

## Antworten auf 20 häufig gestellte Fragen

# Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel

Von Christian Kölling, Monika Konnert und Olaf Schmidt

*Der Klimawandel ist nicht zu leugnen. Damit wird die Forstwirtschaft vor eine große Herausforderung gestellt. Wälder mit ihrer starken Umweltbindung, mit langen Produktionszeiträumen und ohne Möglichkeit des Ortswechsels erweisen sich gegenüber den Einwirkungen des Klimawandels zum Teil als besonders anfällig. In Bayern hat man vergleichsweise frühzeitig die Einwirkungen eines veränderten Klimas auf unsere Waldbaumarten beschrieben und bedeutende Waldumbauprogramme gestartet, um Wälder an die veränderten Umweltbedingungen anzupassen. Im Zusammenhang damit werden vor allem von Waldbesitzern und Angehörigen der Forstverwaltungen, aber auch aus Kreisen der Wissenschaft berechnete Fragen gestellt. Sie reichen von fundamentaler Skepsis über den Zweifel an der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen bis zu Unsicherheiten bei der Beurteilung der Anfälligkeit der einzelnen Baumarten. Wir haben einige dieser immer wieder gestellten Fragen aufgegriffen, geordnet und versuchen sie nach unserem gegenwärtigen Kenntnisstand zu beantworten.*

### 1) Auf welche Veränderungen der Umweltbedingungen muss man sich in der Forstwirtschaft einstellen?

Die optimistischsten Szenarien gehen von etwa 2 °C Erwärmung weltweit und auch in Deutschland bis Ende des nächsten Jahrhunderts (Vergleich der Periode 2071 bis 2100 mit 1961 bis 1990) aus. Das optimistische Szenario B1 berücksichtigt einen vergleichsweise günstigen Verlauf der globalen Emissionen von CO<sub>2</sub> und anderen Spurengasen. Nach den Ergebnissen der regionalen Klimamodelle rechnet man in Deutschland mit einer ganzjährigen Erwärmung, bei den Niederschlägen erwartet man einen moderaten Rückgang bei

gleichzeitiger Umverteilung vom Sommer auf den Winter. Die Häufigkeit von Dürreperioden, Starkregen, lokalen Sturmereignissen und Nassschneefällen wird steigen.

### 2) Warum verwendet man bei der Abschätzung der Folgen des Klimawandels auf die Wälder ein optimistisches, mildes Szenario? Ist das nicht unrealistisch?

Das Ausmaß des Klimawandels hängt von der Entwicklung der Konzentrationen der weltweit freigesetzten Treibhausgase ab. Ein optimistisches, mildes Szenario wie das von uns häufig verwendete B1 ist realistisch, wenn die Emissionen drastisch gesenkt werden. Dies fordert eine große Anstrengung aller Beteiligten (Politik, Industrie, Bürger) für einen wirksamen Klimaschutz. Nur wenn es gelingt, dieses Emissionsziel zu erreichen, wird es überhaupt möglich sein, mit einem klimagerechten Waldumbau die Wälder in einem nutzbaren Zustand zu erhalten. Stärkere Veränderungen würden die Anpassungsfähigkeit der Forstwirtschaft überstrapazieren. Man kann sich nur schwer vorstellen, welche Anpassungsmöglichkeiten z.B. durch Waldumbau noch verbleiben, wenn die Temperaturerhöhung, wie in einigen

Dr. C. Kölling leitet kommissarisch die Abteilung „Waldökologie“ der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising, O. Schmidt ist Präsident dieser Institution und Dr. M. Konnert ist Leiterin des Bayerischen Amtes für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf.



