

Nichtheimische Baumarten – Alternativen im klimagerechten Waldumbau?

Von der Herkulesaufgabe, die richtigen Baumarten zu finden

Christian Kölling

Der Klimawandel stellt die Forstwirtschaft vor eine große Herausforderung. Als extrem ortsgebundener Wirtschaftszweig mit langen Planungs- und Produktionszeiträumen und einer starken Abhängigkeit von den am Standort herrschenden Umweltbedingungen ist die Forstwirtschaft vom Klimawandel besonders betroffen. Die Forstbetriebe müssen dem unvermeidlichen Wandel mit entsprechenden Anpassungsmaßnahmen begegnen. Der Wechsel von anfälligen Baumarten hin zu weniger anfälligen und an die zukünftigen Bedingungen besser angepassten Arten wird dabei als das Kernstück der Anpassung gesehen. Der naheliegende Gedanke ist, sich zunächst aus dem Fundus der heimischen Baumarten zu bedienen. Vermehrt wird jedoch auch nach Alternativen unter den nichtheimischen europäischen und außereuropäischen Arten gesucht.



Foto: M. Mößnang

Abbildung 1: Die Douglasie ist der in Deutschland am häufigsten angebaute nichtheimische Nadelbaum. Die Forstwirtschaft setzt auf ihren zukünftigen Anbau große Hoffnungen. Allerdings weisen die unterschiedlichen Herkünfte besonders enge klimatische Einmischungen auf. Hier wird es besonders schwierig, die optimale Herkunft zu finden.

Überall dort, wo bei uns derzeit Baumarten am warm-trockenen Rand ihrer ökologischen Nische angebaut werden, ist bei einem mit Temperaturerhöhung oder Rückgang der Niederschläge verbundenen Klimawandel eine erhöhte Anfälligkeit gegeben, der man in letzter Konsequenz nur mit einem Wechsel der Baumart begegnen kann. So kann man beispielsweise von der im mitteleuropäischen Hügel- und niedrigen Bergland hoch anfälligen Fichte zur Rotbuche wechseln, die sich hier im Zentrum ihrer ökologischen Nische befindet und optimal gedeiht. Der Waldumbau und der Wechsel der Baumarten sind als Maßnahmen der Klimawandelanpassung in Bayern gängige Praxis und werden mit erheblichen Summen gefördert.

Das Spektrum der für einen Waldumbau in Frage kommenden mitteleuropäischen Baumarten ist nicht sehr groß, es umfasst nur wenig mehr als drei Dutzend Arten. Viele davon haben allein aufgrund ihrer Seltenheit eine geringe ökonomische Bedeutung, weil die verarbeitende Industrie nicht auf den geringen Anfall eingerichtet ist. Die für einen Waldumbau in Frage kommenden an warm-trockene Klimate angepassten Arten sind – der mitteleuropäischen Vegetationszone entsprechend – fast ausnahmslos Laubbaumarten. Im Gegensatz zu diesen natürlichen Verhältnissen dominiert in der Forstwirtschaft Mitteleuropas gegenwärtig der Nadelbaumanbau. Demnach verarbeitet auch die mitteleuropäische Holzwirtschaft vor allem Nadelholz. Es verwundert daher nicht, wenn sich die Forstwirtschaft bei der Anpassung an den Klimawandel nicht auf den eingegengten Kanon der mitteleuropäischen Laubbaumarten beschränken will, sondern nach alternativen Baumarten, vor allem Nadelbäumen, aus anderen Regionen der Welt sucht (Asche 2007 und 2010).

Höchstens zwei Baumgenerationen Erfahrung mit nichtheimischen Baumarten

Der Anbau nichtheimischer Baumarten hat in Jahren gemessen in Mitteleuropa eine lange, in Baumgenerationen gemessen jedoch kurze Tradition. In den meisten Fällen reichen die Erfahrungen nicht viel mehr als 150 Jahre zurück und erstre-

Tabelle 1: Ursprungsgebiete und Anbauhäufigkeit der wichtigsten in Deutschland angebauten nichtheimischen Baumarten; Quelle: BMELV 2013

