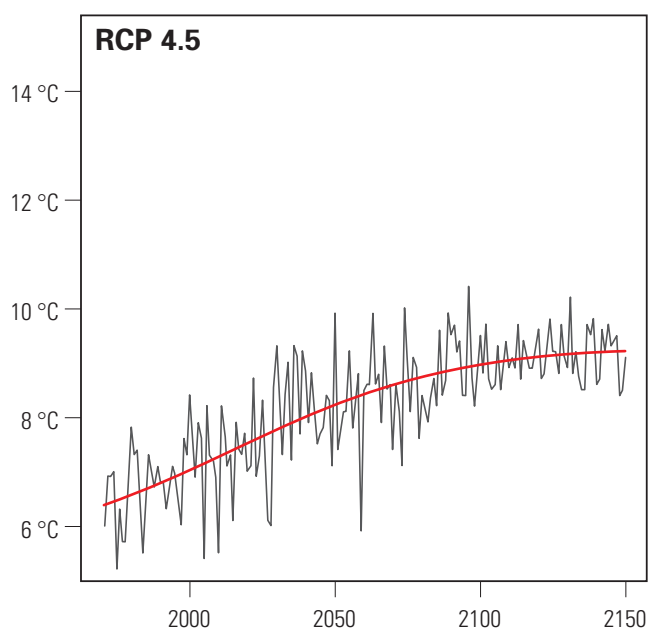


▼
Abbildung 3:
Zwei mögliche
Zukunftsszenarien für die
Temperaturentwicklung
in Österreich: links RCP
4.5 noch relativ moderat,
rechts RCP 8.5 mit einem
deutlich steileren
Temperaturanstieg.

Was ist eine Klimahülle?

In der globalen Klimafolgenforschung werden gerne zwei Szenarien verwendet: RCP 4.5 und RCP 8.5. Beide wurden für Österreich angewendet und die Daten sind für Modellierungen verfügbar. In der Grafik sieht man die unterschiedlichen Verläufe der Temperatur bis zum Jahr

2150, der Verlauf ab 2100 wurde extrapoliert. RCP 4.5 (Abbildung 3, links) spiegelt eine relativ moderate Temperaturzunahme (+2,6 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert) wider, wie sie bei global intensiven Klimaschutzmaßnahmen stattfinden könnte. Das zweite Szenario (RCP8.5, rechts) zeigt in etwa



die Entwicklung ohne wirksame Klimaschutzmaßnahmen, wenn wir so weitermachen wie bisher (business as usual, +4,8 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert).

Wenn wir nun die Wirkung von Klimaszenarien auf die Fichte beurteilen wollen, müssen wir uns ihre klimatische Verbreitung ansehen. Dafür eignen sich sogenannte Klimahüllen. Im einfachsten Fall haben sie nur zwei Achsen, die Jahresmitteltemperatur und den Jahresniederschlag. Die Abbildung 4 zeigt, wo die Fichte in Österreich nach ÖWI ab 3/10 Grundflächenanteil vorkommt. Sie besiedelt den Temperaturbereich zwischen 2 und 10 Grad, die Niederschlagsamplitude beginnt bei 500 mm und endet bei 2400 mm (Abbildung 4a). Das Wuchsoptimum liegt dabei zwischen 7 und 10 Grad und rund zwischen 800 und 1200 mm Niederschlag.

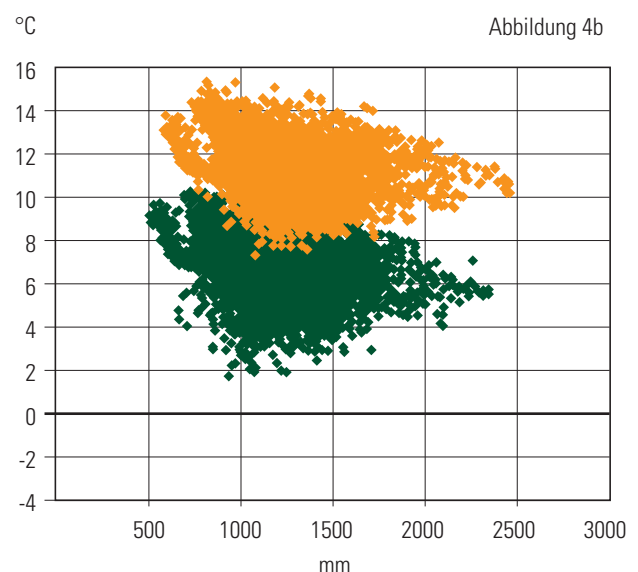
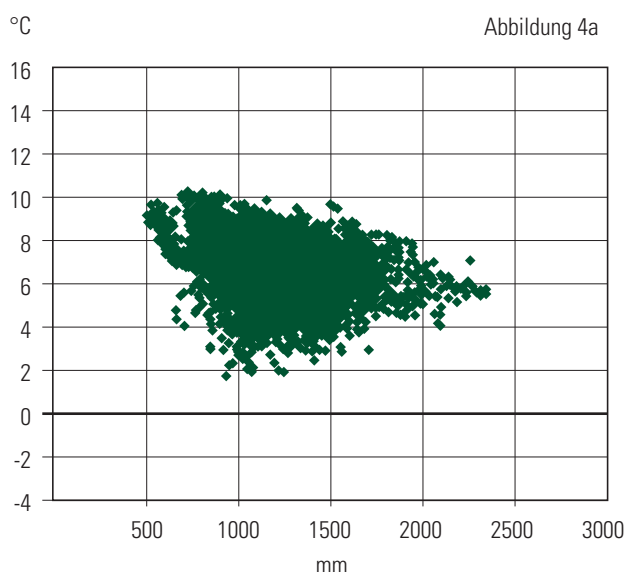
Wo diese Fichtenstandorte mit dem Szenario RCP 8.5 im Jahr 2100 liegen würden, zeigt die Abbildung 4b. Rund 75 Prozent der Flächen haben dann Klimaverhältnisse, bei denen die Fichte derzeit nicht beobachtet wird. Er deckt aber auch zum Teil das optimale Wachstum ab, das wir dann vielleicht auf 1600 bis 1800 m Seehöhe erwarten könnten.

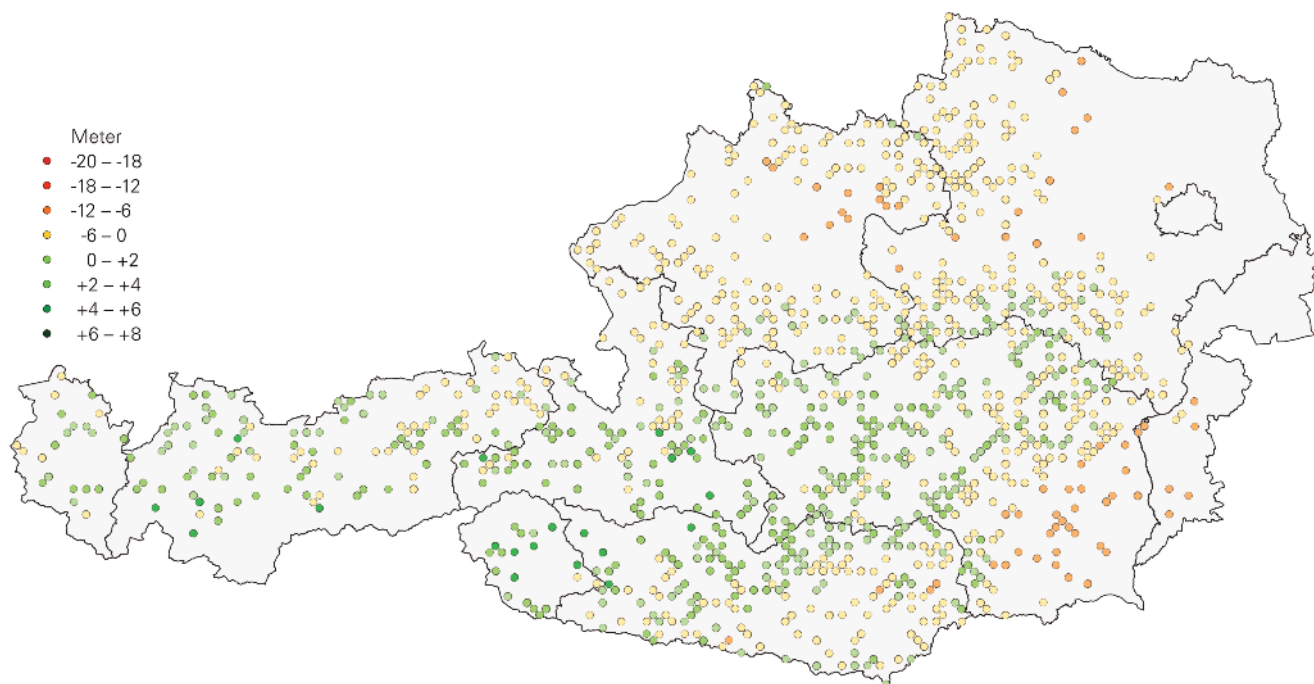
Solche einfachen Klimahüllen sind zum Modellieren praktisch, sie verwenden aber ausschließlich langfristige Mittelwerte. Die sind auch für das langfristige Vorkommen und Wachstum von Baumarten sehr wichtig. Darüber hinaus sind es aber die Extremwetterereignisse, welche der Fichte massiv zu schaffen machen. Diese können mit den hier angewendeten Methoden nicht erfasst werden.

Der Wald im Jahr 2150

Was wäre, wenn die Waldbewirtschaftung auf eine prognostizierte Klimaänderung mit Ersatz von Nadelholz durch Laubholz bei Endnutzung reagieren würde? Das BFW hat im Rahmen eines Projektes, in dem die Wirkungen der Klimaveränderungen und möglicher forstlicher Adaptierungsmaßnahmen auf Österreichs Forst- und Holzsektor untersucht werden, so ein Szenario durchgerechnet. Derzeit ist das Verhältnis zwischen Nadel- und Laubholz in Österreichs Wald 80 zu 20 %. Im Jahr 2150 würde das mit 38 zu 62 % völlig umkehren. Dieses Szenario „Laub statt Nadel“ wurde bewusst so gewählt, natürlich ist aber der Ersatz von Nadel- durch Laubholz nicht die einzige Alternative.

