

Mischwald und Klimaänderung

BERNHARD FELBERMEIER UND MICHAEL WEBER

Schlüsselwörter

Klimawandel, Waldbau, klimatische Belastbarkeit, Mischbestände

Zusammenfassung

Klimaänderungen werden zu einer immer größeren Gefahr für die Wälder in Bayern. In diesem Beitrag werden auf der Grundlage von Daten der Bundeswaldinventur und Kennwerten der klimatischen Belastbarkeit forstlich wichtiger Baumarten die Konsequenzen für die Zusammensetzung der Wälder in Bayern aufgezeigt. Die Analyse deutet darauf hin, dass ab einer Erwärmung von 2 bis 4°C mit flächigen Bestockungsverlusten zu rechnen wäre und die gegenwärtigen Mischwälder sich in erheblichem Umfang in Richtung Reinbestände entwickeln würden. Mischwald erhöht zwar prinzipiell die Stabilität der Wälder gegenüber Klimaänderungen und senkt damit Betriebsrisiken. Die gegenwärtige Baumartenzusammensetzung der Mischwälder macht sie jedoch anfällig gegenüber wärmeren Temperaturen. Ihr Erhalt erfordert daher ein aktives waldbauliches Handeln.

Zielsetzung

Das Klima der Erde erwärmt sich. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts, also schon zu Lebzeiten Karl Gayers, hat sich die Jahresmitteltemperatur in Bayern im Durchschnitt um 1°C erhöht (DEUTSCHER WETTERDIENST 2005). Für das kommende Jahrhundert gehen verschiedene Klimaprognosen von Temperaturerhöhungen um 2,4 bzw. 6°C aus (EUROPÄISCHE UNION 2002; IPCC 2007; DEUTSCHER WETTERDIENST 2005). Beeinflussten die bisherigen mäßigen Klimaänderungen noch kaum die Zusammensetzung des Waldes, so ist in Zukunft zu erwarten, dass die rapide Erwärmung die Anpassungsfähigkeit der Baumarten überschreiten wird. Damit stellt sich die Frage, welche Konsequenzen sich für die Zusammensetzung der Wälder ergeben. Ziel der hier dargestellten Studie ist es daher, anhand von Kennwerten der klimatischen Belastbarkeit forstlich wichtiger Baumarten zu prüfen, welche Folgen sich bei unterschiedlichen Klimaszenarien für die zukünftige Zusammensetzung der bayerischen Wälder ergeben.

Methoden

Die Grenzen der klimatischen Belastbarkeit können aus den Verbreitungsgebieten der Baumarten und den dort vorherrschenden regionalen Klimaverhältnissen abgeleitet werden. Diese Kennwerte werden zu Ökogrammen verdichtet, aus denen der Toleranzbereich der Baumart hervorgeht (Abbildung 1). Jeder Waldstandort lässt sich in dieses Diagramm einordnen. Daraus wird das mögliche Vorkommen einer Baumart an diesem Standort bestimmt. Geht man beispielsweise von den aktuellen Verhältnissen an einem Standort innerhalb des aktuellen Verbreitungsgebietes aus (Punkt 1), dann kann in Abhängigkeit vom Klimaszenario bestimmt werden, ob eine Baumart an diesem Standort in Zukunft noch zu existieren vermag (Punkt 2) oder ob die klimatische Belastbarkeit überschritten ist (Punkt 3) (ELLENBERG 1986; HUNTLEY et al. 1989; THOMASIU 1991; FELBERMEIER 1993).

Auf Basis der gegenwärtigen Verbreitungsgrenzen hergeleitete Ökogramme wurden im Rahmen dieser Studie mit den Daten der Bundeswaldinventur II in Bayern verschnitten. Für jeden Aufnahmepunkt, für den eine Winkelzählprobe vorliegt, wurde geprüft, ob eine dort vorkommende Baumart bei bestimmten Klimaszenarien noch innerhalb des Toleranzbereiches liegt oder nicht. Daraus wurde abgeleitet, inwieweit sich die gegenwärtige Baumartenzusammensetzung bei verschie-

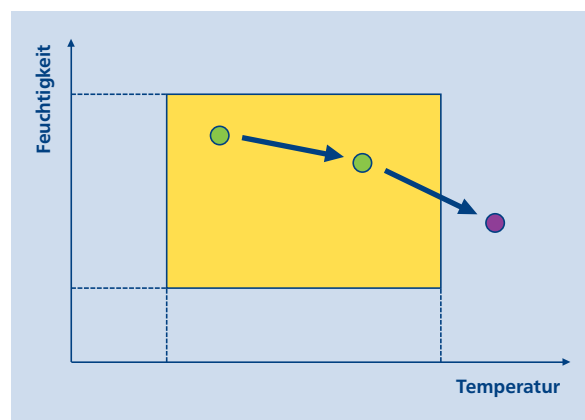


Abbildung 1: Ökogramm: Die gelbe Fläche markiert den Toleranzbereich einer Baumart in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Feuchtigkeit.

denen Klimaszenarien allein aus der Veränderung der atmosphärischen Umweltverhältnisse verändern müsste. In der hier dargestellten Modellstudie wurde für Bayern eine durchschnittliche Erwärmung von 2, 4 oder 6°C bei konstant bleibendem Niederschlag angenommen.

