

5.10 Wälder im Klimawandel: Die Forstwirtschaft muss sich anpassen

CHRISTIAN KÖLLING

Forests under the influence of climate change - Chances and limitations of adaptation in forestry : Natural and managed forests alike are highly adapted to the regional climate and therefore susceptible to climate change. Their particular vulnerability depends on the position of tree species in their respective ecological niches. The strongest effects are expected on the warm-dry margins. In Central Europe the planted Nordic and alpine tree species are most vulnerable to elevated temperatures. Forestry is challenged with the replacement of these vulnerable species with better adapted ones. However, a transition towards climate-oriented forests can only be expected to be successful within the frame of modest emission scenarios. The adaptability of forests is overstrained with an increase of temperatures in excess of 2 °C.

Forstwirtschaft findet unter freiem Himmel statt

Kaum ein anderer Wirtschaftszweig ist so natur- und umweltgebunden wie die Forstwirtschaft. Klima und Boden sind hier Produktionsfaktoren und bestimmen Möglichkeiten und Grenzen der forstwirtschaftlichen Bodennutzung. Anders als in Landwirtschaft und Gartenbau werden die standörtlichen Produktionsfaktoren Klima und Boden zumindest in der traditionellen mitteleuropäischen Forstwirtschaft kaum aktiv beeinflusst. Dies lohnt sich nur in bestimmten Formen der Plantagenwirtschaft mit hohen Renditen. Die Anpassung an das »Eiserne Gesetz des Örtlichen« hat deshalb in der Forstwirtschaft Mitteleuropas eine lange Tradition. Wälder werden an die standörtlichen Bedingungen angepasst, und nicht umgekehrt die Umweltfaktoren zugunsten der Bäume verbessert. Im Grunde orientiert man sich damit an den natürlichen Wäldern, denn auch diese sind ein Muster der spontanen Anpassung an die verschiedenen Umweltbedingungen.

Das natürliche Waldkleid Europas (Abb. 5.10-1) ist das Produkt einer Jahrtausende währenden Anpassung an die herrschenden Klimabedingungen. So entspricht die Abfolge der Vegetationsgürtel von den borealen Fichtenwäldern im Norden über die Buchenwälder der gemäßigten Breiten hin zu den Eichenwäldern des Mittelmeerklimas genau dem Gradienten der von Norden nach Süden im Mittel zunehmenden Temperaturen. Ohne das Wirken des Menschen würde sich in jedem Klima eine charakteristische Waldzusammensetzung mit den entsprechenden Baumarten als Gleichgewichtszustand etablieren. Ändern sich die Klimabedingungen, wie dies am Ende der letzten Eiszeit und in der Zeit danach der Fall war, wandelt sich in einer spontanen Anpassungsreaktion auch die Baumartenzusammensetzung der Wälder.

Auch die einzelnen Baumarten zeigen charakteristische Anpassungen an das Klima. So kommt die Fichte im kühl-trockenen Klima des Nordens und im kühl-

feuchten Klima der Hochgebirge vor. Die Europäische Lärche siedelt nur im kühl-feuchten Hochgebirgsklima, die Flaumeiche bevorzugt das warm-trockene Mittelmeerklima und die Rotbuche ein gemäßigtes mitteleuropäisches Klima. In Abb. 5.10-2 sind in einem Diagramm, dessen Achsen aus Jahrestemperatur und Jahresniederschlag gebildet werden, die Bereiche dargestellt, in denen sich 95% der natürlichen Vorkommen der jeweiligen Baumarten befinden. Diese Klimahüllen (Bioclimate Envelopes) genannten modellierten »Wohlfühlbereiche« der Baumarten sind ein wichtiger Bestandteil ihrer ökologischen Nischen (KÖLLING et al. 2007, KÖLLING & ZIMMERMANN 2007). Selbstverständlich gibt es noch weitere Einflussgrößen auf das Gedeihen der Baumarten, z. B. die Stärke des Winterfrostes oder die Bodeneigenschaften, insbesondere die Fähigkeit, Wasser zu speichern.