**Christian Kölling**  
koe@lwf.uni-muenchen.de

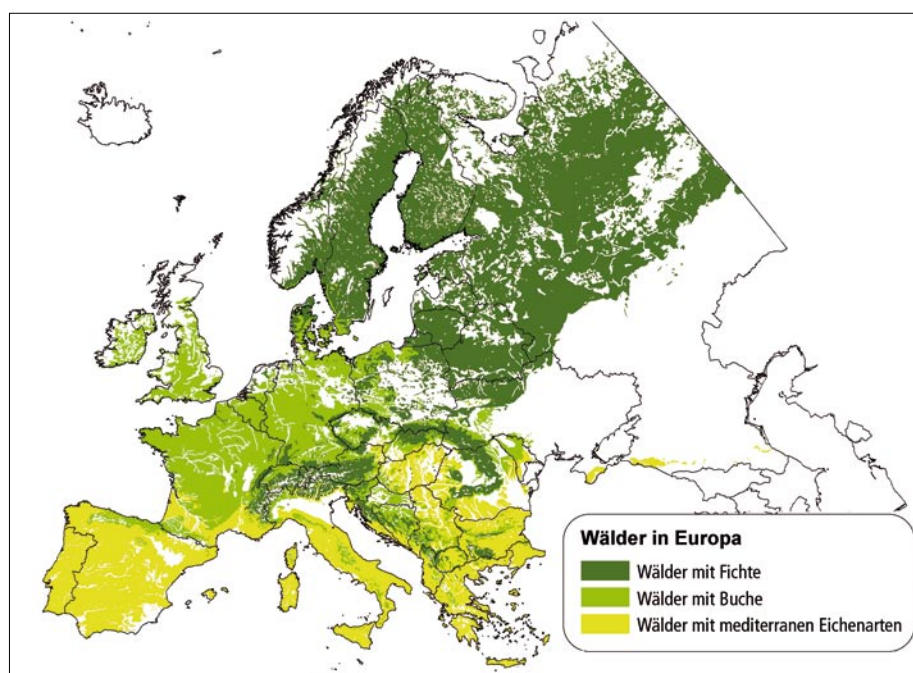


Abb. 1: Klimabedingte Vegetationsgürtel in Europa (aus [3] nach [1])

weniger optimistischen Szenarien, die 2°-Marke wesentlich übersteigt.

**3) Machen 2 °C Temperaturanstieg den Wäldern so viel aus? Der Unterschied zwischen Sommer und Winter beträgt doch schon fast 20 °C.**

Bei dem erwarteten Temperaturanstieg von 2 °C handelt es sich um die Veränderung der Jahresmitteltemperatur. Jahreszeitliche Unterschiede, an die die Bäume hervorragend angepasst sind, wird es natürlich auch in Zukunft geben. Die Erhöhung der Jahresmitteltemperatur von 2 °C entspricht für viele Waldstandorte in Bayern einem Temperatursprung bis nach Ungarn, in die Oberrheinebene oder nach Nordwestfrankreich. Dort hat man heute schon die Temperaturen, wie wir sie zukünftig in Bayern erwarten. Man muss sich nur vor Augen führen, wie anders die Wälder in diesen Regionen beschaffen sind, um die Dimension des Klimawandels richtig einschätzen zu können. Bei pessimistischeren Annahmen mit z.B. 4 °C Erwärmung bekämen wir dann ein Klima wie in der Poebene oder in den Ebenen Bulgariens. Dort gibt es kaum noch Ähnlichkeiten zum derzeitigen Waldaufbau in Bayern.

**4) Welche Baumarten reagieren am anfälligsten auf den Klimawandel?**

Keine unserer europäischen Waldbaumarten wächst von Sizilien bis zum Nordkap. Vielmehr hat jede Baumart ihren eigenen Temperaturbereich. Man erkennt dies an den Vegetationsgürteln, die von borealen Nadelwäldern in Nordeuropa über Buchenwälder in Mitteleuropa hin zu Eichenwäldern in Südeuropa gehen (Abb. 1). Alle Baumarten mit nördlicher oder alpischer Verbreitung (Fichte, Kiefer, Lärche), die bei uns häufig ohnehin am Rande ihrer klimatischen Möglichkeiten existieren, werden besonders betroffen sein. Weniger anfällig sind die Baumarten mit mitteleuropäischer Verbreitung wie Buche, Berg-Ahorn, Esche und Weiß-Tanne. Zu den Gewinnern könnten die südlichen Arten wie z.B. Flaum-Eiche und Edel-Kastanie zählen. Leider werden die in Mitteleuropa auch künftig immer wieder zu erwartenden Winterfröste der Ausbreitung und dem Anbau dieser zwar wärme-liebenden, aber frostempfindlichen Arten auch künftig deutliche Grenzen setzen.