Ergebnisse

Die Analyse zeigt, dass ab einer Erwärmung von 2 bis 4°C die gegenwärtige Waldbestockung auf großer Fläche gefährdet wäre. Entsprechend den verwendeten Kennwerten der klimatischen Belastbarkeit ist bei einer Erwärmung von 4°C die gegenwärtige Bestockung auf einem Viertel und bei 6°C auf der Hälfte der Inventurpunkte bedroht (Abbildung 2).

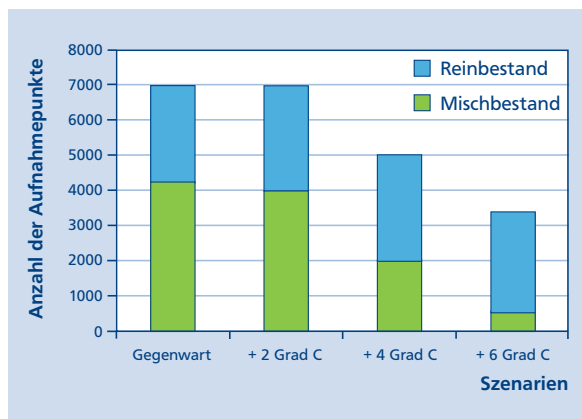


Abbildung 2: Anzahl der Aufnahmepunkte, an denen mit der Winkelzählprobe die Baumartenzusammensetzung geschätzt wurde, klassifiziert nach Reinbestand (eine Baumart je Aufnahmepunkt) und Mischbestand (mindestens zwei Baumarten je Aufnahmepunkt).

Die Bestockung ließe sich in diesem Fall dort nur dann aufrechterhalten, wenn die Bäume in den verbleibenden Beständen noch ausreichendes Saatgut klimatoleranter Baumarten hervorbringen oder geeignete Baumarten nachgepflanzt werden. Die richtige Mischung der Wälder könnte das Risiko der Waldverluste erheblich verringern.

Der positiven Wirkung der Mischung sind auf Grund der aktuellen Baumartenzusammensetzung jedoch enge Grenzen gesetzt. Aus der Studie geht hervor, dass auf einer Vielzahl von Inventurpunkten klimasensitive Baumarten ausfallen würden und damit die Erwärmung einen massiven Entmischungsprozess auslösen würde. Folgt man den Berechnungen, dann wandeln sich bei einer Erwärmung um 4°C 50 Prozent und bei 6°C 90

Prozent der Aufnahmepunkte mit mindestens zwei Baumarten zu Aufnahmepunkten, an denen nur noch eine Baumart stocken würde (Abbildung 2). Ohne aktive Maßnahmen wäre der ehemals gemischte Wald in Zukunft dann ein aufgerissener Reinbestand mit aufkommender Naturverjüngung aus den verbliebenen Baumarten und Pioniervegetation. Die Resistenz gegenüber anderen von der Klimaerwärmung erzeugten Veränderungen, beispielsweise bei Niederschlag, Sturm oder Insekten, wäre erheblich herabgesetzt.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Bisherige Untersuchungen zur klimatischen Belastbarkeit forstlich wichtiger Baumarten in Bayern (BURSCHEL et al. 1993; FELBERMEIER 1993, 1994a, 1994b; FELBERMEIER und BURSCHEL 1994; FELBERMEIER und MOSANDL 2002; KÖLLING et al. 2005; KÖLLING 2006) wie auch die hier vorgestellte Studie zeigen, dass bis zu einer Erwärmung von 1 bis 2°C die Wälder in Bayern – mit Ausnahme der wärmsten Gebiete – fortbestehen könnten, soweit die Feuchtigkeitsverhältnisse mit den heutigen zu vergleichen sind und nicht Extremereignisse sowie biotische Schadfaktoren zur steuernden Größe werden. Auf Einzelstudien beruhende Hinweise zur Bedrohung bestimmter Baumarten auf Grund der Klimaänderung müssen vor diesem Hintergrund bewertet werden (RENNENBERG et al. 2004; AMMER et al. 2005).