Baumart	Ursprungsgebiet	% Anteil an der Waldfläche in Deutschland
Douglasie (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	nordwestliches Nordamerika	1,7 %
Japanische Lärche (<i>Larix kaempferi</i>) + Hybriden	Japan	0,7 %
Roteiche (<i>Quercus rubra</i>)	östliches Nordamerika	0,4 %
Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	östliches Nordamerika	0,3 %
Strobe (<i>Pinus strobus</i>)	östliches Nordamerika	< 0,19 %
Schwarzkiefer (<i>Pinus nigra</i>)	(Mitteleuropa), Südeuropa	0,13 %
Küstentanne (<i>Abies grandis</i>)	nordwestliches Nordamerika	< 0,09 %
Esskastanie (<i>Castanea sativa</i>)	Südeuropa	0,07 %

cken sich auch im besten Fall über nicht mehr als zwei Umtriebszeiten. Unter dem Anbau nichtheimischer Baumarten versteht man die forstliche Verwendung von Bäumen mit einem Ursprungsareal, das nicht mit dem Anbauggebiet übereinstimmt. Häufig liegen die Ursprungsgebiete sogar in anderen Erdteilen. In engerem Sinn fällt jedoch jeglicher Anbau von Baumarten außerhalb des natürlichen Areals darunter. So hat man die in den höheren mitteleuropäischen Gebirgen heimischen Arten Fichte und Europäische Lärche auch in tieferen Lagen angebaut und damit die durch das mitteleuropäische Anbaugbiet verlaufenden Arealschranken überwunden.

Nichtheimische Baumarten werden häufig auch als »Fremdländische Baumarten« (Schenck 1939), »Gastbaumarten« (z. B. Stimm 2004), als »Exoten« (Nörr 1992), als »Eingeführte Baumarten« oder »Neophyten« (Asche 2007) bezeichnet. Wir bevorzugen indes den in der internationalen Literatur verwendeten Begriff *non-native species* und vermeiden damit einerseits den falschen Bezug auf politische Grenzen, andererseits den mit dem Begriff »Gast« verbundenen Anklang an eine zeitliche Aufenthaltsbeschränkung ebenso wie die Wertung, die im Wort »exotisch« enthalten ist. Überdies enthalten wir uns des Urteils, ob der Prozess der Einfuhr bei vielen Arten überhaupt schon mit einer echten, dauerhaften Eingliederung in die heimische Flora, der Einbürgerung, abgeschlossen ist.

Im Zusammenhang mit der forstwirtschaftlichen Anpassung an den Klimawandel ist das Interesse an Anbaualternativen enorm gewachsen (Asche 2007 und 2010; Schmiedinger et al. 2009 und 2010). Sicher spielen dabei die Hoffnungen auf hohe Wuchsleistungen bei gleichzeitig guter Anpassung an ein wärmeres und trockeneres Klima die wichtigste Rolle. Alte Anbau-

Klimaklassifikation

Die Klimaklassifikationen wurden von Wladimir Peter Köppen bis 1918 entwickelt und von Rudolf Geiger ab den 1930er Jahren weitergeführt. Es werden insgesamt fünf Klimazonen (A bis E) ausgeschieden:

- A: Tropisches Regenklima
- B: Trockenklimate
- C: Warmgemäßigte Regenklimate
- D: Boreale Klimate
- E: Schneeklimate

Den Klimazonen sind verschiedene Klimatypen zugewiesen. Für die Klimazonen B, C und D gibt es zusätzlich als weitere Klassifikationsebene den Klima-Untertyp.

Klimazone:	A	B	C	D	E
Klimatyp:	f,m,w,s	W, S	f,w,s	T,F	
Klima-Untertyp:	-	h,k	a,b,c,d	-	

Die Abkürzung für den für Mitteleuropa vorherrschenden Klimatyp Cfb heißt dekodiert folgendermaßen:

- C: -warmgemäßigte Regenklimate; der kälteste Monat weist eine Mitteltemperatur zwischen 18 °C und -3 °C auf, der wärmste Monat hat eine Temperatur über 10 °C. Die jährliche Niederschlagssumme liegt höher als die beim Steppenklimate BS berechnete Trockengrenze.
- f: - vollfeucht (fully humid); alle Monate sind feucht; der trockenste Monat im A-Klima hat mindestens 60 mm Niederschlagsmenge.
- b: - alle Monate liegen unter 22 °C, es gibt aber noch mindestens vier Monate, die wärmer als 10 °C sind.