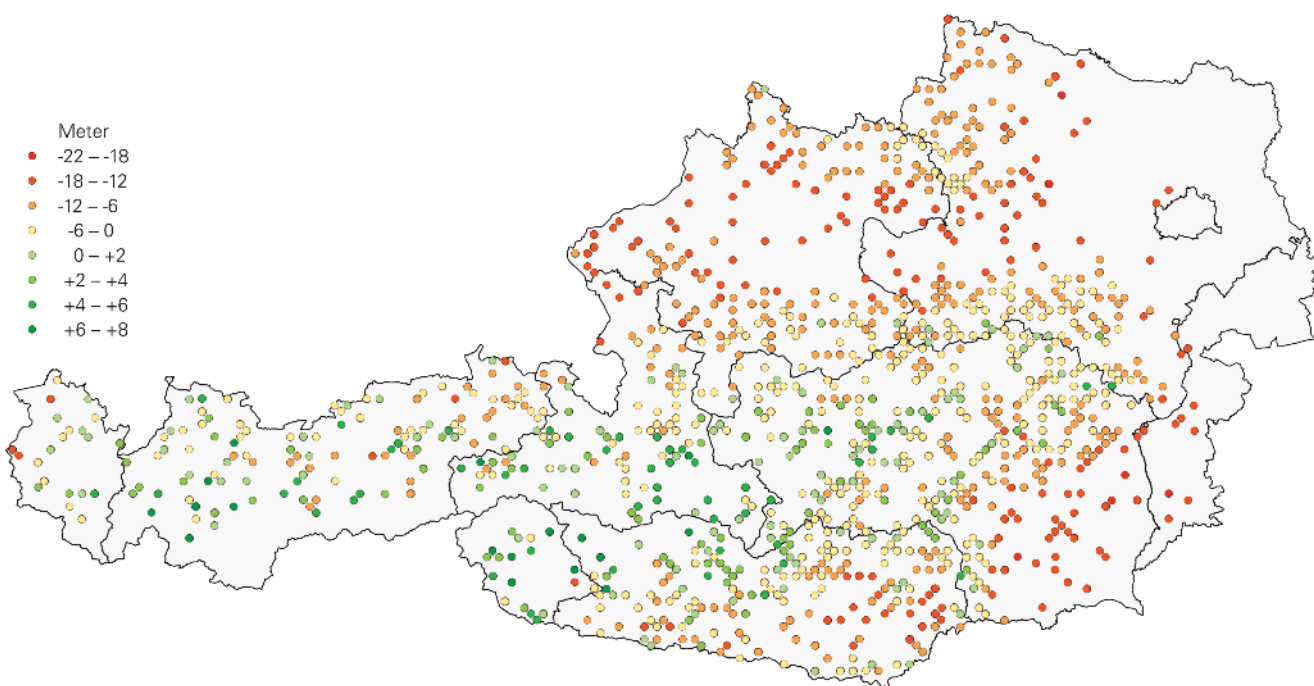
▼
Abbildung 4a und 4b:
Klimahüllen der Fichte:
aktuelles Fichtenvor-
kommen laut ÖWI
2007/09 (links) und mit
dem Klimaszenario
RCP 8.5 (rechts).





▲
Abbildung 5a: Veränderung der Oberhöhenbonität – oben (2,5 Grad): Die Bonität nimmt außeralpin um bis zu 12 m ab, in den Zentralalpen auf tiefgründigen Böden um bis zu 6 m zu.

▼
Abbildung 5b: Veränderung der Oberhöhenbonität – unten (5 Grad): Außeralpin sind die Wachstumseinbußen bis zu 18 m Oberhöhe im Alter 100. Es gibt noch immer „Gewinnlagen“ in den Innenalpen (bis zu 8 m).



Wie wird die Fichte wo wachsen?

Bei der Frage nach der Zukunft der Fichte geht es aber nicht nur um das zukünftige potentielle Vorkommen. Die Fichte ist auch wegen ihres raschen Wachstums für die Waldwirtschaft so wichtig. Wie wird sich das unter Klimaänderungen entwickeln? Auch hier wird der Ansatz mit langfristigen Mittelwerten als Basis für das zukünftige Wachstum gewählt. Speziell untersucht hat das BFW hier die Veränderungen der Oberhöhenbonität. Dafür wurden vereinfachte Klimaszenarien verwendet: Die Temperatur steigt in Österreich um 2,5 Grad Celsius im moderaten Szenario und um 5 Grad Celsius im „business as usual“-Szenario. Der Niederschlag wurde konstant gehalten. Die Österreichskarten (Abbildungen 5a und 5b) zeigen die Ergebnisse als

Differenzen der Oberhöhenbonitäten zum aktuellen Wachstum.

In der Karte für das moderate Erwärmungsszenario findet man Verlust- und Gewinnlagen. In den Tieflagen betragen die Einbußen bis zu 12 m, im Mühl- und Waldviertel sowie in den Kalkalpen bis maximal 6 m Oberhöhe. Dem gegenüber steht das bessere Wachstum im alpinen Urgestein bzw. auf tiefgründigen Böden mit 4 m im Mittel.

Deutlicher sind die Unterschiede in der Karte mit 5 Grad Erwärmung ausgeprägt: Die Einbußen betragen bis zu 18 m, das Wachstum würde in den Verlustlagen rund halbiert werden. In den höheren Lagen der Alpen gibt es aber noch immer deutlich ausgeprägte Wachstumszunahmen.



Dr. Klemens Schadauer,
Dipl.-Ing. Alexandra Freudenschuß
(beide Institut für Waldinventur);
Priv.-Doz. Dr. Thomas Ledermann,
Dr. Georg Kindermann
(beide Institut für Waldwachstum
und Waldbau),
Bundesforschungszentrum für
Wald, Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
klemens.schadauer@bfw.gv.at

www.klimafitterwald.at



Praxisseminare in Ottenstein - klimafitte Wälder durch aktive Waldbewirtschaftung

Der Klimawandel ist zurzeit die wahrscheinlich größte Herausforderung für die Forstwirtschaft. Sie als Waldbesitzerin und Waldbesitzer haben es in der Hand, wie Ihr Wald mit dieser Herausforderung zurechtkommt. Ein nachhaltig genutzter und gepflegter Wald ist wesentlich vitaler und stabiler und kann seine Aufgaben als Kohlenstoffspeicher und Rohstofflieferant besser erfüllen.

Wie Sie Ihren Wald mit gezielten Durchforstungsmaßnahmen klimafit machen können, erfahren Sie in unseren Praxisseminaren in Ottenstein in Niederösterreich. Die Seminare bestehen aus theoretischen und praktischen Elementen.



Seminartermine:

13.06.2019
12.09.2019
26.09.2019
03.10.2019

Veranstaltungsort:

Schloss Waldreichs
3594 Franzen
www.waldreichs.at

Anmeldeformular und weitere Informationen:

www.klimafitterwald.at/wnks-praxisseminare-allgemein/

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium
Nachhaltigkeit und
Tourismus

 LE 14-20
Entwicklung für ein ländliches Raum

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



Fichtenbewirtschaftung unter veränderten Klimabedingungen – eine Analyse anhand des europäischen Stammzahlhaltungsversuchs in Ottenstein

Die Bewirtschaftung der Fichte wird in manchen Regionen Österreichs immer mehr zu einer Herausforderung. Stürme, Trockenheit und vor allem Borkenkäfer setzen ihr massiv zu und es kommt zu flächenhaften Ausfällen von alten und mittelalten Beständen. Allerdings finden sich in den betroffenen Regionen auch Fichten-Jungbestände, die vor noch nicht allzu langer Zeit begründet wurden. Hier stellen sich viele Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer die Frage, wie solche Jungbestände vor dem Hintergrund eines wärmer und trockener werdenden Klimas behandelt werden sollen.

Aufbauend auf den Ergebnissen des langfristigen, waldwachstumskundlichen Versuchswesens empfiehlt das Institut für Waldwachstum und Waldbau des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) eine frühzeitige und kräftige Stammzahlreduktion und/oder Erstdurchforstung. Eine derartige Bestandesbehandlung entschärft Trockenstresssituationen, fördert das Durchmesserwachstum und führt zu vitalen und stabilen Bäumen. Die ökonomischen Auswirkungen einer solchen Behandlung wurden bisher kaum untersucht.

Früh und kräftig – Woher stammt diese Idee?

Erstmals in Österreich schlug Schiffel am Beginn des 20. Jahrhunderts vor, Fichtenbestände bereits im Jugendstadium kräftig zu durchforsten. Die zu dieser Zeit revolutionäre Idee konnte sich aber in Österreich nicht durchsetzen und geriet – auch im Versuchswesen –

relativ bald wieder in Vergessenheit (Neumann, 2014). Später, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, publizierte Assmann (1961) seine Theorie der maximalen, optimalen und kritischen Grundflächenhaltung und prägte dadurch die Durchforstung der Fichte bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Die Erkenntnisse Assmanns basieren auf den Daten jener Durchforstungsversuche, die am Ende des 19. Jahrhunderts nach den Versuchsplänen des Vereins Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten meist in mittelalten Beständen angelegt und nach den definierten Durchforstungsgraden (A-, B-, C-, D- und E-Grad) durchforstet worden waren. Die Behandlung von (stammzahlreichen) Jungbeständen war zum damaligen Zeitpunkt kein diskussionswürdiges Thema.

Erst in den 1960er Jahren wurde im Rahmen der IUFRO ein Versuchskonzept entwickelt, bei dem Stammzahlreduktionen in der Dickungsphase und kräftige Eingriffe bei der Erstdurchforstung vorgesehen waren. Dieses Versuchskonzept wurde im Rahmen eines europäischen Stammzahlhaltungsversuchs in 14 Ländern umgesetzt. In Österreich erfolgte die Einrichtung der Versuchsanlage im Jahr 1969 durch Univ.-Prof. Dr. Josef Pollanschütz.

Die einheitliche Reduktion von ursprünglich mehr als 6000 Fichten/ha auf 2500 Fichten/ha bei einer Oberhöhe von 5 m und die in einer Variante weitergeführte, rasche Absenkung auf nur mehr 700 Fichten/ha bei einer Oberhöhe von 15 m ließ damals so manchen forstlichen Praktiker an Waldverwüstung

Parzelle	N	ho	do	hg	dg	H/D	G	V	GWL
	n/ha	m	cm	m	cm	cm/ cm	m²/ha	Vfm/ha	Vfm/ha
10	860	31.4	40.3	26.8	27.0	99	49.4	677	1190
12	600	34.4	49.0	32.4	38.6	84	67.3	1011	1396
14	330	35.3	51.7	33.9	45.7	74	53.4	802	1229

N = Stammzahl, ho = Oberhöhe (100 stärksten Bäume/ha), do = BHD der Oberhöhenbäume
hg = Höhe des Grundflächenmittelstammes, dg = BHD des Grundflächenmittelstammes,
H/D = H/D-Wert des Grundflächenmittelstammes, G = Bestandesgrundfläche,
V = Bestandesvorrat, GWL = Gesamtwuchsleistung

◀ Tabelle 1:
Leistungstabelle für drei
ausgewählte Parzellen
des europäischen
Stammzahlhaltungsver-
suchs in Ottenstein im
Alter von 60 Jahren.

denken. Die damalige Skepsis der forstlichen Praxis gegenüber einer derart extremen Behandlung lässt vermuten, dass Vergleichbares bis dahin nicht bekannt war und die Idee von frühen und kräftigen Eingriffen – zumindest in Österreich – tatsächlich auf den europäischen Stammzahlhaltungsversuch zurückgeht.

