

Manfred J. Lexer 5 Grad plus? Auswirkungen auf die Forstwirtschaft



Beobachtungen und Klimafolgen-Studien haben in den vergangenen zehn bis 15 Jahren gezeigt, dass Waldökosysteme von einer Klimaveränderung besonders betroffen sein werden. Immer mehr Praktiker stehen konkret vor der Frage, wie sie sich in der Waldbewirtschaftung auf diese Änderungen einstellen können. Drastische Umweltveränderungen in nur wenigen Jahrzehnten, wie sie vom UNO-Weltklimarat IPCC für „sehr wahrscheinlich“ gehalten werden, machen eine „nahtlose“ natürliche Anpassung über genetische Prozesse oder der Migration von Baumarten zumindest für einen Teil der Waldfläche de facto unmöglich. Bildlich ausgedrückt wird ein Keimling von heute im Baumholzstadium deutlich geänderte Umweltbedingungen vorfinden.

Der aktuelle Bericht des Weltklimarates (IPCC) bestätigt im Wesentlichen die Erkenntnisse des vorangegangenen Reports. Für Österreich ist ein weiterer Temperaturanstieg zu erwarten. Dieser wird in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts sehr wahrscheinlich etwa +1°C bis +2°C betragen. Die Temperaturentwicklung danach wird sehr stark durch die in den kommenden Jahren vom Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen bestimmt. Die Bandbreite der verfügbaren Klimasimulationen reicht von 2,5°C bis zu 6°C Erwärmung und repräsentiert die Unsicherheit aufgrund von zukünftigen Emissionen und unterschiedlicher Klimamodelle.

In Bezug auf Niederschläge ist eine Zunahme im Winterhalbjahr und eine Abnahme

im Sommerhalbjahr zu erwarten. Im Jahresdurchschnitt zeichnet sich kein deutlicher Trend ab.

Das vermehrte Auftreten von Extremereignissen ist wahrscheinlich. Im Laufe des 21. Jahrhunderts wird vermutlich die Anzahl der heißen Tage zunehmen. Ebenso werden wahrscheinlich vermehrt starke und extreme Niederschläge auftreten. Der Wissensstand in Bezug auf Stürme ist mit hohen Unsicherheiten behaftet, insbesondere für lokale Gewitterstürme und Föhnlagen gibt es keine detaillierten Studien für Österreich. Stürme im Zusammenhang mit Atlantikfronten könnten intensiver werden, die Sturmbahnen könnten jedoch auch nach Norden verschoben werden.

Waldökosysteme sind von derartigen klimatischen Veränderungen besonders betroffen. Während landwirtschaftliche Produktionssysteme rasch genug angepasst werden könnten, ist dies in der Waldbewirtschaftung unmöglich. Hauptgründe dafür sind die Geschwindigkeit, mit welcher die prognostizierte Klimaänderung voranschreiten könnte und die meist lange Vorlaufzeit von Waldbaumaßnahmen bis zum Wirksamwerden.

Größere Sturm- und Käferschäden zu erwarten

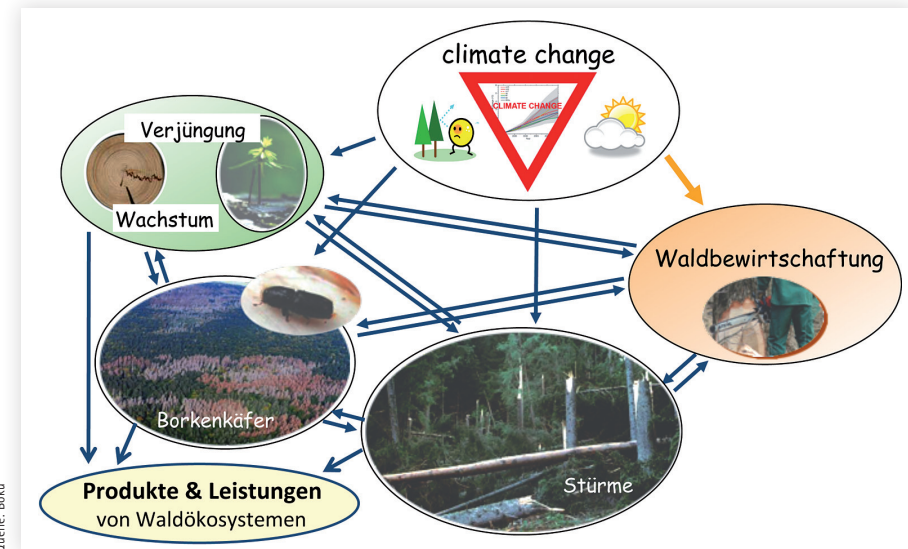
In Abb.1 sind die vielfältigen Wirkungszusammenhänge von Baumwachstum, Verjüngung und Mortalität in Abhängigkeit von Waldbaumaßnahmen und Klima dargestellt. Insbesondere die sich selbstver-