Weitere Informationen unter:
http://de.wikipedia.org/wiki/Effektive_Klimaklassifikation

erfahrungen und vorhandene Anbauversuchsflächen werden unter diesen Gesichtspunkten neu ausgewertet. Neue Versuchsanlagen werden geplant (Schmiedinger et al. 2009 und 2010). Die Suche nach Anbaualternativen im Klimawandel hat längst begonnen. Nun kommt es darauf an, trotz einer allgemeinen Euphorie Besonnenheit zu bewahren und die Alternativen emotionslos und vorurteilsfrei nach klaren Kriterien zu prüfen.

Die Ursprungsgebiete der in Deutschland mit forstlichem Hintergrund und in größerem Umfang angebauten nichtheimischen außereuropäischen Baumarten sind fast ausschließlich der pazifische Nordwesten Nordamerikas, der Osten Nordamerikas und die japanische Insel Honshu (Tabelle 1, Abbildung 2). In der etwa 150-jährigen Anbaugeschichte nicht heimischer Baumarten hat sich weltweit gezeigt, dass der Anbauerfolg von verschiedenen Faktoren abhängt und durchaus nicht selbstverständlich ist. Wenn schon unter den relativ konstanten Klimabedingungen der letzten 150 Jahre Misserfolge zu verzeichnen waren, dann kann man davon ausgehen, dass das allgemeine Risiko beim Anbau nichtheimischer Baumarten auch unter neuen und zudem noch stark wechselnden Klimabedingungen zumindest nicht kleiner wird. Ziel der Forstwissenschaft ist es, der Praxis die für einen



Abbildung 2: Ursprungsgebiete der nichtheimischen Baumarten Japanlärche, Douglasie und Roteiche; Arealgeometrien aus Little 1971, Hoshi und Hasebe 2004, Importgebiet der Grünen Küstendouglasie (Ruetz 1981), Areal der Rotbuche (Bohn et al. 2003) und Grenzen der BRD

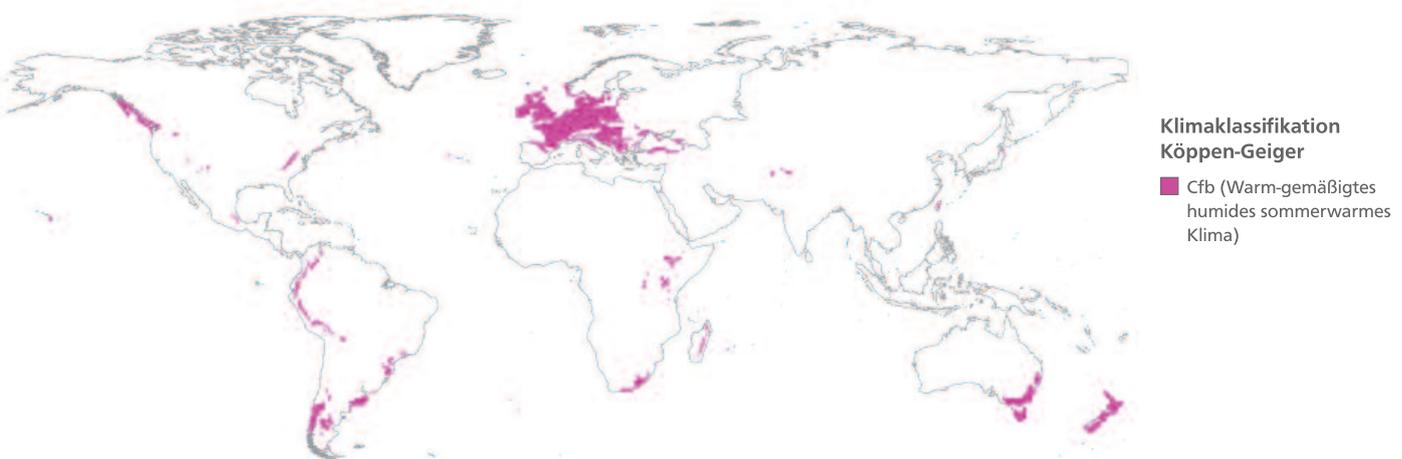


Abbildung 3: Weltweites Vorkommen des typischen mitteleuropäischen Klimatyps »Cfb« nach der Klassifikation von Köppen-Geiger; Daten aus Kottek et al. 2006

erfolgreichen Anbau notwendigen Informationen zur Verfügung zu stellen, die Risiken zu benennen und wo möglich beherrschbar zu machen.