Die Bewertung der Ergebnisse muss jedoch folgende methodischen Einschränkungen berücksichtigen: Zum einen handelt es sich um einen rein statischen Vergleich, die dynamische Entwicklung einer Klimaänderung lässt sich nicht nachvollziehen. Zum anderen liefert die Nutzung der Verbreitungsgebiete als Datengrundlage zwar ein Maximum standörtlicher Informationen, doch kann die klimatische Belastbarkeit der Baumarten nicht vollständig abgebildet werden, da viele Baumarten seit der letzten Eiszeit ihre klimatischen Verbreitungsgrenzen noch nicht erreicht haben oder auf Grund menschlicher Eingriffe zurückgedrängt wurden (FELBERMEIER 1993; CZAJKOWSKI et al. 2006). Die aktuellen Ökogramme stellen daher einen Mindestwert der klimatischen Belastbarkeit dar, der möglicherweise geringer ist als die potentielle Toleranzbreite der jeweiligen Baumart (Abbildung 3).

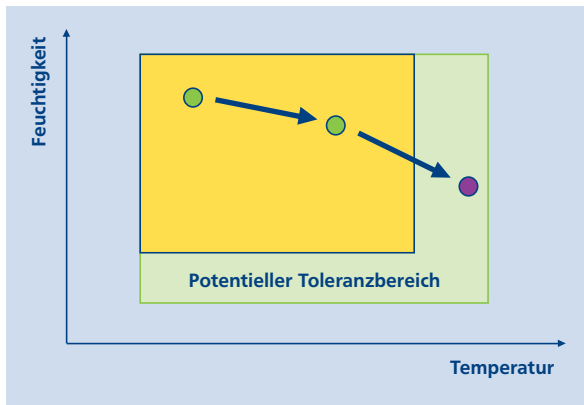


Abbildung 3: Ökogramm: Aus den Verbreitungsgrenzen ableitbare klimatische Belastbarkeit (gelb) und möglicher potentieller Toleranzbereich (grün)

Trotz dieses nicht zu behebenden Informationsdefizits gilt für die Entwicklung der Wälder und deren waldbauliche Steuerung:

- Im Zuge der vom Menschen verursachten Klimaänderungen wird die Aussage Karl Gayers (1886) endgültig bestätigt: „Wald ist zum Kulturobjekt geworden“. Eine natürliche Entwicklung in ihrem ursprünglichen Sinn gibt es nicht mehr.
- Der Mischwald erhöht prinzipiell die Elastizität des Ökosystems und schützt so besser vor klimabedingten Waldverlusten als der Reinbestand. Der Problematik des Ausfalls einzelner Baumarten und der damit verbundenen Öffnung des Kronendaches muss im Mischbestand mit entsprechenden waldbaulichen Maßnahmen begegnet werden, um seine Resistenz

gegenüber abiotischen und biotischen Faktoren zu erhalten. Nur dann wird es bei den erwarteten Klimaänderungen noch möglich sein, reife Waldentwicklungsstadien auszubilden.

- Die gegenwärtige Struktur der Mischwälder in Bayern erweist sich als äußerst sensibel gegenüber Klimaänderungen, da sie sich zu einem hohen Anteil aus Baumarten wie Fichte mit geringer klimatischer Belastbarkeit für höhere Temperaturen aufbauen. Der Erhalt der Mischwälder in Bayern erfordert infolgedessen ein aktives waldbauliches Handeln, um diese an die zu erwartenden Klimaänderungen anzupassen. Daher sollten Überlegungen zur Berücksichtigung trockenoleranterer Baumarten (z. B. submediterrane Eichenarten, Douglasie) an der Bestockung in die waldbauliche Planung einbezogen werden.

Die Wirkung der zu erwartenden Klimaänderungen auf den Wald kann nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden, da die erwarteten Klimaänderungen unseren Erfahrungsbereich verlassen. Aufgabe wird es daher sein, die exakten Methoden der Wissenschaft mit den flächigen Beobachtungen der Praxis zu verknüpfen, um die Informationsgrundlage für die Entwicklung und Bewirtschaftung der Wälder fortlaufend zu verbessern. Nur dann erscheint es möglich, rechtzeitig mit geeigneten Mitteln auf die unsere Wälder bedrohende globale Klimaänderung zu reagieren.