**5) Welche Probleme bekommen die Bäume im Klimawandel?**

Die meisten Bäume werden Probleme mit einem neuen Gleichgewicht zwischen den Schädlingen und den Wirtspflanzen bekommen. Die Widerstandsfähigkeit der

Bäume sinkt, wenn sie aus ihrem optimalen Klimabereich herausgedrängt werden, umgekehrt steigt, wenn es wärmer wird, die Vitalität vieler Schadorganismen, vor allem der Insekten, an. Wärmeliebende einheimische Insektenarten wie der Eichenprozessionsspinner weiten ihre Verbreitungsgebiete aus und südländische Arten werden bei uns einwandern [6]. Es ist sogar damit zu rechnen, dass neue, bisher bei uns nicht bekannte Organismen durch globalisierten Handel eingeschleppt werden und sich etablieren. Daneben gibt es aber auch eine ganze Reihe physiologischer Probleme, angefangen von Wassermangel bis hin zu Hitzeschäden am Gewebe, mit denen sich Bäume außerhalb ihres „Wohlfühlbereiches“ zunehmend auseinandersetzen müssen.

**6) Sind in Wäldern bereits Veränderungen durch den Klimawandel aufgetreten?**

Dort, wo Bäume schon heute an den Grenzen ihrer Möglichkeiten leben, kann man am frühesten die Auswirkungen des Klimawandels beobachten. Seit 1900 ist die Temperatur weltweit bereits um 0,6 °C gestiegen. An der Wärme- und Trockenheitsgrenze weichen manche Baumarten daher schon in kühlere und feuchtere Regionen zurück (Fichten im Hügelland Bayerns, Buchen in Katalonien). An der Kältengrenze findet der umgekehrte Vorgang statt, Baumarten erobern neues Terrain (Palmen im Tessin, Stechpalmen in Norwegen).

**7) Was bedeutet der Klimawandel für die einheimische Forstwirtschaft?**

In Bayern wird Forstwirtschaft zu zwei Dritteln mit den regional anfälligen Baumarten Fichte, Kiefer und Lärche betrieben. Vor allem die Fichte (Anteil in Bayern 44 %!) hat sich in warm-trockenen Regionen als ausgesprochen anfällig gegenüber Insektenschäden (Borkenkäfer) erwiesen. In den heißen Trockenjahren 2003 und 2006 kam es verbreitet zu starkem Befall, Bestände auf Tausenden von Hektaren mussten vorzeitig geerntet werden. In einigen Regionen Bayerns wird der bestandsweise Fichtenanbau künftig unrentabel werden, das Anbaugelände dieser Baumart schrumpft. Somit wird die Forst- und Holzwirtschaft auf andere Baumarten und Produkte, auf andere Produktionstechniken und Bewirtschaftungsformen umstellen müssen.

**8) Was kann man tun?**

In der Forstwirtschaft wählt man schon immer die Bäume so aus, dass sie zu den Möglichkeiten des jeweiligen Standorts passen: Man beachtet das eiserne Gesetz

des Standorts. Mit dem Klimawandel ändern sich wesentliche Eigenschaften der forstlichen Standorte. Man muss daher auf nicht wenigen Standorten die ursprüngliche Baumartenwahl korrigieren. Im klimagerechten Waldumbau tauscht man anfällige Baumarten gegen weniger anfällige aus, um das Anbaurisiko zu vermindern. Dem gleichen Ziel dient der Verzicht auf Reinbestände durch Mischung geeigneter Baumarten. Man sollte sich aber bewusst sein, dass es in der Forstwirtschaft kein Nullrisiko gibt: Auch die nach gegenwärtigem Kenntnisstand als weniger anfällig geltenden Baumarten mit mitteleuropäischem Verbreitungsschwerpunkt wie Buche, Eiche und Esche können mit neuen Klimabedingungen Probleme bekommen. Das hier jedoch deutlich geringere relative Risiko des Schadensfalls rechtfertigt aber in jedem Fall den Baumartenwechsel.