Voraussetzung Klimaähnlichkeit

Schon 1906 hat Hans Mayr, Waldbauprofessor in München, die Auswahlkriterien für den Anbau »fremdländischer« Baumarten genannt: »Oberster Grundsatz des Waldbaues ist, dass jede Holzart in ihrer heimatlichen Zone angebaut werden soll; wird hiervon abgewichen, so sind durch waldbauliche Maßnahmen oder Auswahl des Standortes die klimatischen Verhältnisse der neuen Heimat jenen der ursprünglichen möglichst nahe zu bringen; für fremdländische Holzarten, um die es sich hier handelt, gilt der Grundsatz, dass sie in der mit der Heimat am nächsten verwandten parallelen Klimazone ange-

baut werden sollen; soll hiervon abgewichen werden, so gilt der oben für einheimische Arten erwähnte Grundsatz.« (S. 185)

Demzufolge steht am Anfang der Beurteilung ein Vergleich der Klimabedingungen zwischen dem Ursprungsgebiet der betrachteten Art und dem vorgesehenen Anbaugbiet.

Verschafft man sich eine Übersicht über die weltweite Verbreitung des in Mitteleuropa herrschenden Klimatyps Cfb nach der gebräuchlichen Klassifikation von Köppen-Geiger (in der auf 1951–2000 aktualisierten Version von Kottek et al. 2006, siehe auch Kasten), so stellt man fest, dass dieses warm-gemäßigte humide sommerwarme Klima nur in wenigen Regionen außerhalb Europas verbreitet ist (Abbildung 3). Bedingt durch die Lage zwischen Festland und Ozean und der Verteilung der Zyklonen und Antizyklonen ergibt sich ein charakteristischer mitteleuropäischer Klimatyp, der ein gewisses mitteleuropäisches Alleinstellungsmerkmal darstellt. Die Ähnlichkeitsforderung Mayrs ist demnach auf Basis einer verbreiteten, aber groben Klimaklassifikation nur bedingt zu erfüllen. Außerdem macht uns der Klimawandel einen Strich durch die Rechnung, weil die Klimaklassifikation auf Gegenwartsbedingungen beruht, die sich in der Zukunft ändern werden.