Natürliche Wälder würden sich spontan dem Klimawandel anpassen

Aus der zwischen- und nacheiszeitlichen Waldentwicklung wissen wir, dass die Baumarten bei Klimaerwärmung polwärts und die Berge hinauf wandern. Sie folgen damit mehr oder weniger schnell vollständig der Verlagerung ihrer ökologischen Nische. Umgekehrt haben sie sich bei Abkühlung stets in ihre äquatornäheren oder tiefergelegenen Refugien zurückgezogen.

Der gegenwärtig stattfindende Klimawandel stellt demgegenüber jedoch einen völlig neuen Zustand dar: zum einen findet er in einem Tempo statt, das um Größenordnungen schneller als die Erwärmung nach der Eiszeit ist. Zum anderen trifft er auf fragmentierte Landschaften, in denen die Wanderung der Baumarten immer wieder durch waldfreie, anderweitig genutzte Landstriche behindert wird. Zu guter letzt hat der Mensch die natürliche Baumartenzusammensetzung der Wälder stark verändert und Baumarten z.T. weit außerhalb ihrer angestammten Areale und Klimabedingungen angebaut. Die

spontane Waldanpassung nach den Eiszeiten kann daher kein unmittelbares Vorbild für die Anpassung der Wälder im Klimawandel unserer Zeit sein, wenngleich man die Arealveränderungen der Baumarten nach Klimawandel recht gut modellieren kann (SYKES et al. 1996). Würde man dem Klimawandel in der Forstwirtschaft tatenlos zusehen, so würde ein nicht unbeträchtlicher Teil der Wälder nach und nach in ungünstige Umweltbedingungen hineinwachsen. Da die Möglichkeiten der Aus- und Zuwanderung stark begrenzt sind, würde sich ein Gleichgewichtsferner, instabiler Zustand einstellen und eine Selektion auf die bestangepassten Baumarten stattfinden. Für eine längere Übergangszeit würde dies Siechtum, Ab- und regionales Aussterben der nicht angepassten Baumarten bedeuten.

Wirtschaftswälder können durch forstwirtschaftliche Maßnahmen an den Klimawandel angepasst werden

Will man die Entwicklung unserer Wälder nicht, wie oben geschildert, dem »Gesetz des Dschungels« überlassen, sondern durch forstwirtschaftliche Maßnahmen in eine erwünschte Richtung steuern, so gibt es dazu gute Möglichkeiten. Etwa 95% der Wälder Deutschlands sind Wirtschaftswälder (BMELV 2005), nur ein kleiner Teil der Wälder, z.B. in Reservaten, bleibt sich selbst überlassen (s. Kap. 5.10). So kann man in bewirtschafteten Wäldern die Ausbreitungsbarrieren zwischen den Waldgebieten durch Pflanzung oder Saat überwinden. Auf die gleiche Weise kann man in der Forstwirtschaft auch mit einem hohen Tempo des Klimawandels Schritt halten, in dem man die nicht mehr möglichen Wanderbewegungen

durch Maßnahmen der künstlichen Verjüngung (Pflanzung oder Saat) ersetzt. Ebenso gibt es Möglichkeiten, in den Konkurrenzkampf der Baumarten untereinander einzugreifen und schwächere, aber künftig angepasste Baumarten zuungunsten derzeit stärkerer, aber künftig weniger gut angepasster Spezies zu begünstigen. Insgesamt sind also gute Voraussetzungen für eine erfolgreiche aktive forstwirtschaftliche Anpassung der Baumartenzusammensetzung an veränderte Klimabedingungen gegeben.