stärkenden Interaktionen mit Störungsfaktoren sind unter Klimawandelbedingungen bedeutsam. Zu den wichtigsten Störungsfaktoren in Waldökosystemen im Ostalpenraum zählen Sturm und Borkenkäfer. In Österreich werden nach langjährigen Statistiken jedes Jahr zwischen 0,5 bis 2,5 Mio. Festmeter (fm) Holz wegen Borkenkäferbefall und zwischen 1 bis 2,5 Mio. fm aufgrund von Sturm- und Schneebruchereignissen erzwungenermaßen geerntet. In der Periode von 2004 bis 2012 beliefen sich die Schäden aufgrund von Borkenkäferbefall auf 10% bis 20% der jährlich genutzten Gesamtmenge an Holz aus österreichischen Wäldern, die Sturmschäden betragen nochmals 5% bis 55%. Dies bedeutete in einzelnen Jahren, dass österreichweit über 60% der Holzmenge ungeplant geerntet wurde. Einzelne Waldbesitzer und Forstbetriebe mussten wegen solcherart erzwungener Holzernnten teilweise das Vielfache eines Jahreseinschlags nutzen. Bei beiden Störungsfaktoren wird davon ausgegangen, dass sie unter Klimawandelbedingungen in

Zukunft wahrscheinlich häufiger und intensiver auftreten werden. Während die Auswirkungen von Störungen auf die Biodiversität sehr komplex sein können, ist davon auszugehen, dass für die Holzproduktion, den Schutz vor Naturgefahren, wie Steinschlag, Lawinen, Hangrutschungen, Erosion und Vermurung, sowie die Kohlenstoffspeicherung im Wald ein intensiviertes Störungsregime negative Auswirkungen haben wird.

Wie gut vertragen Baumarten den Klimawandel?

Waldbaumaßnahmen reagieren auf Störungen und veränderte Ökosystemprozesse, oder werden dazu eingesetzt, um die Waldentwicklung im Sinne der geforderten Ökosystemleistungen proaktiv zu steuern. Bei diesem proaktiven Ansatz ist das vorhandene Wissen über Klimaänderungsentwicklungen bestmöglich zu berücksichtigen. Von besonderer Bedeutung im Waldbau ist die Einschätzung der Baumarteneignung. Am Waldbauinstitut der Universität für Boden-



Quelle: Boku

Abb. 1: Wirkungszusammenhänge von Waldökosystemprozessen (Verjüngung, Wachstum, Baumsterblichkeit), Waldbaumaßnahmen sowie Produkten und Ökosystemleistungen unter Klimawandelbedingungen (Details siehe Text).



kultur Wien wurde für Österreich zur Identifizierung von „Hotspots“ die physiologische Nische von Hauptbaumarten modellhaft anhand des Zusammenwirkens von Temperaturregime (Temperatursummen, Winterfrost, Sommerhitze), dem Sättigungsdefizit der Atmosphäre sowie der Wasserversorgung (Indikatoren für die Wasserverfügbarkeit während der Vegetationsperiode, Sommertrockenheit) beschrieben und das Auftreten von Klimastress unter heutigem Klima und einem Klimaänderungsszenario simuliert.