**9) Was tut man?**

Bayern hat zunächst 2004 im Staatswald, dann auch im Privat- und Körperschaftswald mit dem klimagerechten Waldumbau begonnen. Im Klimaprogramm 2020 sind für die Jahre 2008 bis 2011 zur Anpassung der Wälder des Privat- und Körperschaftswaldes an den Klimawandel zusätzlich zur regulären Förderung weitere 15 Mio € bereitgestellt worden. Gleichzeitig unterstützt man Schutzmaßnahmen im Bergwald mit 7,5 Mio € und begleitet die Maßnahmen mit entsprechenden Forschungsprojekten (4 Mio €). Bedenkt man die in der Forstwirtschaft üblichen langen Zeiträume, kann man gar nicht früh genug mit dem Waldumbau anfangen. Ein Baum, heute gepflanzt, wird den Klimawandel der nächsten 100 Jahre am eigenen Leib erfahren und hat nicht die Möglichkeit davonzulaufen. So ist es unerlässlich, in der Forstwirtschaft bei den Entscheidungen von heute bereits die Entwicklungen von morgen zu erfassen und entsprechend darauf zu reagieren.

**10) Muss man so rasch handeln? Reicht unser dürftiges Wissen für ein besonnenes Handeln überhaupt aus?**

Eines der wichtigsten Merkmale der Forstwirtschaft sind die beeindruckend langen Produktionszeiträume. Die Umtriebszeiten haben die gleiche Dimension wie die Laufzeiten der Klimaszenarien. Will man am Ende des Jahrhunderts klimagerechte Waldbestände haben, muss man bereits jetzt die Weichen stellen. Gewiss ist unser Wissen um die Reaktionen der Waldbäume auf erhöhte Temperaturen noch unvollständig, verstärkte Forschung ist in vielen Bereichen notwendig. Um erste Umbaumaßnahmen in den unstrittig an-

fälligen Beständen zu beginnen, reicht unser Kenntnissstand jedoch auf jeden Fall aus, zumal regional bereits Schäden aufgetreten sind und Maßnahmen erzwingen. Die zuletzt zu beobachtende Rasanze des Klimawandels hat selbst viele Wissenschaftler überrascht. So verlockend der Gedanke erscheinen mag, noch eine weitere Umtriebszeit am Bewährten festzuhalten, so knapper wird dann die verbleibende Zeit für einen Waldumbau. Zukünftige Risiken schon heute zu beachten, ist ein unverzichtbares, wesentliches Element wirtschaftlichen Handelns und darf nicht mit Panik oder Aktionismus gleichgesetzt werden.

### 11) Und wenn man sich getäuscht hat? Wiederholt man in der Diskussion und bei den Anpassungsmaßnahmen nicht die Fehler, die man vor 25 Jahren bei den neuartigen Waldschäden gemacht hat?

Hinsichtlich der Erwärmung unseres Planeten gibt es nur wenig Zweifel. Selbst das mittelfristig sehr unwahrscheinliche Versiegen des Nordatlantikstroms, einem Anhängsel des Golfstroms, würde die Erwärmung nicht aufhalten, sondern allenfalls abmildern. Wie schnell der Klimawandel kommt und welche Temperaturen am Ende erreicht werden, ist ungewiss und hängt nicht zuletzt vom klimapolitischen Engagement aller Staaten ab. Keinen Zweifel gibt es, dass Baumarten, die man an der warm-trockenen Grenze ihrer Möglichkeiten angebaut hat, empfindlich auf den Klimawandel reagieren werden. Das Anbaurisiko wird in diesen Regionen im Laufe der weiteren Erwärmung mit naturgesetzlicher Gewissheit ständig zunehmen. Bei den neuartigen Waldschäden gab es keine allgemein gültige und straffe Beziehung zwischen dem sauren Regen oder anderen Schadstoffen und dem Gedeihen der Waldbäume. Im Gegensatz dazu wissen wir um die große Abhängigkeit des Aufbaus und der Zusammensetzung der Wälder vom herrschenden Klima. Die