Weil Bäume langlebige Organismen sind, die selbst in unseren intensiver bewirtschafteten Wäldern mindestens 80 Jahre, zum Teil aber wesentlich älter werden, tut sich jedoch ein nicht zu unterschätzendes Anpassungsproblem auf. Manches Baumindividuum erfährt am eigenen Leibe den gesamten Klimawandel von den noch kühlen Temperaturen der Jetztzeit bis zu den wärmeren Verhältnissen am Ende unseres Jahrhunderts. Die Umrtriebszeiten genannten Rotationen unserer Baumbestände sind genauso lang, zum Teil wesentlich länger als die Laufzeit der gängigen Klimaszenarien! Anders als bei konstanten Klimabedingungen müssen die Baumarten an mehrere aufeinander folgende Klimatypen in gleichem Maße angepasst sein. Die Anforderungen an die Klimateignung sind demnach gewaltig, die Wahl der richtigen Baumart wird zur zentralen Planungsentscheidung über die Wälder der Zukunft.

Die Baumarten sind unterschiedlich anfällig gegenüber dem Klimawandel

Nicht alle Baumarten sind gleich anfällig gegenüber den Wirkungen des Klimawandels. Blicken wir nochmals auf das Diagramm in *Abb. 5.10-2*, so wird offenkundig, dass

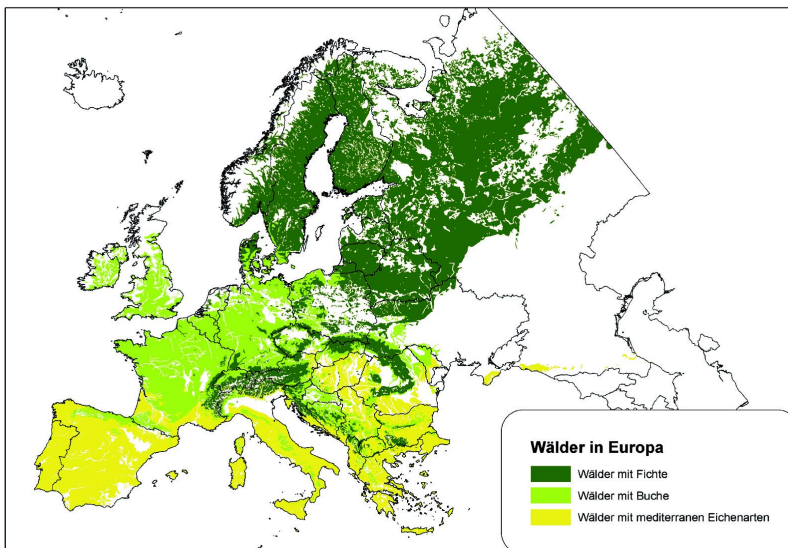


Abb. 5.10-1: Natürliche Waldtypen in Europa (nach BOHN et al. 2003).

unter den mitteleuropäischen Klimabedingungen, die in etwa mit der Klimahülle der Rot-Buche im zentralen Bereich des Diagramms identisch sind, vor allem die boreal und im Gebirgsraum beheimateten Baumarten unter dem Klimawandel zu leiden haben werden, wenn die Entwicklung, wie mehrheitlich angenommen, in Richtung auf ein wärmeres und im Durchschnitt trockeneres Klima läuft. Die Baumarten, die sich schon jetzt im oberen (und linken) Teil des Diagramms aufhalten, werden die Gewinner des Wandels in Mitteleuropa sein, die Baumarten im unteren (und rechten) Teil des Diagramms werden sich unter den neuen Klimabedingungen in Mitteleuropa bald nicht mehr wohlfühlen.