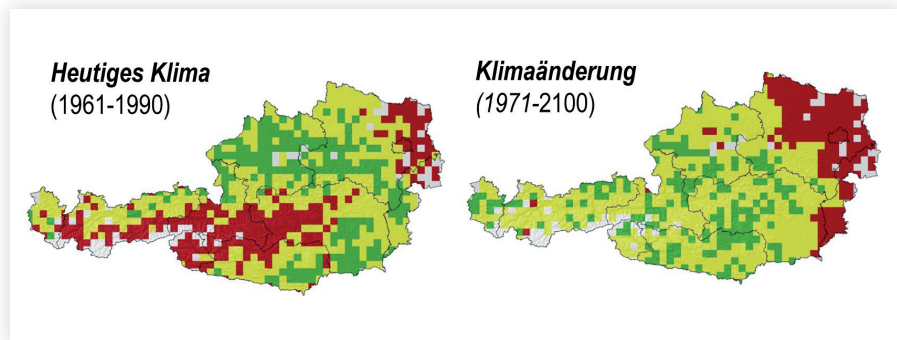
Fichte verliert große Gebiete

Abb.2 zeigt exemplarisch für die Fichte die erwartete Entwicklung am Ende des 21. Jahrhunderts. In wärmerem und trockenerem Klima leidet die in Mitteleuropa von Natur aus auf montane bis subalpine oder inneralpine Lagen beschränkte Fichte zunehmend und häufiger unter periodischem

Trockenstress. Unter Klimawandelbedingungen (für Details siehe Bildunterschrift Abb. 2) werden große Gebiete Nieder- und Oberösterreichs sowie der Steiermark und des Burgenlandes für die Fichte ungeeignet, wobei diese Verengung der Nische noch durch ein in wärmerem Klima öfter zu erwartendes Massenaufreten des Borkenkäfers *Ips typographus* (Buchdrucker) verstärkt wird. Gebiete in denen die Fichte geringem Klimastress ausgesetzt ist reduzieren sich unter den angenommenen Szenariobedingungen auf höher gelegene Berglagen.

Buche kann zulegen

Für die Buche hätte eine deutliche Erwärmung zur Folge, dass diese Baumart in den Gebirgslagen des gesamten Ostalpenraumes vermehrt Standorte mit geeigneten klimatischen Bedingungen vorfindet und nur mehr in Hochlagen durch Kälte limitiert wird (s.Abb.3). Sollten jedoch Trocken-



Quelle: Boku

Abb. 3: Modellierter Klimastress für Buche basierend auf dem Konzept der physiologischen Nische. Datenbasis: Standortdaten der Österreichischen Waldinventur (ohne Schutzwald außer Ertrag). Links: Heutiges Klima repräsentiert durch die Messperiode 1961–1990; rechts: Klimaänderungsszenario A1B am Ende des 21. Jh. (Temperatur: bis + 4.5 °C, Niederschlag: bis –35% im Sommerhalbjahr). Rot = hoher Klimastress, gelb = mäßiger Klimastress, grün = geringer Klimastress.

perioden häufiger und intensiver werden, würde dies auch zu einer starken Zunahme der durch Trockenstress belasteten Gebiete vor allem im Waldviertel sowie entlang des Alpen-Ostrandes bis ins südliche Burgenland führen. In Summe aber wird die Buche das für sie potenziell besiedelbare Areal in Österreich als Folge der Klimaänderung ausdehnen können.

Beispiel Bergwaldbewirtschaftung

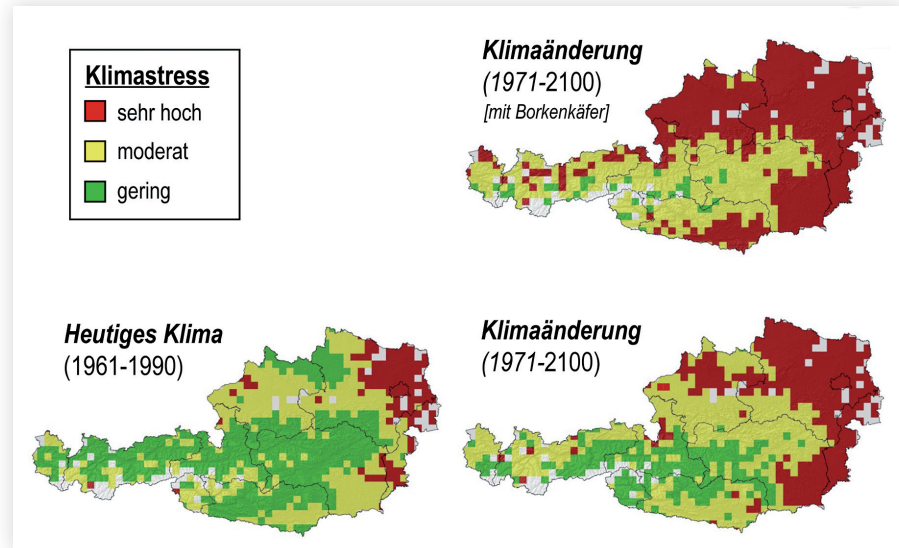
Im EU-finanzierten und vom Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien koordinierten Forschungsprojekt ARANGE (www.arange-project.eu) werden Waldbaukonzepte für Bergwälder in Europa dahingehend untersucht, inwieweit unter