Behandlungsprogramm

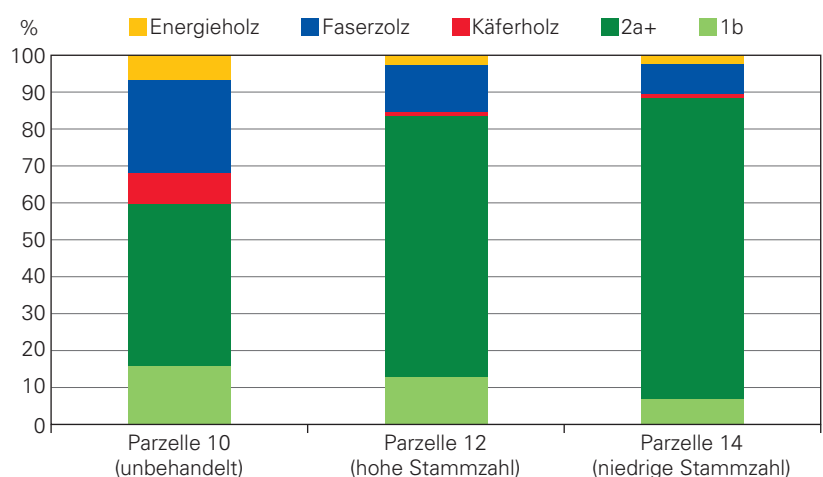
Seit seiner Einrichtung wurde der Versuch wiederholt gemessen, zuletzt im Jahr 2016. Der Bestand war zu diesem Zeitpunkt genau 60 Jahre alt. Für den vorliegenden Beitrag wurden drei Parzellen ausgewählt:

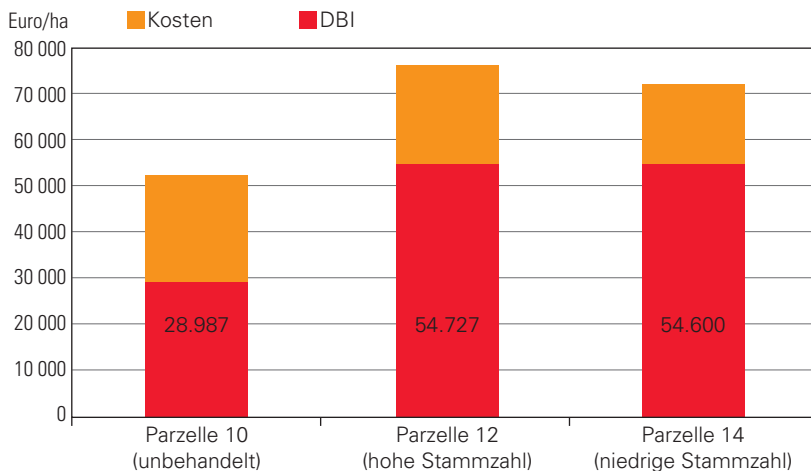
- Parzelle 10 repräsentiert die unbehandelte Vergleichsvariante, bei der weder die anfängliche Stammzahlreduktion noch weitere aktive Durchforstungseingriffe durchgeführt wurden.
- Parzelle 12 umfasst die Variante „Hohe Stammzahlhaltung“. Dabei wurde bei einer Oberhöhe von 5 m eine schematische Stammzahlreduktion durchgeführt und die Stammzahl auf 3000 Bäume/ha gesenkt. Die Erstdurchforstung erfolgte ebenfalls schematisch bei einer Oberhöhe von 12,5 m. Die Stammzahl wurde dabei auf rund 1500 Bäume/ha reduziert. Es folgten noch drei weitere Durchforstungseingriffe mit einer Stammzahlabsenkung auf 1200 Bäume/ha bei einer Oberhöhe von 17,5 m, auf 900 Bäume/ha bei einer Oberhöhe von 22,5 m und auf

700 Bäume/ha bei einer Oberhöhe von 27,5 m.

- Bei der auf Parzelle 14 umgesetzten Variante „Niedrige Stammzahlhaltung“ wurde im Zuge einer Stammzahlreduktion bei einer Oberhöhe von 5 m die Stammzahl auf 2500 Bäume/ha gesenkt. Die anschließende Erstdurchforstung fand bereits bei einer Oberhöhe von 10 m statt. Dabei wurden 50 % der Stammzahl bzw. 44 % der Grundfläche entnommen. Auf die Erstdurchforstung folgten in rascher Folge zwei weitere Eingriffe, sodass bei einer Oberhöhe von 15 m nur mehr 700 Bäume/ha vorhanden waren. Der letzte Eingriff erfolgte wie bei allen anderen Varianten bei einer Oberhöhe von 27,5 m mit einer Absenkung der Stammzahl auf 400 Bäume/ha.

▼ Abbildung 1:
Sortenstruktur für drei
ausgewählte Parzellen
des europäischen
Stammzahlhaltungs-
versuchs in Ottenstein
im Alter von 60 Jahren
inklusive aller
Vornutzungen.





▲
Abbildung 2:
Erlöse, Kosten und Deckungsbeitrag 1 für drei Behandlungsvarianten des europäischen Stammzahlhaltungsversuchs in Ottenstein im Alter von 60 Jahren inklusive aller Vornutzungen.

Wuchsleistung und Sortenstruktur

Die Variante „Niedrige Stammzahlhaltung“ (Parzelle 14) ist hinsichtlich der mittleren Baumdimensionen eindeutig den beiden anderen Varianten (Parzellen 10 und 12) überlegen. Bei Grundfläche (G), Vorrat (V) und Gesamtwuchsleistung (GWL) ist die Variante „Hohe Stammzahlhaltung“ der Variante „Niedrige Stammzahlhaltung“ und der unbehandelten Vergleichsvariante überlegen (Tabelle 1).

Für die Ermittlung der Sortenstruktur wurden alle im Jahr 2016 auf den jeweiligen Parzellen stockenden Bäume sowie alle im Zuge von Vornutzungen entnommenen Bäume mit Hilfe von Schaftkurven rechnerisch in Sortimente ausgeformt. Betrachtet man nun die Verteilung der anfallenden Sortimente, so ist hier die Variante „Niedrige Stammzahlhaltung“ mit einem Blochholzanteil (ab Stärkeklasse 2a) von 82 % eindeutig im Vorteil. Bei der Variante „Hohe Stammzahlhaltung“ liegt der Blochholzanteil bei 71 % und bei der unbehandelten Vergleichsvariante nur bei 44 %. Beim Faser- und Energieholz bzw. bei den übrigen Schwachholzsortimenten ist die Reihung genau umgekehrt (Abbildung 1).

Erlöse, Kosten, Deckungsbeitrag

Für die Ermittlung der Holzerlöse wurden die rechnerisch ermittelten Holzsortimente herangezogen. Die Holzpreise wurden dem Marktbericht XI/2018 der Landwirtschaftskammer Österreich entnommen. Für die Schätzung der Holzerntekosten wurden die gleichen Modelle wie bei der Holz- und Biomassenstudie verwendet. Für alle planmäßigen Vornutzungen sowie für die Endnutzung wurden die Kosten eines Harvester/Forwarder-Einsatzes unterstellt. Bei außerplanmäßigen Nutzungen mit einem Holzanfall von mehr als 30 Efm/ha wurde ebenfalls ein Harvester/Forwarder-Einsatz angenommen, bei geringeren Holz-mengen wurden dagegen die Kosten eines Bauernakkordanten mit Traktor und Seilwinde unterstellt. Die auf Parzelle 12 und 14 durchgeführte Stammzahlreduktion wurde jeweils 2000 €/ha kalkuliert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Variante „Niedrige Stammzahlhaltung“ einen fast gleich hohen Deckungsbeitrag 1 von rund 55.000 €/ha erbringt wie die Variante „Hohe Stammzahlhaltung“ (Abbildung 2). Dies ist insofern bemerkenswert als die Gesamtwuchsleistung bei der Variante „Niedrige Stammzahlhaltung“ um 167 Vfm/ha geringer ist (Tabelle 1). Verantwortlich für dieses Ergebnis ist einerseits ein höherer Durchschnittserlös aufgrund des höheren Blochholzanteils, andererseits sind die Holzerntekosten geringer wegen einer günstigeren Stück-Masse-Relation. Der Deckungsbeitrag der unbehandelten Vergleichsvariante liegt mit 29.000 €/ha deutlich unter den beiden Durchforstungsvarianten. Die Vermeidung von Pflegeeingriffen führt daher nur zu einer scheinbaren Kosteneinsparung. Tatsächlich werden die Kosten hin zur Endnutzung verlagert was in Kombination mit dem höheren Schwachholzanteil zu einem vergleichsweise geringeren Deckungsbeitrag führt. Inaktivität bei der Jungbestandspflege ist daher keine sinnvolle Behandlungsoption.



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

Waldbaukonzepte in Mischung mit und ohne Fichte

Die Mischungsform und die zwischenartliche Konkurrenz – zwei wesentliche Einflussgrößen beim Aufbau spannungsarmer Baumartenmischungen.

Mischbestände, die sich aus unterschiedlichen, an die jeweiligen Standortverhältnisse angepassten und auch zueinander passenden Baumarten zusammensetzen, minimieren nicht nur das Risiko im Hinblick auf das sich ändernde Klima, sondern zeichnen sich auch durch eine höhere Biodiversität und im Idealfall durch eine höhere Wertschöpfung aus.

Durch die Wahl der geeigneten Mischungsform kann bei der Pflege der Bestände einiges an Aufwand eingespart werden. Die Konkurrenz zwischen den Baumarten spielt sich in erster Linie entlang der Kontaktzonen ab, daher hat die Länge dieser Kontaktzone wesentlichen Einfluss auf den notwendigen Pflegeaufwand. Einzelmischungen sind aufgrund der unterschiedlichen Wuchsdynamik der einzelnen Baumarten problematisch und führen aufgrund überlanger Kontaktzonen zu erhöhten Pflegeaufwänden und Entmischungstendenzen. In der Regel sind gruppen- oder reihenweise (mehrere Reihen derselben Baumart nebeneinander) Mischungen pflegeleichter und behalten eher den Mischwaldcharakter.