In Abb. 5.10-3 ist dieser Sachverhalt für die Baumart Fichte und die Waldfläche Deutschlands detailliert dargestellt. Gemäß ihrer Herkunft aus den borealen und Gebirgsregionen zeigt die Fichte zum gegenwärtigen Klima in Deutschland nur teilweise Übereinstimmung. In einigen Regionen ist es schon jetzt für ihren Anbau zu warm, während die kühlen und feuchten Gebirgsregionen gegenwärtig noch gut für den Fichtenanbau geeignet sind. Tatsächlich sind weite Bereiche der Mittelgebirge mit Fichtenforsten bestanden. Zukünftig aber wird die Übereinstimmung der Klimahülle der Fichte mit dem dann wärmeren und trockeneren Klima Deutschlands im Klimawandel immer kleiner. Das zukünftig herrschende Klima wird auf einem Großteil der Fläche den Anbau der Fichte nicht mehr zulassen. Tatsächlich beobachten wir in den vergangenen Jahrzehnten eine zunehmende Intensität des Borkenkäferfraßes an der Fichte. Das empfindliche Gleichgewicht zwischen Parasiten- und Wirts-

population ist stark klimaabhängig und verschiebt sich bei der Fichte zur Zeit zugunsten des bestandsbedrohenden Schädling Borkenkäfer. In einigen Regionen ist die Anbaufläche der Fichte aufgrund des Borkenkäferbefalls bereits deutlich zurückgegangen (AMMER et al. 2006).

Klimagerechter Waldumbau ist der Wechsel zu weniger anfälligen Baumarten

Für zahlreiche Regionen in Deutschland gilt: neue Bäume braucht das Land! Unglückseligerweise wird über die Hälfte der Waldfläche von den hochanfälligen Baumarten Fichte, Kiefer und Lärche eingenommen. Als Baumarten des hohen Nordens oder der Hochgebirge sind sie aus ökonomischen Motiven auch in wärmeren Regionen jenseits der natürlichen Verbreitungsgrenzen angebaut worden. Dabei ist man oft bis an die Grenzen des Machbaren gegangen, weil das Wachstum der Bäume unter wärmeren Bedingungen zumeist wesentlich besser ist als in den kühlen natürlichen Arealen. Mit jedem Grad Erwärmung verschieben sich nun die Anbaugrenzen dieser Baumarten. Je mehr dieser Grenzverläufe eine Waldregion ihr eigen nennt, desto größer sind die Auswirkungen des Klimawandels auf die Forstwirtschaft.

Viele einheimische Baumarten mit Anpassung an den mitteleuropäischen Klimatyp hingegen erweisen sich als deutlich weniger anfällig. So zeigt die Klimahülle der Buche sowohl zum gegenwärtigen als auch zum zukünftigen Klima Deutschlands eine gute Übereinstimmung. Zahlreiche andere mitteleuropäische Baumarten verhalten sich ähnlich. Problematischer ist hingegen zur Zeit

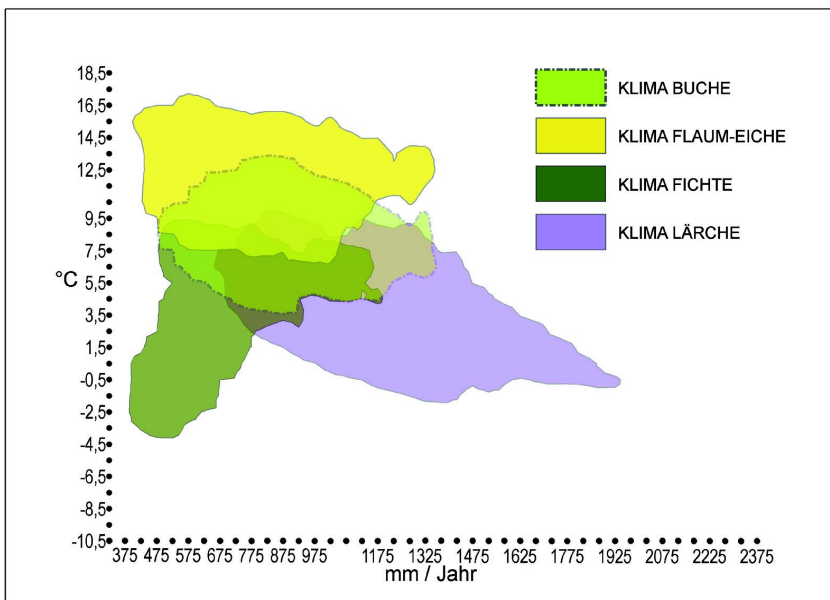


Abb. 5.10-2: 95%-Klimahüllen einer boreal-alpischen Baumart (Fichte), einer alpinen Baumart (Europäische Lärche), einer submediterranen Baumart (Flaum-Eiche) und einer mitteleuropäischen Baumart (Rot-Buche). Nach KÖLLING & ZIMMERMANN (2007).