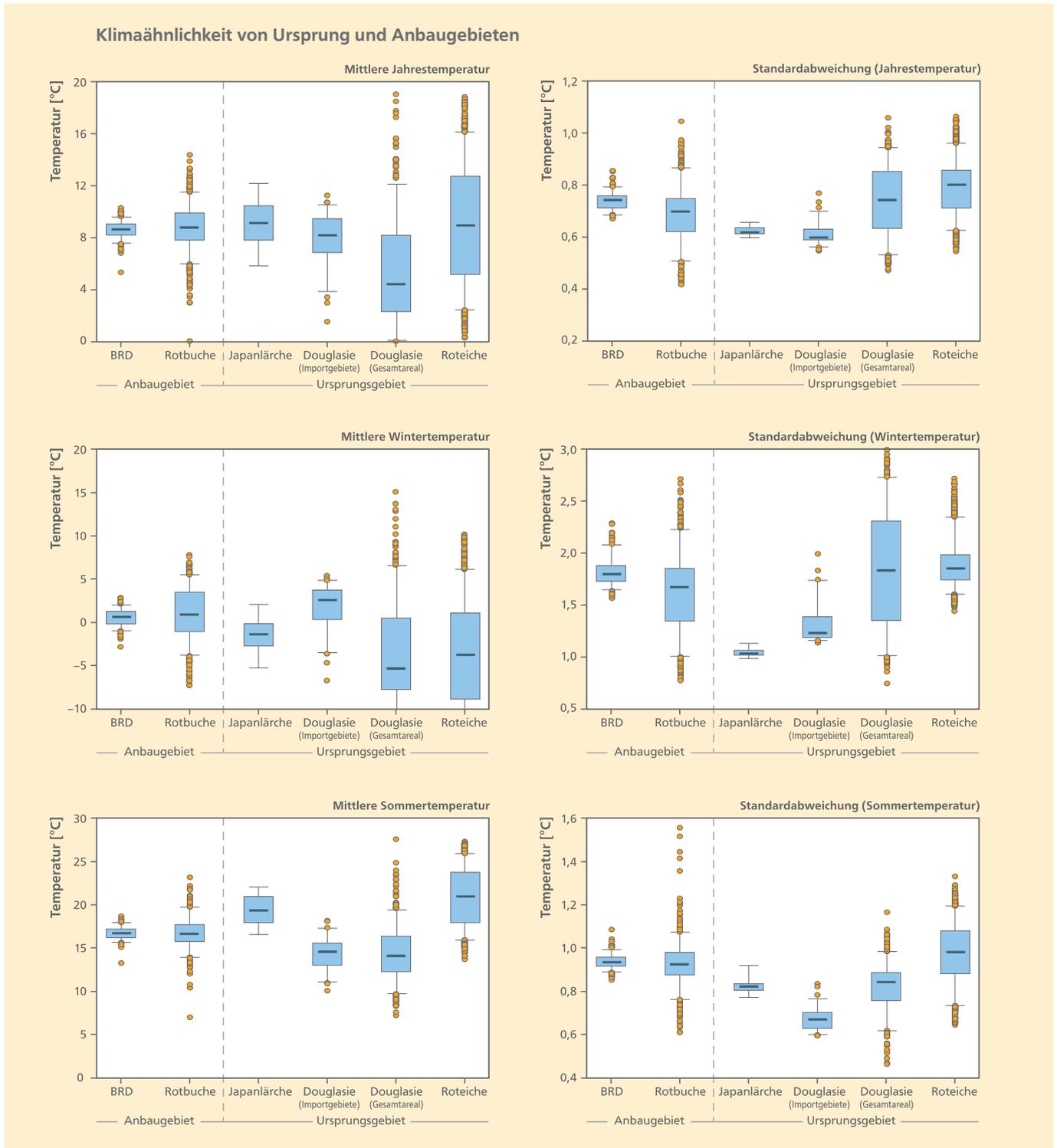


Abbildung 4: Vergleich verschiedener Temperaturgrößen in Ursprungs- und Anbaugeländern: durchschnittliche Jahres-, Winter- und Sommertemperaturen (linke Reihe) und ihre Standardabweichung (rechte Reihe); Arealgeometrien wie Abbildung 2, Klimadaten 1901–2002 aus dem Datensatz CRU TS 2.1 (Mitchell und Jones 2005)

Mehr Erfolg versprechend ist der direkte Rückgriff auf klimatische Kenngrößen. Allein durch den Vergleich der in den Arealen und Anbaugeländern herrschenden Durchschnitts-

temperaturen und ihren zugeordneten Standardabweichungen (Abbildung 4) lässt sich bereits die Klimaähnlichkeit von Ursprungs- und Anbaugeländern abschätzen. Wir verwenden die in Abbildung 2 dargestellten, für die Ursprungsgebiete typischen Baumartenareale von Douglasie (Gesamtareal und Importgebiet der Grünen Küstendouglasie), Roteiche und Japanlärche. Als Anbauregionen gelten das Gebiet Deutschlands und das Areal der Rotbuche als typische Regionen Mitteleuropas.

Die Jahresdurchschnittstemperaturen von sieben der acht Vergleichsregionen differieren nur wenig (Abbildung 4, oben links), in dieser Hinsicht scheint die Ähnlichkeitsforderung erfüllt. Einzig das Gesamtareal der Douglassie, welches neben den grünen Küstenformen auch die Inlandsformen umfasst, weist erheblich niedrigere Jahresdurchschnittstemperaturen auf. Aufschlussreicher ist die Betrachtung der Jahreszeitentemperaturen. Im Winter (Dezember bis Februar) (Abbildung 4, Mitte links) weichen die in den Arealen der Japanlärche, Douglassie und Roteiche herrschenden Temperaturen von den Anbaugebieten nach unten ab: Die Winter in den Ursprungsregionen sind strenger als bei uns. Das Importgebiet der Küstendouglassie hingegen erfährt wärmere Wintertemperaturen als die Anbaugebiete Mitteleuropas. Ein anderes Bild ergibt sich bezüglich der Sommertemperaturen (Juli bis August) (Abbildung 3, unten links). Japanlärche und Roteiche existieren in ihren Ursprungsgebieten unter im Vergleich zu den Anbaugebieten höheren Sommertemperaturen. Sowohl im Import- als auch im Gesamtgebiet der Douglassie hingegen herrschen im Vergleich zu Mitteleuropa niedrigere Sommertemperaturen.