Mischung von Laubholz mit Fichte und anderen Nadelhölzern

Neben der Anlage von Laubmischwäldern mit heimischen Eichen und Edellaubhölzern ist die Mischung von Laubholz mit Fichte und anderen Nadelhölzern für die Praxis besonders

interessant, denn derartige Mischungen könnten bereits in der Vornutzung nennenswerte Erlöse durch das Nadelholz erzielen und gleichzeitig zur Qualitätsentwicklung der beigemischten Laubhölzer beitragen. Ob derartige Baumartenmischungen in der Praxis funktionieren und welche Voraussetzungen dafür erfüllt sein müssen, sollen zwei Versuchsflächen auf sekundären Fichtenstandorten in Niederösterreich zeigen.

Gerolding I: Dauermischung aus Fichte, Tanne und Bergahorn

Ziel der 1998 angelegten Fläche war eine gleichwertige Dauermischung aus Fichte, Tanne und Bergahorn in Mischungsanteilen von 5 Fichte, 3 Tanne und 2 Bergahorn. Dabei sollte in einem Fichtengrundbestand (2,5 x 2,5m) mit relativ wenigen, über die Fläche gut verteilten Mischbaumarten im Endbestand ein höherer Anteil dieser Baumarten erzielt werden. Als Mischbaumarten wurden ca. 100 Tannen/ha und 20 Bergahorn-Kleintrups gepflanzt. Jeder Bergahorntrupp bestand aus fünf Heisterpflanzen, wobei eine zentrale Pflanze von vier Pflanzen im Abstand von ca. 1,5 m um-

Mischungsart
die verschiedenen miteinander gemischten Baumarten

Mischungsform
Aggregationsform der beigemischten Baumarten

Mischungsgrad
prozentualer Flächenanteil der jeweiligen Baumarten.

Versuchsflächen in Gerolding:

Lage: Gerolding – Dunkelsteiner Wald

Seehöhe: 450 m

Exposition: eben bzw. Nordwest

Geologie: Ausläufer der böhmischen Masse – Paragneis, Granulit

Boden: kristalline Braunerde, vermischt mit alten Verwitterungsdecken, sandiger Lehm, frisch, tiefgründig

Niederschlag: 600 mm/Jahr

Natürliche Waldgesellschaft: submontaner Buchenwald



▲
Abbildung 1:
Tanne im Einzelschutz
nach acht Vegetations-
perioden.

▼
Abbildung 2:
In der Jugend
vorwüchsiger Bergahorn-
Kleintrupp; für die
Wertholzerziehung sind
Formschnitte und
Astungen unumgänglich.



geben wurde. Durch den einmaligen Einsatz eines Fegeschuttmittels beim Bergahorn konnte der schalenwildbedingte Ausfall auf zirka 5 % beschränkt werden. Die Tanne ist im Gegensatz zur Fichte weniger anfällig auf Trockenheit und Borkenkäfer und gleichzeitig auch sturmfester und in tieferen Lagen heimisch. Aufgrund ihrer hohen Anziehungskraft auf das Wild wurden die Tannen mit Einzelschutz versehen und in den Fichtenreihen zu je vier Stück hintereinander gepflanzt.

Nach 21 Vegetationsperioden kann zwar noch kein endgültiges Fazit gezogen

werden, aber aus der Höhenentwicklung der drei Arten und den bisher durchgeführten Pflegeeingriffen lassen sich vorläufige Erkenntnisse ziehen. Diese sind:

- Die Tanne war auch bei der vorliegenden Freifächensituationen gut geeignet. Es traten weder Frostschäden noch Lausbefall auf. Stattdessen wurden massive, illegale Reisigentnahmen beobachtet, die bei vielen Jungtannen zu reduzierten Kronen und daraus folgend zu Zuwachsverlusten führten. Dementsprechend war die mittlere Höhe der Oberschichtbäume nach 21 Vegetationsperioden bei der Tanne mit 12 m etwa 2 m niedriger war als bei Fichte und Bergahorn (jeweils zirka 14 m). Aufgrund der Tendenz zur Vorwüchsigkeit der Fichte unter Freiflächenverhältnissen sollten eher trupp- bis gruppenförmige Mischungsformen zum Einsatz kommen.
- Die Bergahorn-Kleintrupps hatten kaum innerartliche Astreinigungseffekte. In der Jugend waren sie der Fichte beim Höhenwuchs deutlich überlegen, daher hat die Fichte kaum zur Qualifizierung des Bergahorns (zwischenartliche Astreinigungseffekte) beigetragen. Stattdessen waren fünf Pflegeeingriffe (Formschnitte, Astungen), verteilt auf 16 Vegetationsperioden, notwendig, um die Z-Bäume auf eine mittlere astfreie Schaftlänge von rund 5,5 m zu bringen.
- In einem angrenzenden Horst aus reinem Bergahorn (2500 m², Verband 2 x 2 m) sieht die Situation anders aus: Hier erreichte der Bergahorn nach 16 Vegetationsperioden eine mittlere, astfreie Schaftlänge von ca. 6 m, überwiegend aufgrund natürlicher Astreinigung und mit nur geringen Kosten. Lediglich einzelne Äste wurden im Zuge der Z-Baumauswahl mit der Stangensäge entfernt.

Gerolding II: Dauermischung aus Eiche und Buche mit Fichte als Zeitmischung

Eine zweite Versuchsfläche hatte das Ziel, eine gleichwertige Dauermischung aus Eiche und Buche (5 Eiche, 5 Buche) mit Fichte als Zeitmischung zu etablieren.

Als Ausgangssituation dient auch hier ein Fichtengrundbestand mit Eichennestern und Buchentrupps auf Endbaumabstand (Verband 12 x 12 m). Hier wird versucht, die Fichte als ökonomisch interessante Baumart, vor allem in der Vornutzung und als Qualifizierungsbaumart bei der Wertholzerziehung von Eiche und Buche, einzusetzen. Bei der Eiche wurde die Nesterpflanzung gewählt, da diese aufgrund ihrer geringen Grundfläche (ca. 1,5 m²) relativ einfach zu schützen ist: Vier Pflöcke und ca. 5-6 Laufmeter irgendeines Zaungeflechts sind ausreichend. Bei den Buchentrupps wurden um eine zentrale Buche ein Ring mit 6 und ein zweiter Ring mit 12 Buchen gepflanzt. Die Abstände der einzelnen Ringe im Trupp sowie der Pflanzen auf dem Ring betragen einen Meter. Bei der

Buche konnte auf Wildschutzmaßnahmen verzichtet werden.

Vorläufige Erkenntnisse

- Der extrem hohe innerartliche Konkurrenzdruck im Eichennest (Verband 0,2 x 0,2 m) führt zu hohen HD-Werten (> 110) und einer geringeren Stabilität. Vor allem aber führt die angespannte Konkurrenzsituation zu Zuwachseinbußen in der Höhenentwicklung und damit zu einem Zurückbleiben hinter der wuchskräftigeren Fichte. Die mittlere Höhe der Oberschichtbäume lag nach 17 Vegetationsperioden bei Fichte bei ca. 11,5 m, bei Buche bei ca. 9,5 m und bei Eiche bei ca. 9,0 m.
- Zudem sorgte die flächenmäßig sehr kleine Mischungsform (Eiche-Fichte) für sehr instabile Mischungsverhältnisse. Auch hier würden großflächigere Eichentrupps, die mindestens dem Standraum eines Baumes im Erntealter entsprechen, für eine stabilere Situation sorgen, so wie dies für die Mischung Buche-Fichte sehr gut funktioniert hat.



◀ Abbildung 3:
Eichennest geschützt,
nach acht Vegetations-
perioden.

►
Abbildung 4:
Buchentrupp nach 14
Vegetationsperioden.



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

- Die Halbschattbaumart Fichte führt grundsätzlich zu einer zufriedenstellenden Astreinigung bei der Lichtbaumart Eiche.

Schlussfolgerung

Obwohl die Fichte auf vielen Sekundärstandorten in tieferen Lagen langfristig gefährdet ist, hat sie auf vielen Standorten ein hohes Wuchspotential und

eine starke Konkurrenzkraft gegenüber Laubbaumarten und anderen Nadelbäumen. Die Erfahrungen der beiden beschriebenen und vieler weiterer Versuche zeigt, dass großflächigere Mischungen besser geeignet sind, um die unterschiedliche Wuchsdynamik der verschiedenen Baumarten optimal zu regulieren und zu nutzen.



Der Boden – ein unbekanntes Wesen?

Analog und gut – Bestimmungsfächer für Waldböden

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

Bestellung: www.bfw.ac.at/webshop

Nichtheimische Baumarten als Fichtenersatz

Bereits im 19. Jahrhundert, wurden in Österreich die ersten Versuchsanbauten von Professor Adolf Cieslar angelegt, um die Wüchsigkeit, Holzqualität, Ansprüche an den Standort und das Klima zu untersuchen. Wer hätte gedacht, dass die Motive dieser Pionierarbeit mit nichtheimischen Baumarten, über 130 Jahre später, aktueller denn je sind!

Aktuelle Ergebnisse vieler wissenschaftlicher Arbeiten zeigen, dass es im Wald zu massiven Veränderungen durch den Klimawandel kommen wird. Man geht davon aus, dass der erwartete Wert europäischer Waldflächen aufgrund des Rückgangs wirtschaftlich wertvoller Arten, wie der Fichte, ohne wirksame Gegenmaßnahmen sinken wird. Nichtheimische Baumarten werden, besonders im Hinblick auf die Klimaerwärmung, immer stärker auf geeigneten Standorten als mögliche Alternativen diskutiert.

Wenn man heute in Europa von nichtheimischen Baumarten spricht, sind damit Baumarten gemeint, deren natürliches Vorkommen nicht in Europa liegt. Derzeit werden über 150 nichtheimische Baumarten in der Forstpraxis verwendet. Schätzungen zur Folge sind zirka 4 % der europäischen Waldfläche mit nichtheimischen Baumarten bestockt: allen voran Baumarten der Gattungen Eucalyptus, Pinus, Acacia und Abies. In Österreich werden aktuell über 30 nichtheimische Baumarten verwendet. Auf den Forstinventurflächen kommen am häufigsten Hybrid-Pappel, Douglasie und Robinie vor.