klimatische Umwelt ist unbestritten weltweit eine der wichtigsten Stellschrauben für die Waldökosysteme.

### 12) Ist der klimagerechte Waldumbau ökonomisch sinnvoll?

Würde man angesichts des Klimawandels die Hände in den Schoß legen, den Ball flach halten und „business as usual“ betreiben, würden sich die Wälder nach und nach spontan von selbst umbauen. In der Übergangsphase würde man mit Schäden und Siechtum zu rechnen haben, große Mengen an Schadholz würden die Märkte überschwemmen. Das Ergebnis des „Selbstumbaus“ würden indes nicht immer Bestände sein, die den Anforderungen der Forstwirtschaft, der Volkswirtschaft und der Allgemeinheit an intakte Wälder, die alle Gemeinwohleistungen erbringen, genügen. Außerdem sind in vielen Wäldern die Baumarten von morgen gar nicht vorhanden, der natürliche „Selbstumbau“ würde so vielerorts sehr langsam vor sich gehen. Unterlassene Umbaumaßnahmen heute werden daher mit Ertragseinbußen in der Zukunft bestraft werden. Aus ökonomischer Sicht ist ein Handeln dann erforderlich, wenn die Kosten des Nichtstuns (die „Opportunitätskosten“) höher sind als die Kosten der Maßnahme. Daher ist es ein Gebot der ökonomischen Vernunft, die Investitionen in den aktiven Waldumbau heute zu leisten, um auch in Zukunft Erträge zu erwirtschaften.

### 13) Was will das Konzept der Klimahüllen? Ist es nicht ein wenig zu einfach gedacht?

Klimahüllen in ihrer einfachsten Form geben in einem Koordinatensystem aus Jahrestemperatur und Jahresniederschlagssumme den Bereich an, in dem eine Baumart unter den Bedingungen der natürlichen Waldgesellschaften gedeiht. Sie sind somit eine Visualisierung der ökologischen Nischen der Baumarten. Die innerhalb der Klimahülle liegenden Kombinationen aus Jahrestemperatur und Jahresnieder-

schlagssumme sind von den Baumarten im Laufe der Entwicklungsgeschichte erprobt worden, an diese Bedingungen haben sich die Baumarten über lange Zeiträume angepasst.

In Abb. 2 sind die Klimahüllen typischer Baumarten aus den Vegetationsgürteln Europas dargestellt. Deutlich erkennt man die verschiedenen Klimabereiche, die sich nur teilweise überlappen.

### 14) Gibt es eine Existenz außerhalb der Klimahülle?

Unter natürlichen Bedingungen haben die Baumarten außerhalb der Klimahülle nie existiert. Entweder übersteigen die Klimabedingungen außerhalb der Hülle die ökologischen Möglichkeiten der Baumart, oder übermächtige Konkurrenten haben über Jahrhunderte die Existenz dort nicht zugelassen. In beiden Fällen haben die Baumarten außerhalb der Klimahülle kaum Gelegenheit zur genetischen Anpassung an die dort herrschenden Bedingungen gehabt. Daher besteht beim Anbau der Baumarten außerhalb der Klimahülle stets ein erhöhtes Anbaurisiko. Tatsächlich ist man beim Anbau einiger Baumarten (z.B. Fichte, Kiefer) ein wenig über den Rand der Klimahülle hinausgegangen. Wenn man das erhöhte Risiko toleriert oder durch entsprechende Wirtschaftsmaßnahmen (z.B. Konkurrenzregelung, Waldschutz) ausgleicht, kann man eine Baumart auch außerhalb der Klimahülle anbauen. Man darf sich nur nicht allzu weit vom Rand entfernen. Häufig wachsen die Baumarten am Rand oder ein wenig außerhalb der Klimahülle besonders gut. Die wüchsigsten Fichten findet man nicht in ihrer Heimat im borealen oder subalpinen Fichtenwald, sondern bei uns in wärmeren und feuchteren Hügelländern. Allerdings sind sie hier dem höheren Risiko des Borkenkäferbefalls ausgesetzt.