Eine schlechtere Anpasstheit der Baumarten ausgelöst durch klimatische Änderungen könnte in manchen Bereichen zu einer Destabilisierung der Schutzwälder beitragen. Dieser Prozess kann durch verjüngungshemmende Verbissbelastung durch Schalenwild weiter verschärft werden. Bedeutend sind in diesem Zusammenhang vor allem biotische Störfaktoren wie Borkenkäfer, welche unter Klimaänderung auch in den montanen und subalpinen Bereichen zunehmend zu Schäden führen könnten (s.Abb.2 am Beispiel des Fichtenborkenkäfers). Da in schwierigen Schutzwaldlagen herkömmliche Forstschutzroutinen zusätzlich erschwert sind, stellen solche potenziellen klimainduzierten Veränderungen eine große Herausforderung für die nachhaltige Bereitstellung von Waldfunktionen (z. B. Schutz vor Naturgefahren) dar.



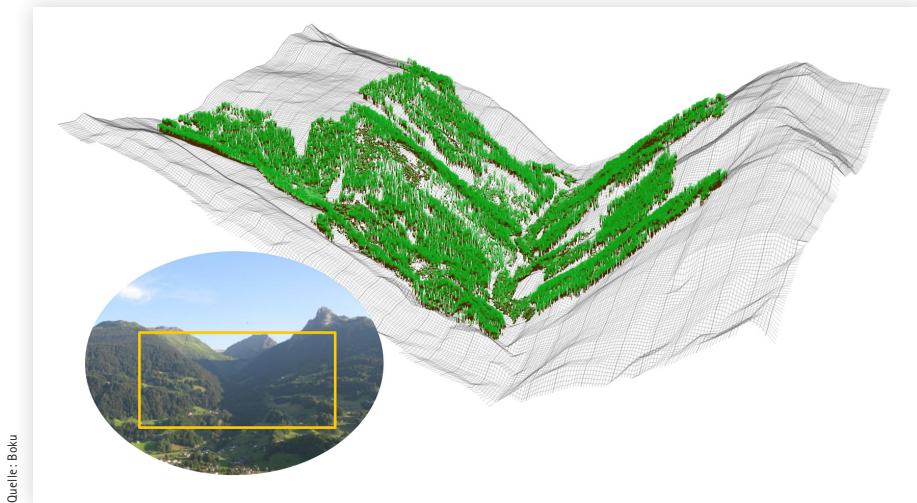
© Archiv ÖBMV

Mit dem Voranschreiten des Klimawandels verschlechtern sich die Wuchsbedingungen für die Fichte auf vielen Standorten.



Quelle: Boku

Abb. 2: Modellierter Klimastress für die Fichte basierend auf dem Konzept der physiologischen Nische. Datenbasis: Standortdaten der Österreichischen Waldinventur (ohne Schutzwald außer Ertrag). Links unten: Heutiges Klima repräsentiert durch die Messperiode 1961–1990; rechts unten: Klimaänderungsszenario A1B am Ende des 21. Jh. (Temperatur: bis + 4.5 °C, Niederschlag: bis –35% im Sommerhalbjahr); rechts oben: Klimaänderungsszenario A1B, physiologische Nische plus Berücksichtigung der potenziellen Generationen des Fichtenborkenkäfers *Ips typographus*.



Quelle: Boku

Abb. 4: Digitale Abbildung eines Einzugsgebietes im Montafon, wie sie für die Analyse mit Waldökosystemmodellen verwendet wird. Datenquellen: Betriebsinventuren, LiDAR.