Das Institut für Waldwachstum und Waldbau des BFW in Wien widmet sich

in vielen Forschungsprojekten den waldbaulichen Herausforderungen, aber auch den Risiken, die der Anbau von nichtheimischen Baumarten mit sich bringt. Derzeit werden Anbauversuche auf 19 ertragskundlichen Dauerversuchsflächen mit folgenden nichtheimischen Baumarten geführt: Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), Gelbkiefer (*Pinus ponderosa*), Küstentanne (*Abies grandis*), Mammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*), Rot-eiche (*Quercus rubra*), Scheinzypresse (*Chamaecyparis* sp.) und Riesen-Thuja (*Thuja plicata*). Die Ergebnisse der Anbauversuche werden laufend in einer Datenbank aktualisiert und sind für alle öffentlich zugänglich.

Die Anbauversuche liefern wertvolle Erkenntnisse für die waldbauliche Verwendung, während durch Modellierungen die potentielle Verbreitung von nichtheimischen Arten prognostiziert werden kann. Aus unseren Erfahrungen mit waldbaulichen Modellen und Forschungsarbeiten am Institut für Waldwachstum und Waldbau können wir folgendes schlussfolgern: Um die Anpassungsfähigkeit von nichtheimischen Baumarten zu testen, müssen wir zuerst wissen, welche Herkünfte der Samenquellen für die Zukunft optimal sind. Am Beispiel der Douglasie wurde erarbeitet, welche Saatgutherkünfte für einen bestimmten Pflanzstandort in Österreich am besten geeignet sind (Abbildung 3, Seite 17). Des Weiteren wurde in Kooperation mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen aus ganz Europa die potentielle Verbreitung von 19 nichtheimischen Baumarten berechnet. Mit Hilfe der Berechnung, die auf den Daten

Datenbank

der Anbauversuche
alternativer Baumarten:
<http://bfw.ac.at/ww/versuchsflaechen.suche>

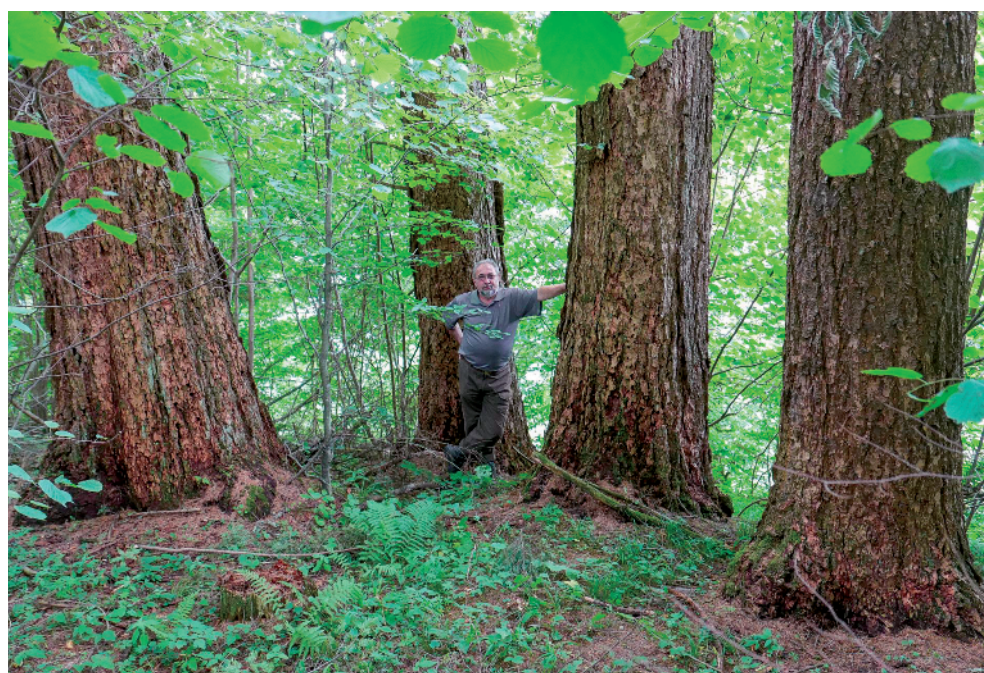


▲
Abbildung 1:
Seit 1900 betreibt das BFW im Wienerwald und Burgenland Anbauversuche mit der Roteiche (*Quercus rubra*). Sie gilt als raschwüchsig, sturmsicher und wird außerdem als Alternative zur Fichte auf trockenen und nicht kalkhaltigen Böden, im Hügelland sowie in den unteren Berglagen auf mäßig wechselfeuchten Standorten diskutiert. Im Vergleich zu heimischen Eichen erzielen Roteichen eine höhere Masseleistung allerdings zu geringeren Werterwartungen. (QUELLE: WERNER RUHM)

zur natürlichen Verbreitung, zum Vorkommen in Europa und auf Klimaparametern basiert, können ökologische und praktische Fragen beantwortet werden.

Zu den wichtigsten Forschungsfragen zählt die Einschätzung der ökologischen Risiken, welche die Verwendung von nichtheimischen Baumarten mit sich bringen kann. Denn die Einbringung einer neuen Art in ein neues Gebiet birgt ein unbekanntes Risiko. Wird die Art in Zukunft invasiv werden und sich unkontrolliert in heimische Lebensräumen verbreiten? Viele Beispiele, nicht nur aus der Forstwirtschaft, aber zum Beispiel aus der Landwirtschaft oder aus dem Gartenbau, haben gezeigt, dass sich Arten verselbstständigen und zu einem großen ökologischen Problem im neuen Gebiet werden können. Zu den negativen Auswirkungen von invasiven Baumarten gehören zum Beispiel die Veränderungen der Ökosystemleistungen, die Konkurrenz für heimische Arten oder Einschleppung von Pathogenen. In Österreich zählen Götterbaum, Eschenahorn und Robinie zu invasiven nicht-heimischen Baumarten. Viele ökologische Bewertungsmethoden werden zurzeit entwickelt, um das Aus-

►
Abbildung 2
Der Douglasienaltbestand in Großreifling/Landl (ÖBF-AG) wurde vor 137 Jahren von A. Cieslar als eine der ersten Versuchsflächen in Österreich angelegt. Mit einem Vorrat von ca. 2500 Vfm/ha und einer Baumhöhen vom bis 64 m zählen die Baumgiganten zu den höchsten Bäumen Österreichs. (QUELLE: WERNER RUHM)



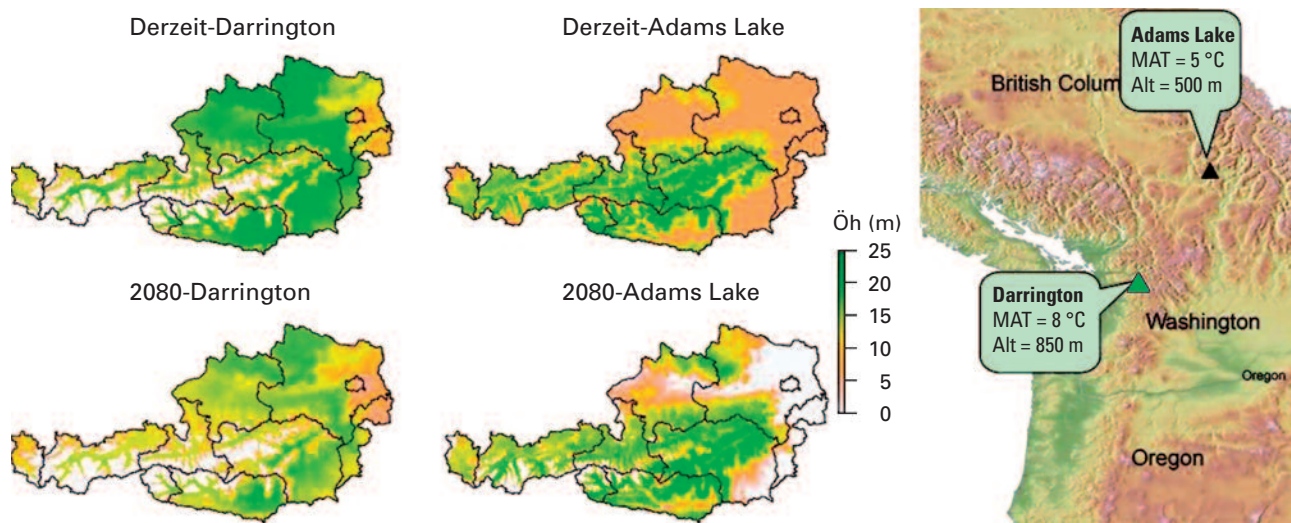


Abbildung 3:

Die Wahl der Herkunft spielt eine wichtige Rolle bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Die nicht-heimische Douglasie, zum Beispiel, zeigt je nach Herkunft große Unterschiede im Wachstumspotential. Die Abbildung verdeutlicht das Wachstumspotential (bezogen auf die Oberhöhe im Alter von 24 Jahren) von Douglasien zweier unterschiedlicher nordamerikanischer Herkünfte aus der Adams Lake (eine kalte und trockene Region im Bundestaat British Columbia) und Darrington (eine feuchte und warme Küstenregion im Bundestaat Washington). Sowohl unter dem derzeitigen Klima als auch mit zunehmender Klimaerwärmung ist das prognostizierte Wachstum der Douglasienherkünfte aus Darrington, der warmen Küstenregionen, besser als jene aus dem Inland.

(CHAKRABORTY D, WANG T, ANDRE K, ET AL (2016) ADAPTING DOUGLAS-FIR FORESTRY IN CENTRAL EUROPE: EVALUATION, APPLICATION, AND UNCERTAINTY ANALYSIS OF A GENETICALLY BASED MODEL. EUR J FOR RES. DOI: 10.1007/S10342-016-0984-5)

maß der Risiken von nichtheimischen Arten zu erfassen.

Darüber hinaus gewinnt das Thema zunehmend an politischer Relevanz. Mit dem Inkrafttreten der EU-Verordnung über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten wurde in der EU ein rechtliches Instrument etabliert, um invasive Arten aus dem Handel zu verbannen und EU weit zu bekämpfen. Zurzeit betrifft diese EU-Verordnung noch keine Baumarten, allerdings haben viele europäische Länder in unterschiedlichen Gesetzesformen auf nationaler und regionaler Ebene die Verwendung von nicht-heimischen Baumarten geregelt. In Österreich ist die rechtliche Situation im Forstgesetz klar definiert.

Die „forstliche Nutzung geeigneter, fremdländischer, bestandesbildender Arten und Hybriden der Gattungen“ ist auf die im Anhang des Forstgesetz 1975/2016 angeführten Baumarten limitiert.

Die Vielseitigkeit der Forschungsarbeiten zu nichtheimischen Baumarten zeigt, dass die Frage, ob nichtheimische Bauarten als Ersatz für die Fichte dienen können, keineswegs einfach zu beantworten ist. Die Antwort auf die Frage wird von den Veränderungen lokaler Standortseigenschaften und den zunehmenden, wissenschaftlichen Erkenntnissen über einzelne heimische und nichtheimische Baumarten abhängen.