noch der Anbau der südeuropäischen Baumarten wie Flaum-Eiche oder Esskastanie. Diese sind an die gegenwärtig bei uns noch herrschenden kühleren Bedingungen nicht gut angepasst und leiden unter Winterfrösten. Erst wenn der Klimawandel so weit fortgeschritten ist, dass die Mehrzahl der Winter frostfrei ist, wird der Anbau dieser Baumarten Erfolg versprechend.

Außereuropäische wärmeangepasste Baumarten werden oft als Alternativen diskutiert. Prinzipiell sollte man den Kreis möglicher Kandidaten nicht von vornherein auf europäische Baumarten beschränken. Die Erfahrungen in der Geschichte der Forstwirtschaft haben aber gezeigt, dass der Erfolg von Anbauten fremdländischer Baumarten erst nach einer längeren Bewährungszeit sicher beurteilt werden kann (ENGELMARK et al. 2001). Gleiches gilt für Züchtungen. Wegen der langen Generationszeiträume der Bäume sind die Züchtung selbst, aber auch die folgende Überprüfung ein langwieriges Geschäft. Außerdem könnte die bewusste Einengung des Genoms auf bestimmte Eigenschaften mit einem Verlust an breiter Anpassungsfähigkeit verbunden sein.

Im klimagerechten Waldumbau ersetzt man anfällige Baumarten durch weniger anfällige. Ist ein Bestand erntereif, so steht ohnehin die Entscheidung über die Baumartengarnitur des Folgebestands an. Schwieriger ist die Situation bei mittelalten und jungen Beständen. Hier wäre es nicht immer richtig, die Jahrzehnte bis zur regulären Ernte abzuwarten und Schäden am Bestand in Kauf zu nehmen. Man leitet deshalb zum Teil auch in diesen Beständen vorzeitig den Baumartenwechsel ein, indem man die neuen Baumarten im Schutz des Vorbestands nach

und nach unterpflanzt. Im Falle eintretender Schäden sind dann die neuen Baumarten zumindest in Keimzellen schon vorhanden und der Start in die neue Waldgeneration fällt erheblich leichter. Bei der Langlebigkeit der Baumindividuen und der Rasanz der Klimaentwicklung ist rasches Handeln angesagt. Bereits im Jahr 2004 wurde in Bayern die Initiative »Waldumbauprogramm Klimawandel im Staatswald« gestartet (SÜDDEUTSCHE ZEITUNG 2004). 2007 und 2008 wurden dem privaten und körperchaftlichen Waldbesitz in Bayern 23 Mio. Euro an Zuschüssen für den Waldumbau zur Verfügung gestellt (SÜDDEUTSCHE ZEITUNG 2006).

Der klimagerechte Waldumbau benötigt gute Planungsgrundlagen

Die Kapazitäten und Finanzquellen in der Forstwirtschaft reichen bei weitem nicht aus, die gesamte mit anfälligen Baumarten bestockte Fläche umzubauen. Schwerpunkte müssen gebildet werden. Hier hilft die Betrachtung des gegenwärtig herrschenden Klimas. In den schon jetzt warmen und trockenen Regionen Deutschlands (Abb. 5.10-4) sollten die dort vorhandenen Fichte, Kiefer und Lärchenbestände besonders sorgfältig auf ihre Anpasstheit an die künftigen schwierigeren Bedingungen überprüft werden (KÖLLING & AMMER 2006).