### 15) Ist es zulässig, mit klimatischen Durchschnittswerten zu arbeiten? Kommt es nicht vielmehr auf die Klimaextreme an?

Die Durchschnittswerte Jahrestemperatur und Jahresniederschlagssumme lassen sich recht verlässlich erheben, flächenhaft („regionalisiert“) darstellen und als Szenarien ausgeben. Sie liefern eine erste klimatische Orientierung und bergen, in abgemilderter Form, natürlich auch die Extremwerte in sich. Selbstverständlich kann und muss man weitere Klimaparameter, z.B. die Temperatur des kältesten und des wärmsten Monats, die Wärmesumme in der Vegetationsperiode oder die Niederschläge von Mai bis September verwenden. Schwieriger ist es, Daten für

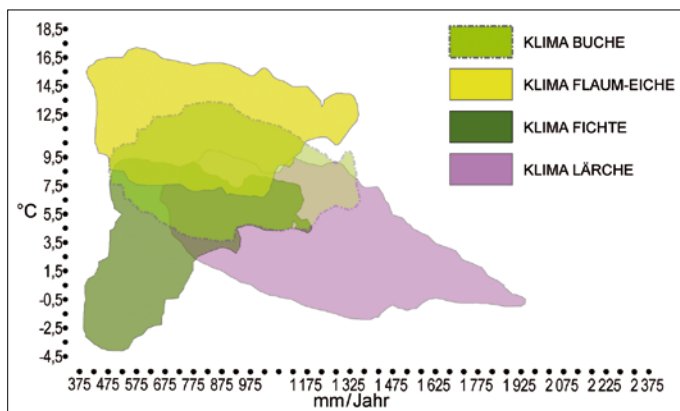


Abb. 2: Klimahüllen einer boreal-alpinen Baumart (Fichte), einer alpinen Baumart (Europäische Lärche), einer submediterranen Baumart (Flaum-Eiche) und einer mitteleuropäischen Baumart (Rot-Buche). Nach [4]

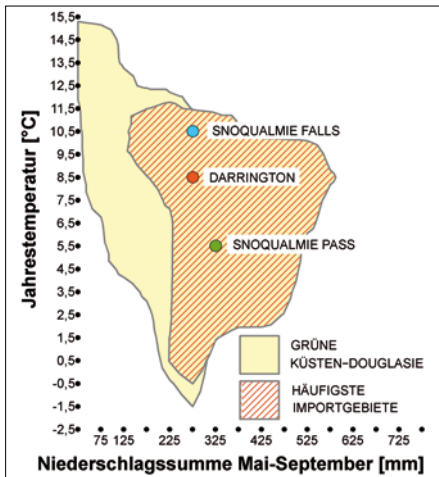


Abb. 3: Abgeteilte Klimahülle der häufigsten Importgebiete innerhalb der Klimahülle der Küsten-Douglasie (Gesamtgebiet). Einzelprovenienzen sind als Punkte eingetragen (aus [2]).

echte Extrema wie die absolute Minimum- und Maximumtemperatur, die Länge und Intensität von Dürreperioden, Nassschneefälle, Früh- und Spätfröste zu erhalten. Es bedarf größerer Anstrengungen, um solche Extremereignisse bei den Modellbetrachtungen der Klimahüllen einzubeziehen.