Dr. Katharina Lapin,
Dr. Debojyoti Chakraborty,
Institut für
Waldwachstum und Waldbau,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
katharina.lapin@bfw.gv.at

Die anhaltende Borkenkäfer-Kalamität in Österreich

Im Sommer 2018 verschärfte sich die Situation hinsichtlich Borkenkäferschäden, sie verursachten im Laufe des Jahres österreichweit Schäden von über 5 Millionen Festmeter. Die rechtzeitige Abfuhr und bekämpfungstechnische Behandlung befallenen Holzes erwiesen sich als bedeutendes Problem bei der Borkenkäferbekämpfung. Einige neue Methoden wurden dazu erprobt.

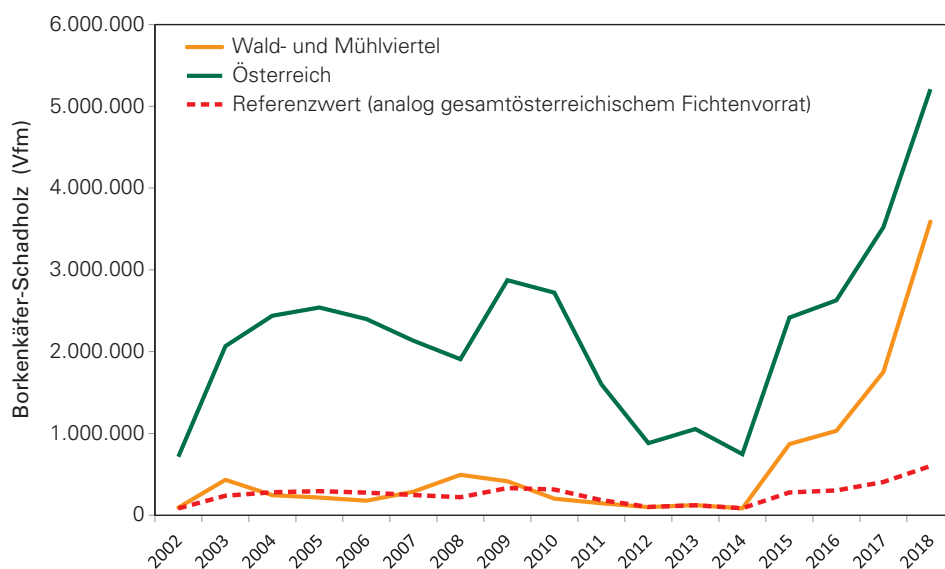
Der Sommer 2015 brachte einen dramatischen Anstieg der Schäden durch Borkenkäfer in den nördlichen und östlichen Teilen Österreichs. Seither bewegen sich diese auf Rekordniveau, insbesondere die Bezirke an und nördlich der Donau sind betroffen. Für diese Gebiete zeigt sich für die Jahre seit 2002 ein signifikanter Zusammenhang der Schäden durch Borkenkäfer mit hoher Temperatur und wenig Niederschlag.

Regionale Unterschiede – der Zusammenhang von hohen Temperaturen und Trockenheit

Borkenkäfer und andere sekundäre Rindenbrüter gehören sehr wahrscheinlich zu den Gewinnern des prognostizierten Klimawandels (Hoch et al. 2016 und 2017). Die Situation der letzten Jahre führt die dahinterliegenden Mechanismen vor Augen: Höhere Temperaturen während der Vegetationszeit ermöglichen Arten wie dem Buchdrucker eine raschere Entwicklung und durch mehrere Generationen ein wesentlich erhöhtes Vermehrungspotenzial. Trockenheit während der Vegetationszeit, verstärkt durch höhere Temperaturen, schwächt die Abwehrfähigkeit der Bäume gegen Attacken durch Borkenkäfer.

Die Entwicklung der Borkenkäfer verlief regional höchst unterschiedlich, die Rekordschäden der letzten Jahre beruhten

► Abbildung 1: Schäden durch Borkenkäfer laut Dokumentation der Waldschädigungsfaktoren (DWF) im Wald- und Mühlviertel im Vergleich zu Österreich gesamt. Der Referenzwert stellt den für diese Regionen proportional zum Fichtenvorrat erwarteten Schaden dar. Die DWF erhebt Schäden als Volumen befallener Bäume im Wald unabhängig von der tatsächlichen Nutzung als Kalamitätsholz.



im Wesentlichen auf einem enormen Anstieg in den nördlichen Landesteilen (Donauraum und nördlich davon). So trugen 2017 das Mühl- und Waldviertel gemeinsam zu etwa 50 % der österreichweit verzeichneten Borkenkäferschäden bei (Abbildung 1). Diese deutlich überproportionalen Schäden begannen mit dem trocken-heißen Sommer 2015.

Eine Forschergruppe analysierte Borkenkäfer-Schadholzstatistiken aus 17 europäischen Staaten bzw. Regionen und

konnte dabei zeigen, dass eine hohe Temperatur während der Vegetationsperiode sowie Trockenheit und Sturmschäden im Vorjahr die Wachstumsrate der Schäden durch den Buchdrucker förderten (Marini et al. 2017). Diese Studie bestätigte somit die weithin akzeptierte große Bedeutung des Brutholzangebotes bei der Entstehung von Kalamitäten dieser Art auf der einen Seite und den Einfluss klimatischer Rahmenbedingungen auf der anderen Seite. Die Wechsel-

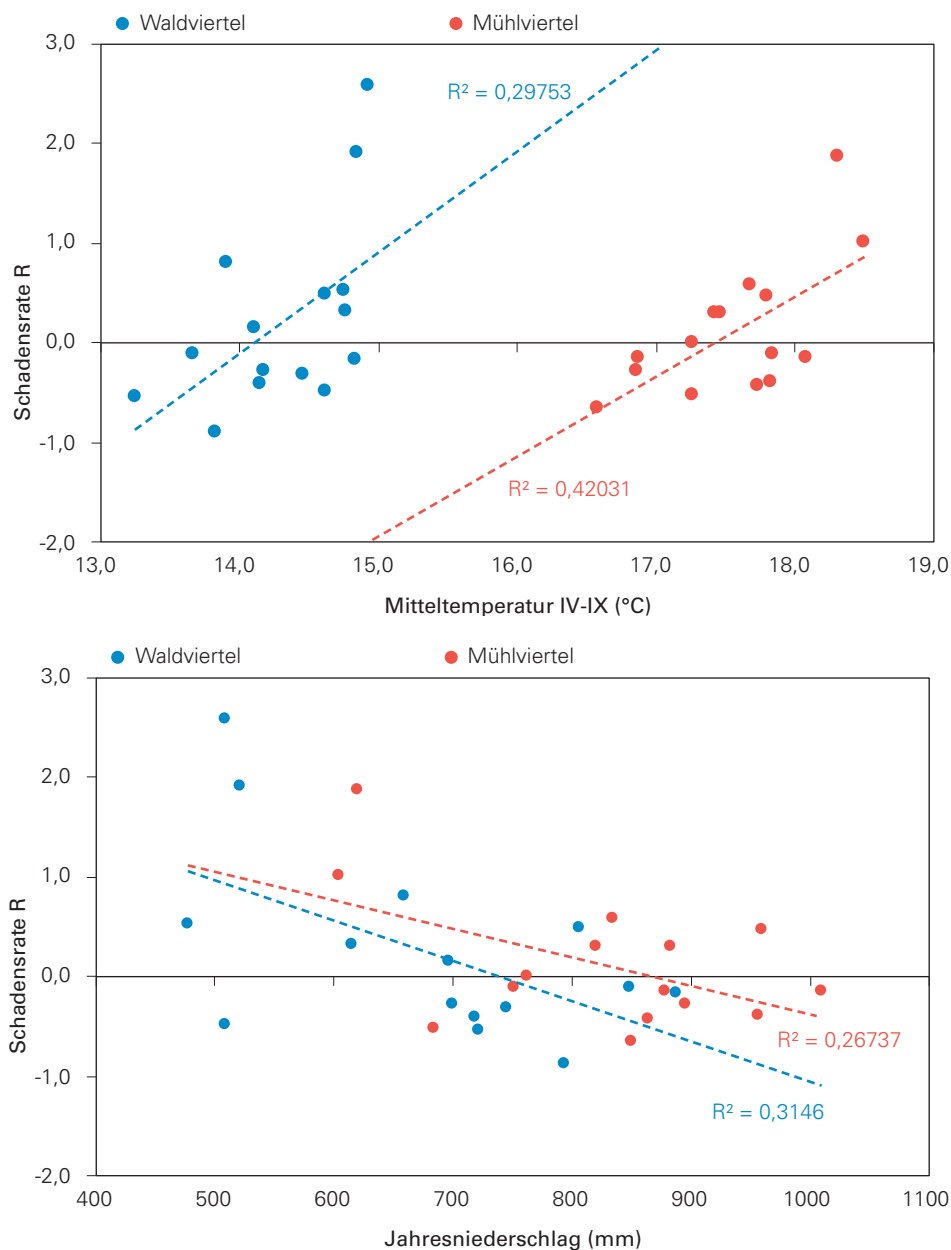


Abbildung 2:
Wachstumsrate der
Borkenkäferschäden
[Schadensrate $R = \ln(\text{Schaden}_t / \text{Schaden}_{t-1})$]
im Wald- und Mühlviertel
im Zusammenhang mit
Jahresniederschlag und
Mitteltemperatur der
Monate April-September
für den Zeitraum 2003-
2017.
Datengrundlage:
Borkenkäferschäden laut
DWF, Klimadaten der
Stationen Zwettl-Stift
und Linz-Stadt
(Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik:
www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring)

►
Abbildung 3:
Entrindung mit dem
Harvester



wirkung zwischen Abwehrfähigkeit der Fichten und Anzahl der Buchdrucker bestimmt demnach, ob es zu Stehendbefall kommt. Ist die Massenvermehrung der Käfer stark genug, werden auch vitale Fichten erfolgreich attackiert (Christiansen & Bakke 1988).

Betrachtet man die Borkenkäferschäden in Wald- und Mühlviertel seit Beginn der Dokumentation der Waldschädigungsfaktoren (DWF), zeigt sich ein Zusammenhang der Wachstumsrate der Schäden mit Temperatur und Niederschlag: In warmen, trockenen Jahren steigen die Schäden, während sie in kühlen, niederschlagsreichen Jahren abnehmen (Abbildung 2). Der sonst oft beobachtete Einfluss der Schadholzmenge durch Sturm, Schnee oder Eis war für den Untersuchungszeitraum in den beiden Regionen nicht nachzuweisen.