Für die Planung des klimagerechten Waldumbaus sind zwei Elemente dringend erforderlich:

- Zum einen benötigt man bessere Informationen über die Klimaansprüche der Baumarten. Die oben erwähnten Klimahüllen sind ein erster, aber bei weitem noch nicht ausreichender Ansatz, die Baumartenansprüche

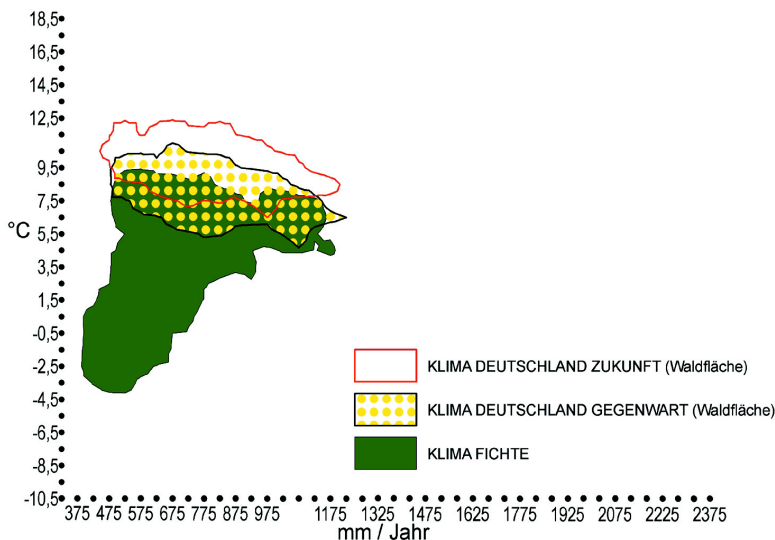


Abb. 5.10-3: 95%-Klimahüllen der Fichte, des gegenwärtigen (HJMMANS et al. 2005) und eines zukünftigen Klimas (Szenario B1, regionales Klimamodell WETTREG, SPEKAT et al. 2007) in Deutschland. Nach KÖLLING & ZIMMERMANN (2007).