**16) Wo bleibt beim Konzept der Klimahüllen der Boden?**

**Kann nicht ein guter, frischer Boden die Nachteile des Klimas ausgleichen?**

Wie schon im Namen angedeutet, sind Klimahüllen durch Klimagrößen definiert. Tatsächlich sind es ja auch die Klimagrößen, die sich im Klimawandel ändern. Aus der Vegetationsgeografie weiß man, dass die natürliche Zusammensetzung der Wälder in großem, regionalen bzw. überregionalen Maßstab fast nur durch das Klima bestimmt wird. Erst auf kleinerer Maßstabsebene macht sich lokal der Einfluss der Böden stärker bemerkbar. So kann ein Boden mit hoher Wasserspeicherkapazität die Wasserversorgung der Bäume in Dürreperioden gewährleisten und saisonale Niederschlagsdefizite ausgleichen. Andererseits kann auch der beste Boden nur soviel Wasser speichern wie zuvor als Niederschlag gefallen ist. Für extreme Dürreperioden stellen selbst optimale Bodenbedingungen keine uneingeschränkte Absicherung gegen Dürreschäden dar. Man sollte die Bodeneigenschaften gleichwohl bei der Bewertung des Risikos und bei der Anbauentscheidung berücksichtigen. Reine Temperatureffekte, wie sie beim Befallsrisiko durch Schadorganismen oder bei echten Hitzeschäden eine Rolle spielen können, werden indes von Bodeneigenschaften kaum beeinflusst.

**17) Sparen die Klimahüllen nicht zu Unrecht den Einfluss des Klein- und Umgebungsklimas aus?**

Das für den Boden Gesagte gilt in leichter Abwandlung auch für den Einfluss des Kleinklimas. Gewiss genießen exponierte Südhänge mehr Strahlung und erwärmen sich stärker als absonnige Schatthänge. Dadurch ergeben sich Modifikationen des Großklimas, die in ihrer Größenordnung allerdings beschränkt sind. Nichts spricht dagegen, diese Modifikationen wie bisher bei der lokalen Anbauentscheidung als risikoh erhöhend bzw. -vermindernd zu berücksichtigen.

**18) Ist die Betrachtung auf der Ebene der Baumart überhaupt zulässig? Sollte man nicht vielmehr auf die verschiedenen Herkunftsebenen schauen?**

Einige Baumarten zeigen eine hohe Differenzierung in Herkunft und Ökotypen. Sie sind ein Ergebnis der Anpassung an unterschiedliche Bedingungen innerhalb des Verbreitungsgebiets einer Art. In diesen Fällen müsste man für die genetischen Einheiten eigene Abteilungen innerhalb der Klimahüllen einschachteln (Abb. 3). Ein Wechsel der Herkunft wird dann erforderlich, wenn der Klimawandel zu Bedingungen führt, die außerhalb der durch die jeweilige Herkunft definierten Abteilung der Klimahülle liegen. Jenseits der Grenzen der gesamten Klimahülle ist unabhängig von der Herkunft ein erhöhtes Anbauersiko gegeben, weil die Baumart dort unter Bedingungen gerät, an die sie sich im Laufe der Entwicklungsgeschichte nicht anpassen konnte und musste.

**19) Können sich Einzelbäume und Bestände genetisch an den Klimawandel anpassen?**

Einzelbäume haben die Fähigkeit, sich im Laufe ihres Lebenszyklus im Rahmen ihrer gegebenen genetischen Möglichkeiten phänotypisch anzupassen. Unter verschiedenem Umwelteinfluss können sich bei ähnlicher genetischer Ausstattung verschiedene Anpassungsformen an die Umweltbedingungen ausbilden („phänotypische Plastizität“). Auch Bestände durchlaufen Anpassungsprozesse. Bei der Samenbildung entstehen durch die Vereinigung väterlicher und mütterlicher Erbanlagen und durch spontane Mutationen neue Kombinationen im Erbgut. Von den Millionen Samen und Sämlingen, die in den Beständen entstehen, werden viele im Laufe des Bestandeslebens ausselektiert. Individuen, die mit den Umweltbedingungen am besten zurechtkommen, überleben, andere sterben ab. So ändert sich der Genpool einer Population allmählich