Auch diese Analysen verdeutlichen den dramatischen Anstieg der Borkenkäferschäden im Jahr 2015 durch hohe Temperaturen und geringe Niederschlagsmengen. Höhere Niederschläge im Jahr 2016 dämpften die Entwicklung, die Borkenkäferpopulationen blieben jedoch auf extrem hohem Niveau, so dass 2017 auch wieder die Schäden zunahmen.

Die Witterungsbedingungen im Jahr 2018 waren für den Buchdrucker optimal. In ganz Österreich waren die Temperaturen deutlich über dem langjährigen Mittel. Für den Buchdrucker gab es ab Beginn der Brutaktivität keine längeren Perioden, die die Entwicklung gedämpft hätten. Die fertig entwickelte erste Generation des Jahres flog häufig bereits Ende Mai bis Anfang Juni aus. Schließlich konnten sich in den tieferen Lagen überall drei Generationen, in höheren Lagen häufig noch zwei Generationen im Jahr entwickeln.

Wohin mit dem befallenen Holz?

2018 kam auch noch ein logistisches Problem hinzu: Die großen Mengen an Käferholz konnten oft nicht rechtzeitig abgeführt oder nicht sofort verarbeitet und damit ungefährlich gemacht werden. Die Notwendigkeit, ein breiteres Spektrum an Methoden für die bekämpfungstechnische Behandlung zur Verfügung zu haben, wurde dabei offensichtlich. Das BFW erprobte deshalb einige erfolgversprechende Verfahren. Nasslagerung ist ein bekanntes Verfahren zur Konservierung von unbefallenem Holz. Versuche am BFW zeigten, dass eine Beregnung

mit 10-20 Liter/m²/Tag auch den Schlupf von Buchdruckern aus befallenem Holz unterdrücken kann (Thür 2019).

Ein anderer Ansatz war, durch Abdeckung von Poltern den Ausflug der sich entwickelnden Borkenkäfer zu verhindern. Silofolie oder ein Zellstoff-Polypropylen-Laminat stellten für den Buchdrucker keine wirksame mechanische Barriere dar. Bei letzterem könnte allenfalls unterstützend mit Insektiziden gearbeitet werden. Bau-Vlies zeigte in ersten Versuchen interessante Eigenschaften. Wie weit die Barrierewirkung tatsächlich eine insektizidfreie, alternative Bekämpfungsmöglichkeit bietet, muss in weiteren Versuchen getestet werden.

Die Situation entlasten könnte auch eine Entrindung des Holzes, beispielsweise im Rahmen der Aufarbeitung durch Harvester. Dies wird im Projekt DEBARK erforscht, an dem das BFW in Kooperation mit der Universität für Bodenkultur Wien arbeitet. Untersucht wird der Einfluss der Entrindung von befallenem und unbefallenem Holz zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf die Entwicklung der Borkenkäfer, mit Schwerpunkt auf den Buchdrucker. Ebenso wurde die Bläueentwicklung bei entrindetem und nicht entrindetem Holz beurteilt. Die vorläufigen Ergebnisse stimmen aus forstschutztechnischer Sicht

zuversichtlich, bedürfen aber noch weiterer Untersuchung. Desgleichen untersucht die BOKU die Methode aus der Sicht der Arbeitstechnik und Logistik. Eine Frage ist auch die Akzeptanz bei den Abnehmern.

Unter den derzeitigen Klimaszenarien werden Borkenkäfer – letztendlich nicht nur bei der Fichte – weiterhin von Bedeutung sein. Vor allem in jenen Gebieten, die durch Änderungen in der Niederschlagsverteilung und -menge durch Trockenheit zusätzlich belastet sind, werden Massenvermehrungen auch ohne das Vorhandensein von Brutholz aus Sturm und Schnee-Ereignissen möglich sein.

Vor allem in den derzeitigen Schwerpunktgebieten wird sich für die Forstbetriebe und Waldbesitzer neben Bestandesumwandlung als mittelfristige Maßnahme vor allem ein erhöhter Aufwand für Bekämpfungsmaßnahmen ergeben, der nur teilweise durch Förderungsmaßnahmen ausgeglichen werden kann. Von herausragender Bedeutung wird auch 2019 eine Lösung der logistischen und absatztechnischen Probleme und damit die Lagerung von (Käfer)holz in und außerhalb des Waldes unter Ausnützung aller bekämpfungstechnischen Möglichkeiten sein.



Priv.-Doz. Dr. Gernot Hoch,
Dipl.-Ing. Bernhard Perny,
Institut für Waldschutz,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
gernot.hoch@bfw.gv.at

BFW Bundesforschungszentrum für Wald
<http://bfw.ac.at>

Leitfaden zur Abwehr von Borkenkäferschäden
Schwerpunkt Fichtenborkenkäfer

Godtfred Stoyner, Bernhard Perny, Hannes Krahnen, Gernot Hoch

Borkenkäfer sind grundsätzlich sekundäre Schädlinge, die stark geschädigte oder frisch gefällte bzw. geschälte Bäume befallen. Bei einer Massenvermehrung wird der Befall primär und betrifft auch viele Bäume. Eine solche Massenvermehrung ist sehr schwer zu kontrollieren. Rechtzeitige Aufarbeitung und Abtransport von befallenen und toten Bäumen aus dem Wald sind daher die wichtigsten Maßnahmen. Der Einsatz verschiedener Methoden unterstützt bei der Abwehr von Borkenkäferschäden.

- Borkenkäfer befallen bei Massenvermehrung auch vitale Bäume.
- Befallenes und geschältes Holz unverzüglich entfernen.
- Vorbeugung und Bekämpfung gehen Hand in Hand.
- Rechtzeitiges, ungezügelter und konsequentes Vorgehen.

BFW Bundesforschungszentrum für Wald
<http://bfw.ac.at>

Schneebruch – was tun?

Auch in gut gepflegten Wäldern kann es zu Schneebruch kommen. Das Risiko ist aber mit den entsprechenden Maßnahmen zu senken. Foto: BFW

Schneebruch – was tun?

Fällt in kurzer Zeit viel feuchter Schnee und bleibt dieser auf Ästen und Wipfeln haften, können Gebirg oder dünne Bäume durch das Gewicht brechen. Wenn unterkühlter Regen die Zweige mit einer Eisschicht umschließt, führt dies bei entsprechender Eisdicke ebenfalls zum Bruch. Man spricht hier von Eiskbruch. Halbt Schnee am Eis an, wird die Belastung zusätzlich erhöht. Auch Raureif, der sich bei Nebel und Wind am Gebirg anlagert wird mit dem anhaltenden Schnee zum Problem. Wind verstärkt die Belastung für die Bäume erheblich.

Merkblatt
Borkenkäferbekämpfung:
<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=10112>

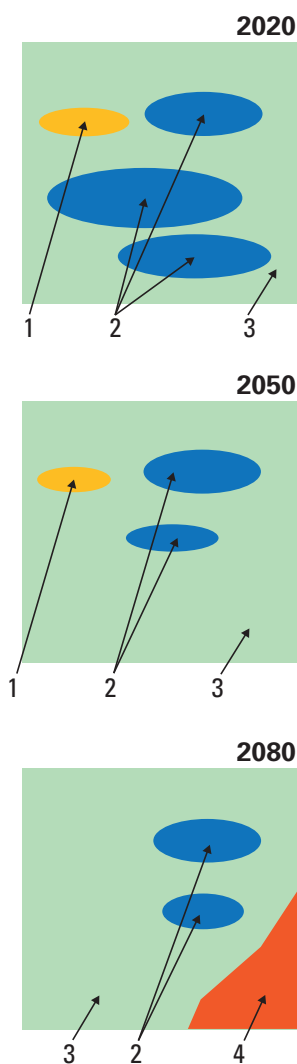
Merkblatt
Schneebruch:
<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=10530>

Borkenkäfer:
borkenkaefer.at

Entrindung mit Harvester (DEBARK):
<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=10484>

MICHAEL ENGLISCH, HERBERT FORMAYER, KLAUS KATZENSTEINER,
KLAUS KLEBINDER, RALF KLOSTERHUBER, MANFRED J. LEXER,
MARKUS WILHELMY, GERFRIED WINKLER, HARALD VACIK

Was kann eine dynamische Waldtypisierung leisten?



▲
Abbildung 1:
Veränderung der
räumlichen Ausdehnung
von Waldtypen zu
drei unterschiedlichen
Zeitpunkten (Aktuell,
2050, 2080), fiktives
Beispiel.

Der Waldstandort wird durch den Licht-, Wasser-, Wärme- und Nährstoffhaushalt geprägt. Dazu kommt die Nutzungsgeschichte, die den Standort mehr oder weniger stark überprägt. In der Waldökologie ging man bislang davon aus, dass diese Faktoren zwar jährlichen Schwankungen unterworfen sind, prinzipiell aber zumindest innerhalb einer Umtriebszeit von 100 – 150 Jahren unverändert bleiben. Mit dem Klimawandel muss diese Annahme korrigiert werden.

Die höheren Lufttemperaturen führen zu erhöhter Verdunstung, der Pflanze steht somit von vornherein weniger Wasser zur Verfügung und sie gibt mehr Wasser ab. In weiterer Folge kann es zu Trockenstress und Befall mit Sekundärschädlingen kommen. Im Extremfall können Embolien zum Vertrocknen der Pflanze führen. In jedem Fall ist aber durch die geringere CO₂-Fixierung eine niedrigere Biomasseproduktion, also ein Zuwachsverlust, zu erwarten.

Veränderung des Jahresniederschlags schwierig vorherzusagen

Ob, wie und in welchen Regionen Österreichs sich der Jahresniederschlag zukünftig verändert, ist unsicher. Auf regionaler Ebene haben Auer et al. (2007) historisch gesehen für den Südosten Österreichs eine langfristige Abnahme des Jahresniederschlags festgestellt, während für alle anderen Regionen (Westen, Norden und Inneralpin) geringe bis mäßige Zunahmen dokumentiert wurden. Auf lokaler Ebene hingegen haben etwa Hohmann et al. (2018) für das Raabtal keine Ver-

änderung des Jahresniederschlags in den letzten 30 Jahren festgestellt. Allerdings gibt es Hinweise, dass sich die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge regional verändern wird.