Betrachtet man zusätzlich die Standardabweichungen (Abbildung 4, rechts), die ein Maß für die Variabilität der Jahres-, Winter- und Sommertemperaturen zwischen den Jahren sind (Zimmermann et al. 2009; Giorgi 2002) und von einzelnen Extremjahren beeinflusst werden, so fallen die ausgesprochen geringen Werte für das Importgebiet der Küstendouglassie auf. Sowohl die Jahreswerte als auch die Winter- und Sommerwerte weisen auf ein stark ausgeglichenes ozeanisches Klima hin. Auch das Areal der Japanlärche zeigt vor allem im Winter eine geringe Temperaturvariabilität. Im Areal der Roteiche herrscht hingegen eine ähnliche Variabilität wie in Mitteleuropa. Diese Beispiele dokumentieren, dass die Forderung nach Klimaähnlichkeit schon bei einer relativ einfachen Klimagröße wie der Mitteltemperatur und deren Variabilität nur mit Abstrichen erfüllt werden kann. Misserfolge beim Anbau gehen möglicherweise auf fehlende Übereinstimmung der Klimate zwischen Ursprungs- und Anbaugebiet zurück.

Klima in Mitteleuropa: Variabilitätsstress

Zum für Mitteleuropa typischen Übergangsklima zwischen ozeanischem und kontinentalem Einfluss gibt es weltweit nur wenige Analogien. Starke Temperatursprünge innerhalb und zwischen den Jahren und in allen Jahreszeiten stellen an die Anpassung der hier heimischen Bäume erhebliche Anforderungen. Mitteleuropäische Baumarten sind an diese Anforderungen durch jahrhundertelange Selektion angepasst, während nichtheimischen Baumarten aus Ursprungsgebieten mit ausgeprägter Klimakonstanz diese spezielle Anpassung mangels entsprechendem Selektionsdruck oft fehlt (Petit et al. 2004). Vermutlich hängt die Wachstumsüberlegenheit einiger nichtheimischer Arten über die mitteleuropäischen Arten damit zusammen, dass die in Regionen mit geringem Variabilitätsstress angepassten Arten die für die Anpassung an ein hochvariables Klima notwendigen Schutzmechanismen einsparen und die dadurch freigewordenen Ressourcen in Wachstum umsetzen können. Ähn-

liche Effekte ergeben sich durch die im Anbaugebiet zunächst entbehrliche Parasitenabwehr (»Enemy-Release-Hypothese«, Keane und Crawley 2002). Die im Anbaugebiet mögliche Verschiebung der Balance zwischen Parasitenabwehr und Wachstum erweist sich dann als verhängnisvoll, wenn in späteren Phasen des Anbaus unerwartet Pathogene auftreten. Gleichermäßen kann es problematisch werden, wenn im weiteren Verlauf der Anbauhistorie seltene klimatische Stresssituationen auftreten und die daran nicht angepassten Populationen überfordern. Bei einer langfristigen Betrachtung könnte sich der Nachteil des Zurückbleibens der heimischen Arten im Wachstum gegenüber nichtheimischen Arten als nur scheinbar und vorübergehend erweisen. Möglicherweise werden die Nachteile in der Wüchsigkeit durch die Vorteile erhöhter Angepasstheit, Stresstoleranz und Parasitenabwehr leicht aufgewogen.