und es entsteht eine an neue Bedingungen angepasste Population. Diese Anpassungsvorgänge benötigen viel Zeit, oft mehrere Generationen. Sie können auf keinen Fall mit einem Klimawandel Schritt halten, der sich innerhalb von wenigen Jahrzehnten abspielt. Wichtig ist jedoch eine hohe genetische Vielfalt in den Beständen, damit möglichst viele Anpassungsoptionen bestehen, auch wenn diese nicht rasch und unmittelbar genutzt werden können. Der Grundsatz hoher Vielfalt gilt auch für die künstliche Verjüngung der Bestände. Man sollte stets auf eine breite genetische Basis im Pflanzmaterial achten. Auch dürfen die Pflanzenzahlen nicht zu gering gehalten werden, um Zufallsverlusten von genetischer Vielfalt, so genannten Drifteffekten, vorzubeugen.

**20) Gibt es für die im klimagerechten Waldumbau favorisierten Baumarten überhaupt einen Markt? Werden wir auch künftig „Brotbaumarten“ haben?**

Mittelfristig führt der Waldumbau zu einem Ausverkauf der anfälligen Arten und langfristig zu einem erhöhten Angebot der für den Umbau verwendeten Arten. Für viele dieser neuerdings favorisierten Holzarten gibt es gegenwärtig nur einen schwach ausgeprägten Markt und wenige Abnehmer. Die Holz verarbeitende Industrie mit im Vergleich zur Forstwirtschaft kurzen Planungs- und Abschreibungszeiträumen kann sich jedoch an eine veränderte Angebotsstruktur auf dem Holzmarkt anpassen. Hinzu kommt der Fortschritt in der Verarbeitungstechnologie, der laufend zu neuen Verwendungsmöglichkeiten für Holz führt. Der klimagerechte Waldumbau wird demnach auch nach dem Rückgang der Anbaufläche der Fichte mit einiger Wahrscheinlichkeit neue Brotbaumarten hervorbringen. Hierzu muss die Palette der einheimischen wärmeliebenden oder -toleranten Baumarten ausgeschöpft werden, Gastbaumarten aus wärmeren Regionen müssen auf ihre Tauglichkeit geprüft werden.

**Literaturhinweise:**

[1] BOHN, U.; GOLLUB, G.; HETTWER, C.; NEUHÄUSLOVÁ, Z.; SCHLÜTER, H.; WEBER, H. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas – map of the natural vegetation of Europe. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg. [2] KÖLLING, C. (2008): Die Douglasie im Klimawandel: Gegenwärtige und zukünftige Anbaubedingungen in Bayern. LWF Wissen 59, 12-21. [3] KÖLLING, C. (2008): Wälder im Klimawandel: Die Forstwirtschaft muss sich anpassen. In: Lozán, H.; Graß, H.; Jendritzky, G.; Karbe, L.; Reise, K. (Hrsg.) unter Mitwirkung von W. A. Maier (2008): WARNSIGNALE KLIMA: Gesundheitsrisiken – Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen. GEO/Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. S. 357-360. [4] KÖLLING, C.; ZIMMERMANN, L. (2007): Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber Klimawandel. Gefahrstoffe-Reinhalte der Luft 67, S. 259 - 268. [5] KONNERT, M. (2008): Bedeutung der Herkunft beim Klimawandel. LWF aktuell 60, 38-39. [6] SCHMIDT, O. (2008): Südländische Insekten überwinden die Alpen. In: Lozán, H. Graß, G. Jendritzky, L. Karbe, K. Reise (Hrsg.) Unter Mitwirkung von W. A. Maier (2008): WARNSIGNALE KLIMA: Gesundheitsrisiken – Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen. GEO/Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. S. 73-76.