Auch der Nährstoffkreislauf kann durch den Klimawandel betroffen sein: Mit steigenden Luft- und daraus resultierend höheren Bodentemperaturen kann es bei ausreichender Feuchtigkeit einerseits zu intensiver Gesteinsverwitterung (Sverdrup 1990) und damit erhöhter Nährstoffnachlieferung kommen; andererseits bewirkt das veränderte Bodenklima auch eine raschere Umsetzung der organischen Substanz, was kurz- bis mittelfristig zu erhöhtem Nährstoffangebot, langfristig aber zu Humusabbau und Nährstoffverlusten führen kann. Als besonders sensibel gelten hier terrestrische Humusböden wie Rendzinen und Ranker.

Von statisch zu dynamisch

Aufgrund der Veränderungen der Wasser-, Wärme- und Nährstoffhaushalte im Bereich von wenigen Jahrzehnten muss von der klassischen Standortskartierung, die ein statisches (über lange Zeit unveränderliches) System von Standortseinheiten mit einheitlichen Eigenschaften unterstellt und das hypothetische Konzept der Potentiell Natürlichen Vegetation nach Tüxen (1956) benutzt, abgegangen werden.

Eine dynamische Waldtypisierung beschreibt stattdessen ein System von veränderlichen Standortszuständen. Abbildung 1 zeigt anhand eines fiktiven Beispiels, welchen Veränderungen diese als Waldtypen klassifizierten Standortszu-

stände über die Zeit unterworfen sind: Im Beispiel ist Waldtyp 1 im Jahr 2080 verschwunden, während ein neuer Waldtyp (4) auftritt, Waldtyp 2 verliert in dem Beispiel an Flächenausdehnung.

Dieses System wird zur räumlichen Modellierung und kartographischen Darstellung der Waldtypen der Steiermark erstmals eingesetzt.

Umfassende Datengrundlage

Um dieses umfangreiche raumbezogene Projekt in kurzer Zeit abschließen zu können, wird eine Vielzahl bereits vorliegender relevanter Datensätze und Informationen zum Wald in der Steiermark genutzt (Abbildung 2). Dies sind etwa Daten zur Topographie, zum Klima, zur Geologie, zur historischen Waldnutzung, zu Landnutzungsänderungen, aber auch eine Vielzahl vorliegender Standorts-, Boden- und Vegetationsaufnahmen sowie chemische und physikalische Bodenanalysen.

Gleichzeitig werden aber auch auf 1800 Probeflächen detaillierte, terrestrische Erhebungen zu Boden, Vegetation und Baumbestand durchgeführt. Auf 360 Flächen werden Bodenproben zur chemischen und physikalischen Analyse gewonnen. Des Weiteren finden umfangreiche Aufnahmen zur Ermittlung der Ausdehnung und Klassifikation der Lockergesteinsflächen des geologischen Ausgangssubstrats statt, unter anderem werden an 240 Standorten Substratproben für physikalische und mineralogische Untersuchungen genommen. Die Analysenergebnisse werden nach einem speziellen System zur Klassifizierung der Nährstoffverfügbarkeit und der Wasserhaushaltseigenschaften ausgewertet.

Modellierungen bis Ende des 21. Jahrhunderts

Unter Verwendung der oben genannten Daten und bei Betrachtung unterschiedlicher Klimaszenarien (aus Ensemble ÖKS15) ist es möglich, den Bodenwasserhaushalt, den Gesamtwasserhaushalt,

Projekt Waldtypisierung Steiermark - Erarbeitung der ökologischen Grundlagen für eine dynamische Waldtypisierung (FORSITE)

Der Auftraggeber des Projekts FORSITE ist die Abteilung 10 (Land- und Forstwirtschaft) des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, die Finanzierung erfolgt aus Mitteln des Programms zur Ländlichen Entwicklung 2014-2020. Eine Projektgemeinschaft von Universität für Bodenkultur (Projektleitung), Bundesforschungszentrum für Wald, Universität Graz, Joanneum Research, JR-AquaConSol GmbH, WLM - Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung und Alpecom Wilhelmy Technisches Büro für Geowissenschaften hat die Durchführung übernommen. Das Projekt wird bis zum Jahr 2021 für die gesamte Waldfläche der Steiermark abgeschlossen sein.



Das Land
Steiermark

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

Bundesministerium
Nachhaltigkeit 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

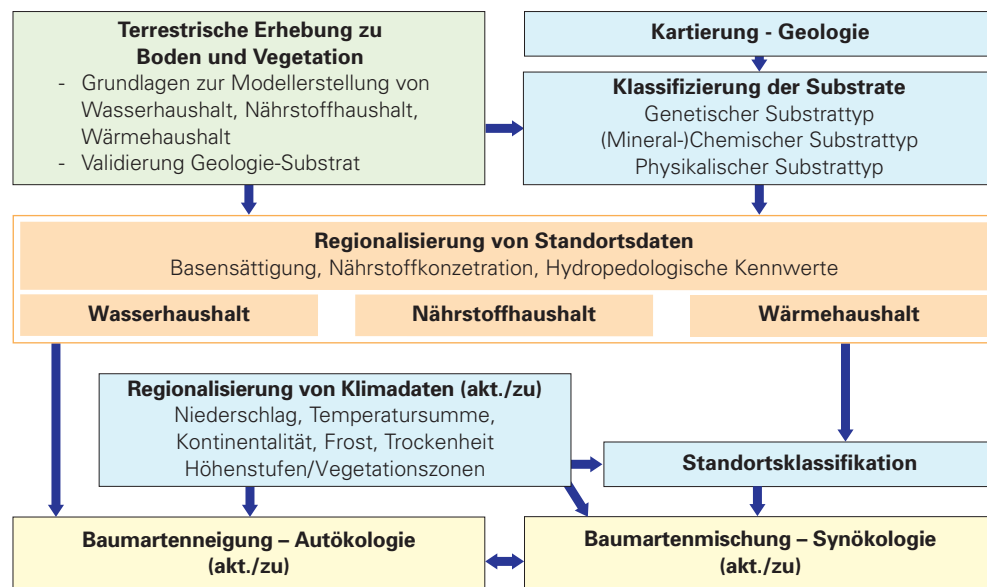


den Wärmehaushalt sowie den Nährstoffhaushalt jedes Waldstandorts dynamisch – das heißt für unterschiedliche Zeitpunkte in der Zukunft (bis Ende des 21. Jahrhunderts) – zu modellieren und damit die Baumarteneignung auf den unterschiedlichen Waldstandorten abzuschätzen.

Für unterschiedliche waldbauliche Eingriffsszenarien können daher Mischungen von Baumarten für die abgeleiteten Waldtypen entwickelt werden. Eine wesentliche Komponente ist dabei die Abschätzung standörtlicher Risiken unter verschiedenen Klimawandelszenarien.

In einem weiteren Schritt werden die Ergebnisse regionalisiert: Die punktuellen Modellergebnisse werden den konkreten Waldstandorten in hoher räumlicher Auflösung zugeordnet. Dabei sollen Waldtypen abgeleitet werden, die sich unter heutigen Klimabedingungen an anderen Lagen ausbilden; es soll aber auch dargestellt werden, mit welchen Veränderungen im Rahmen des Klimawandels für diese Standorte zu rechnen ist. Darunter können auch Wälder mit Baumarten fallen, die aktuell in anderen Klimaregionen beheimatet sind.

► **Abbildung 2:**
Ablaufschema des
Projekts ForSite.
(QUELLE: VACIK ET AL., BOKU)



Projektteam und Autoren

Projektleitung:
Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. Harald Vacik,
Institut für Waldbau,
Universität für Bodenkultur,
Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien

Dr. Michael Englisch,
Institut für Waldökologie,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien

Mag. Klaus Klebinder,
Institut für Naturgefahren,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Rennweg 1, 6020 Innsbruck

Assoz. Prof. Dr. Herbert Formayer,
Institut für Meteorologie,
Universität für Bodenkultur,
Gregor-Mendel-Straße 33,
1180 Wien

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. Klaus Katzensteiner,
Institut für Waldökologie,
Universität für Bodenkultur,
Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien

Mag. Ralf Klosterhuber,
WLM Büro für Vegetationsökologie
und Umweltplanung,
Innstraße 23, 6020 Innsbruck

Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. Manfred J. Lexer,
Institut für Waldbau,
Universität für Bodenkultur,
Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien

Mag. Marcus Wilhelmy,
AlpECON,
Technisches Büro für
Geowissenschaften,
Franz-de-Paula-Penz-Weg 28,
6165 Telfes im Stubaital

Assoz. Prof. Priv.-Doz. Mag.
Dr. Gerfried Winkler,
Institut für Erdwissenschaften,
Universität Graz,
Heinrichstraße 26, 8010 Graz

Praxisnahe Beschreibung der Waldtypen unter aktuellem und zukünftigem Klima

Eine dynamische Waldtypisierung bietet somit eine detaillierte, praxisnahe Beschreibung und Kartierung der Waldtypen unter aktuellem und zukünftigem Klima in operativ und strategisch nutzbaren Maßstäben. Sowohl für aktuelle als auch für zukünftige Waldtypen werden waldbauliche Konzepte erstellt. Nichtheimische Baumarten, für die eine standörtliche Tauglichkeit angenommen werden kann, werden in diese Konzepte einbezogen. Damit soll eine langfristig vorausschauende Planung ermöglicht werden, welche Veränderungen durch die Effekte des Klimawandels in der

Baumartenwahl berücksichtigt und Risiken abfedern helfen soll.

Durch die vollständige Digitalisierung des Systems ist die Erstellung von Themenkarten möglich (Bodenkarte, Substratkarte, Wasser- und Nährstoffversorgung, Baumartenneigung,...), welche an neue Erkenntnisse angepasst werden und auch Störungen (Borkenkäfer, Windwurf,...) berücksichtigen können.

Die dynamische Waldtypisierung ermöglicht damit durch eine umfassende detaillierte Standortinformation, welche auch zukünftige Verhältnisse berücksichtigt, eine „klimafitte“, den jeweiligen Betriebszielen anpassbare Bewirtschaftung.



Literatur

- Auer, I.; Böhm, R.; Jurkovic, A. et al (2007): HISTALP—historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *Int J Climatol* 27:17–46.
<https://doi.org/10.1002/joc.1377>
- Hohmann, C.; Kirchengast, G.; Birk, S. (2018): Alpine foreland running drier? Sensitivity of a drought vulnerable catchment to changes in climate, land use, and water management. *Climatic Change* 147: 179. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2121-y>
- Sverdrup, H.; de Vries, W.; Henrikson, A. (1990): Mapping critical loads. Guidance to criteria, methods and examples for mapping critical loads and areas where they have been exceeded. Annex to the UN-ECE Task Force on mapping manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded (Report 1990: 14, Nord 1990: 98). Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- Tüxen, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angewandte Pflanzensoziologie* 13: 5 – 42.