Klimawandelbedingungen die von Eigentümern und anderen Anspruchsgruppen geforderten Waldleistungen sichergestellt werden können. Anhand eines Beispiels aus dem Montafon (Vorarlberg) wird nachfolgend kurz dargestellt, wie sich ein Klimawandel auf Holzproduktion und Schutz vor Hangrutschung und Erosion auswirken könnte, wenn die derzeitige Bewirtschaftungsweise in Zukunft weiterhin angewendet wird. Abb. 4 zeigt ein Einzugsgebiet im Montafon, wie es in ARANGE für die Computersimulation digital abgebildet wird.

Das Bewirtschaftungskonzept baut auf unregelmäßigen gruppengroßen und schlitzartigen Nutzungseingriffen entlang von Seiltrassen mit bis zu 1.200 Meter Tragseillänge auf. Das Waldbaukonzept setzt ausschließlich auf Naturverjüngung. Der Verbissdruck durch Gams, Rot- und Rehwild ist beträchtlich. Mit dem Waldökosystemmodell PICUS wurde die Waldentwicklung unter aktuellem Klima und unter fünf Klimawandelszenarien simuliert und mittels Indikatoren beurteilt, wie sich Holzproduktion und Schutzwirkung entwickeln.

Holzproduktion und Schutzwirkung leiden unter zunehmenden Störungen

Aufgrund der niedrigen Nutzungsintensität nehmen unter den aktuellen Klimabedingungen die Vorräte weiter zu. Unter vier von fünf Klimawandelszenarien (Temperaturzunahme 2,6°C bis 6°C, Sommerniederschläge um bis zu 30% reduziert) kommt es hingegen zu Vorratsabbau wegen teilweise stark zunehmender Borstenkäferschäden. Zwar erhöhen sich auch die periodischen Zuwächse infolge günstigerer Temperaturbedingungen, die Mehrzuwächse können jedoch die Abgänge durch Käferbefall nicht ausgleichen. Die Schutzwirkung in Bezug auf Hangrutschung nimmt eine besonders interessante Entwicklung. Während unter aktuellem Klima die Schutzwirkung wegen Zuwachsen von offenen Flächen im Laufe der nächsten Jahrzehnte auf der Fläche ansteigt (Flächenanteil mit guter Schutzwirkung nimmt von 10% auf 57% zu), wirken sich drei der fünf analysierten Klimawandelszenarien im Vergleich mit der Entwicklung unter aktuellem Klima negativ auf die Entwicklung der Schutzwirkung aus. Eines

der Klimawandelszenarien führt hingegen sogar zu einer günstigeren Entwicklung.

Waldbauoptionen im Klimawandel

Um Klimawandeleffekte abzumildern oder im günstigen Fällen auch auszugleichen, empfehlen sich zwei grundsätzliche Strategien:

- a. die Förderung der Anpassungsfähigkeit von Waldbeständen und
- b. die Erhöhung der Stabilität gegenüber Störungen.

Die Anpassungsfähigkeit kann verbessert werden durch vorausschauende Baumartenwahl und Förderung von Mischbeständen (unter anderem durch gezielte Mischwuchsregulierung in Jungwuchsflächen und Reduzierung des Verbissdrucks). Die Widerstandskraft von Beständen kann wiederum durch die Baumartenwahl und durch konsequente und zielgerichtete Durchforstungskonzepte positiv beeinflusst werden. Bei Pflegeeingriffen sollten auch die unter Umständen deutlich höheren Zuwachsraten infolge stärkerer oder häufigerer Eingriffe berücksichtigt werden.

Fazit

Anpassungsstrategien im Forstsektor werden sowohl die aktive Anpassung von Wäldern durch Waldbaumaßnahmen als auch die Anpassung der Bewirtschaftung (z. B. hohe Volatilität von Holzpreisen durch häufige überregionale Kalamitäten, geringere Planbarkeit von Nutzungsmaßnahmen, geänderte Abfuhrmöglichkeiten im Winterhalbjahr) und der Gesellschaft (z. B. vermehrt notwendige teure technische Schutzmaßnahmen im Schutzwaldbereich) an die nicht mehr verhinderbaren Konsequenzen einer Klimaänderung umfassen.

Ao. Univ.-Prof. Dr. Manfred Lexer
 Institut für Waldbau, Department für
 Wald- und Bodenwissenschaften,
 Universität für Bodenkultur Wien,
 mj.lexer@boku.ac.at