Trotz der frühen Erkenntnisse Mayrs (1906) gibt es in späterer Zeit nur wenige systematische Ansätze eines dem Anbau vorausgehenden Klimavergleichs zwischen Ursprungs- und Anbaugebiet. Interessante Beispiele kommen aus der planmäßigen Anlage von *Pinus radiata*-Plantagen auf der Südhalbkugel (Booth et al. 1988; Booth 1990) und aus dem Anbau eurasischer Lärchenarten in Nordamerika (Rehfeldt et al. 1999). Mit neuartigen Artverbreitungsmodellen, die die Beziehungen zwischen Artvorkommen, Wachstum und herrschenden Klimabedingungen aufdecken, können wissenschaftlich fundierte Anbauswellenwerte abgeleitet werden. Diese stellen ein wertvolles Hilfsmittel für die Auswahl geeigneter Anbaustandorte (bei gegebener Art) bzw. geeigneter Arten (bei gegebenem Anbaustandort) dar. Auch bei der Frage des künftigen Anbaus nichtheimischer Arten als Anpassungsreaktion auf den Klimawandel hat man sich bereits einfacher Artverbreitungsmodelle bedient (Schmiedinger et al. 2009 und 2010). Die systematische Durchleuchtung der klimatischen Voraussetzungen des Anbaus nichtheimischer Baumarten mit im Ursprungsgebiet der Arten geeichten Artverbreitungsmodellen steht jedoch noch aus. Sie allein könnten dazu beitragen, anhand zuverlässiger Anbauswellenwerte den Anbau dieser Baumarten besser abzusichern und Misserfolge von vornherein zu minimieren.

Klimawandel als Problemverschärfer

Mit dem Klimawandel tritt eine weitere Schwierigkeit auf, die angestrebte Klimaähnlichkeit zwischen Ursprungs- und Anbaugebiet zu verwirklichen. Es wird nun nicht nur die Übereinstimmung zwischen zwei Gegenwartsklimatypen, sondern auch die Ähnlichkeiten zwischen zwei Gegenwartsklimatypen und einem Zukunftsklimatyp verlangt. Die angebaute Baumart soll ja sowohl zum noch kühlen Klima der Gegenwart als auch zu einem wärmeren Zukunftsklima im Anbaugebiet passen. Durch diese notwendige Vorbedingung sinkt die Anzahl der Anbauserfolg versprechenden Arten mehr oder weniger stark ab. Die in der Vergangenheit gültigen regionalen erfahrungsbasierten Anbauregeln können durch den Klimawandel ihre Gültigkeit verlieren. Der ohnehin schon problematische Anbau nichtheimischer Baumarten wird damit vor weitere neue Herausforderungen gestellt, die Unsicherheiten wachsen und es wird zuneh-



Foto: M. Schölch

Abbildung 5: Die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) ist in ihrer nordamerikanischen Heimat (Syracuse NY) ein stattlicher Waldbaum (BHD 71 cm, Höhe über 30 m), der als Black Cherry wertvolles Nutzholz liefert.

mend schwierig, geeignete Arten zu finden und eine Erfolgsprognose für sie zu stellen. Hierbei ist zu bedenken, dass neben den Temperaturverläufen auch das Niederschlagsregime betrachtet werden muss. Weil Niederschläge die Bäume niemals direkt, sondern immer über den Boden vermittelt erreichen, müssen auch Bodeneigenschaften wie die Wasserspeicherkapazität in die Prognose eingehen. Daneben müssen selbstverständlich auch die chemischen Bodeneigenschaften zusammenpassen, um eine ausreichende Baumernährung bei den angebaute Arten zu gewährleisten.



Foto: H. Schill

Abbildung 6: In Kiefernforsten – hier zum Beispiel in Brandenburg bei Eberswalde – hat sich die Spätblühende Traubenkirsche als lästiges »Unholz« ausgebreitet.