Abbildung 4: Verjüngung im Bergmischwald (Foto: Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München)



Literatur

- AMMER, C.; ALBRECHT, H.; BORCHERT, H.; BROSINGER, F.; DITTMAR, C.; ELLING, W.; EWALD, J.; FELBERMEIER, B.; v. GILSA, H.; KENK, G.; KÖLLING, C.; KOHNLE, U.; MEYER, P.; MOSANDL, R.; MOOSMAYER, H.-U.; PALMER, S.; REIF, A.; REHFUESS, K.-E.; STIMM, B. (2005): *Zur Zukunft der Buche (Fagus sylvatica L.) in Mitteleuropa*; kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von RENNENBERG et al (2004). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 176. Jg., S. 60–67
- CZAJKOWSKI, T.; KOMPA, T.; BOLTE, A. (2006): *Zur Verbreitungsgrenze der Buche (Fagus sylvatica L.) im nordöstlichen Mitteleuropa*. Forstarchiv 77, S. 203–216
- BURSCHEL, P.; WEBER, M.; BÖSWALD, K.; FELBERMEIER, B. (1993): *Potentiale der Kohlenstofffixierung durch Ausweitung der Waldflächen als Maßnahme zur Klimastabilisierung*. Sitzung der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages zum Schutz der Erdatmosphäre am 15.03.1993, Stellungnahme zum vorgelegten Fragenkatalog, 46 S.
- CAB International (2005): *Forestry Compendium, Fagus sylvatica* [Originaltext von FELBERMEIER, B.]. In: *Forestry Compendium*. Wallingford, UK, CAB International, CD-ROM
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2005): *Erarbeitung und Bereitstellung von langen Reihen interpolierter Gitterpunkte (Tageswerte) und Analyse des Langzeitverhaltens von Gebietsmittelwerten der Lufttemperatur in Baden-Württemberg und Bayern*. KLIWA-Berichte Nr. 5, 76 S.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2005): *Der Klimawandel in Bayern für den Zeitraum 2021–2050*. Kurzbericht, 14 S.
- ELLENBERG, H. (1986): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen* 4. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 989 S.
- EUROPÄISCHE UNION (2002): *Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft*. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 15 S.
- FELBERMEIER, B. (1993): *Der Einfluß von Klimaänderungen auf die Areale von Baumarten*. Methodenstudie und regionale Abschätzung für die Rotbuche (*Fagus sylvatica L.*) in Bayern. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 134, 214 S.
- FELBERMEIER, B. (1994a): *Arealveränderungen der Buche infolge von Klimaänderungen*. Allgemeine Forstzeitschrift 5, S. 222–224
- FELBERMEIER, B. (1994b): *Die klimatische Belastbarkeit der Buche*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 113, S. 152–174
- FELBERMEIER, B.; BURSCHEL, P. (1994): *Klimaänderung und Wald*. Rundgespräche der Kommission Ökologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Pfeil, München, S. 139–148
- FELBERMEIER, B.; MOSANDL, R. (2002): *Fagus sylvatica*, In: *Enzyklopädie der Waldbäume*. Ecomed, Landsberg am Lech, 20 S.
- HUNTLEY, B.; BARTLEIN, P.J.; PRENTICE, I.C. (1989): *Climatic control of the distribution and abundance of beech (Fagus L.) in Europe and North America*. Journal of Biogeography 16, S. 551–560
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 21 S.
- GAYER, K. (1886): *Dergemischte Wald*. Verlag Paul Parey, Berlin, 168 S.
- KÖLLING, C. (2006): *Standortgerechte Wälder in Zeiten des Klimawandels: Welche Baumarten braucht der Wald von morgen?* Schriftenreihe des Bayerischen Forstvereins Heft 17, S. 58–76
- KÖLLING, C.; WALENTOWSKI, H.; BORCHERT, H. (2005): *Die Buche in Mitteleuropa*. Allgemeine Forstzeitschrift 13, S. 696–701
- RENNENBERG, H.; SEILER, W.; MATYSSEK, R.; GEßLER, A.; KREUZWIESER, J.: *Die Buche (Fagus sylvatica L.), ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa?* Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 175, S. 210–244
- THOMASIU, H. (1991): *Mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder in Mitteleuropa*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110, S. 305–330
- WEBER, M.; BURSCHEL, P. (1994): *Wald und Klima*. In: Jatzfeld (Hrsg.): *Ökologische Waldwirtschaft*. Verlag C. F. Müller, Heidelberg

Keywords

Climatic change, silviculture, climatic endurance, mixed stands

Summary

Climatic changes become an increasing risk for Bavarian forests. In this study the consequences on forest composition in Bavaria are investigated using national forest inventory data and specific values for the climatic capacity of commercial tree species. The analysis indicates that forest cover will be endangered starting from a warming of 2–4°C and the present mixed forest stands would considerably develop towards pure stands. In principle mixed forest is considered to increase the stability of forests in relation to climatic changes and thereby to decrease operational risks. However, according to our findings the present tree species composition of the mixed forest is quite susceptible to warmer temperatures. The protection of mixed forest therefore requires silvicultural action.