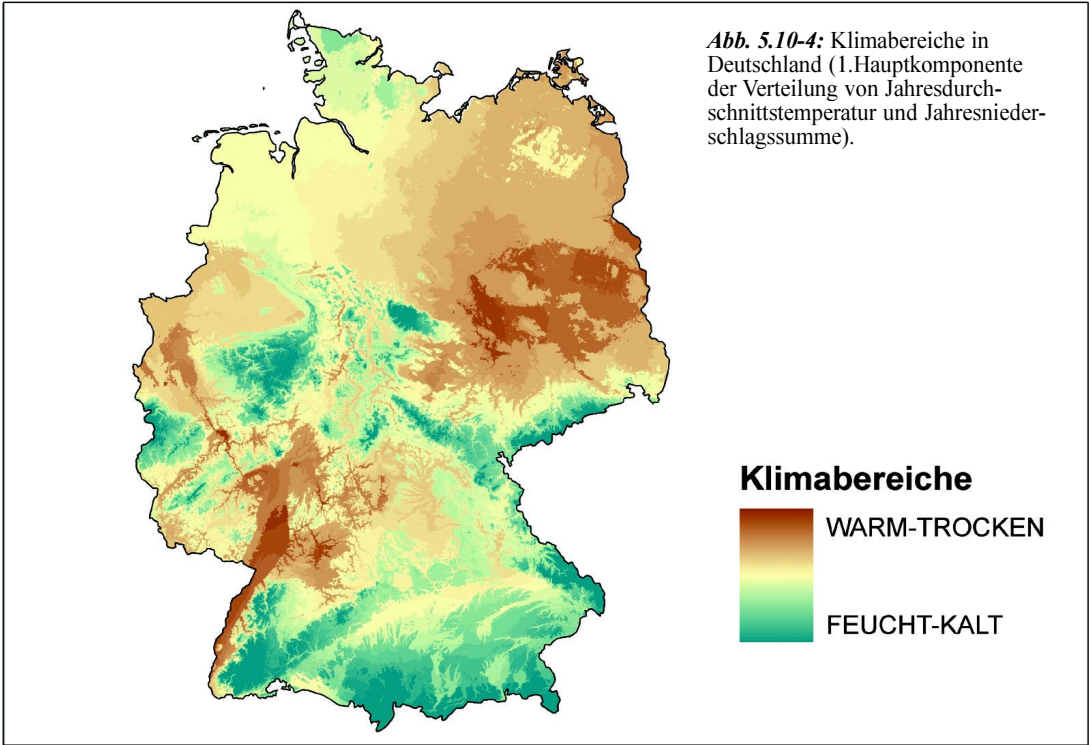


Abb. 5.10-4: Klimabereiche in Deutschland (1. Hauptkomponente der Verteilung von Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme).

adäquat zu beschreiben. Der »Wohlfühlbereich« einer Baumart muss sehr genau bekannt sein, bevor man eine Spezies dem Abenteuer Klimawandel aussetzt. Es gibt ein paar erfolgversprechende methodische Ansätze, die darauf beruhen, alle Beobachtungen zum Vorkommen und zum Wachstum der Baumarten mit den dafür verantwortlichen Klimabedingungen zu verknüpfen und daraus Gesetzmäßigkeiten abzuleiten (GUISAN & ZIMMERMANN 2000).

- Das zweite Utensil für den Waldumbau sind Planungskarten, auf denen alle für das Gedeihen der Baumarten relevanten Umwelt- und Klimafaktoren für die Gegenwart und die Zukunft verzeichnet sind. Nur dann ist es nämlich möglich, die Baumartenansprüche mit dem vorhandenen und zukünftig möglichen Angebot an Umweltressourcen zu vergleichen. Nur so wird man zu einer für die Zukunft tragfähigen Planungsentscheidung kommen. Die vorhandenen forstlichen Standortskarten sind um eine Klimakomponente zu erweitern (KÖLLING 2006).

Wann sind die Grenzen der Anpassung erreicht?

Schon ein moderater Klimawandel mit »nur« 2 °C Temperaturerhöhung, wie im Beispiel aus *Abb. 5.10-3* angenommen, stellt die Forstwirtschaft vor eine große Her-

ausforderung. Die anfälligsten Baumarten werden in vielen Regionen bereits diese gering erscheinende Differenz nicht überstehen. Für die weniger anfälligen Baumarten hingegen bestehen gute Chancen, dass sie mit einer moderaten Temperaturerhöhung leidlich zurechtkommen werden. Die Herausforderung an die Forstwirtschaft ist groß genug und es bedarf selbst unter günstigen Rahmenbedingungen gewaltiger Anstrengungen, die Wälder in einem annehmbaren Zustand an das nächste Jahrtausend zu übergeben (BOLTE & IBISCH 2007).

Jedes weitere Grad Erwärmung verschärft die Situation in einer nicht-linearen Weise. Bei einer Erhöhung um 3 oder gar 4 °C entstehen im Gebiet Deutschlands viele so genannte nicht-analoge Klimatypen, d.h. Klimakombinationen, die es bislang innerhalb der Grenzen Deutschlands niemals gab. Wie die Forstwirtschaft mit derartigen Klimasprüngen umzugehen hätte, kann man sich nur schwer ausmalen. Um so wichtiger ist vor diesem Hintergrund ein Beharren auf durchgreifenden klimapolitischen Maßnahmen, damit der Klimawandel auf ein für die Forstwirtschaft erträgliches Maß beschränkt bleibt. Nur dann werden die Grenzen der Anpassungsfähigkeit nicht überschritten und der klimagerechte Waldumbau kann mit einiger Erfolgsaussicht zu einem guten Ende geführt werden.