Vorerfahrungen

Bis auf die Douglasie, die nach der zweiten Bundeswaldinventur (BMELV 2013) einen Anteil von 1,7 % an der Waldfläche Deutschlands einnimmt, spielt der Anbau nichtheimischer Baumarten eine geringe Rolle (Tabelle 1). Dies ist in den Nachbarländern ähnlich (z.B. Bürgi und Dietz 1986). Erfolgreichen Anbauten (Burgbacher und Greve 1996; Huss 1996) stehen Misserfolge wie der gänzlich misslungene Strobenanbau oder die Einbringung der Spätblühenden Traubenkirsche, die sich in vielen Regionen unversehens von einer Hilfspflanze zu einem mit erheblichem Aufwand bekämpften »Unholz« entwickelt hat (Abbildung 6), gegenüber. Bei der Beurteilung der Vorerfahrungen zeigt sich das Problem des Überlebensirrtums (siehe Beitrag Kölling und Schmidt in diesem Heft S. 22) und der fehlenden Dokumentation. So ist, objektiv betrachtet, unsere Erfahrung mit dem Anbau nichtheimischer Baumarten oft Stückwerk, nicht immer objektiv und selten allgemeingültig. Die Anbauten in Gärten und Parks können wegen des dort besonders hohen Betreuungsaufwands nur sehr begrenzt Erkenntnisse für den Erfolg eines forstlichen Anbaus in der freien Wildbahn liefern. Ganz allgemein gilt jedoch, dass die unter den vergangenen und gegenwärtigen Bedingungen gewonnenen Erfahrungen in einer neuen Klimazukunft eine nur noch begrenzte Gültigkeit besitzen. Ändern sich die Randbedingungen, verlieren auch unsere Erfahrungen mit dem Anbau nichtheimischer Baumarten an Wert. Umso wichtiger erscheint es, die vorhandenen Erfahrungen zu den Anbauten zusammenzustellen, zu bündeln und unter den Vorzeichen des Klimawandels zu bewerten (Schölch et al. 2010a und b und Beitrag Schölch S. 15 in diesem Heft).

Ertragserwartung, Risiken und Nebenwirkungen

Ausschlaggebend für den Erfolg des Anbaus nichtheimischer Baumarten ist die beabsichtigte Hauptwirkung. Hier steht die ökonomische Motivation – die Ertragserwartung – eindeutig im Vordergrund (Spellmann 1993; Otto 1993). Nichtheimische Baumarten sollten nur dann angebaut werden, wenn die finanzielle Ertragserwartung die der einheimischen Alternativen übersteigt und wenn das Anbauisiko in einem vom Eigentümer vorgegebene Rahmen liegt. Neben der Hauptwirkung – dem finanziellen Anbauerfolg – sollten darüber hinaus auch die unbeabsichtigten Nebenwirkungen beachtet werden (Boyce 1961; Engelman et al. 2001; Karlmann 1981). Dabei sollte man vor allem das Problem der Invasivität beachten. Was zunächst als Anbau beginnt, kann unter ungünstigen Umständen in einer unerwünschten Einbürgerung enden (Allendorf und Lundquist 2003; Reif et al. 2011). Oftmals vergeht eine mehrere Jahrzehnte dauernde Wartezeit, bis sich eine neu eingebrachte Art als invasiv entpuppt. Nicht nur Naturschutzaspekte und die Verdrängung heimischer Arten sind Kriterien für die Beurteilung der Invasivität, auch im Forstbetrieb selbst können Invasionen unerwünschte Folgen haben.

Kriterien für die Anbauentscheidung

Die Entscheidung über den Anbau nichtheimischer Baumarten als Alternative im klimagerechten Waldumbau ist ein anspruchsvolles Unterfangen. Folgende Fragen sind zu klären, bevor man sich zum Anbau entschließt (Mayer 1992; Reif et al. 2011):

- Ökonomischer Wert (Volumen- und Biomasseproduktion, Verwertbarkeit, Vermarktbarkeit, Aufwand und Ertrag)
- Anbauisiko (Ähnlichkeit zu gegenwärtigem und zukünftigem Klima, Bodenverhältnisse, Waldschutzsituation)
- Vermehrungsgut, Herkünfte
- Nebenwirkungen (Invasivität, Einfluss auf Schutzgüter, waldbauliche Verträglichkeit)

Auf viele dieser Fragen haben wir zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur lückenhafte Antworten. Insbesondere die Frage nach der Anbaueignung im Klimawandel ist nur in Ansätzen beantwortet (z. B. Kölling 2008). Wie bei jeder Einführung eines neuen Systems müsste sich eigentlich eine Test- und Erprobungsphase anschließen, bevor man zur Anwendung in größerem Maßstab schreitet. Für die Forstwirtschaft sind die langen Zeiträume typisch. Bei einem rasch fortschreitenden Klimawandel könnte die Wartezeit auf Ergebnisse der Erprobungsphase zum großen Problem werden. Hinzu kommt, dass die Erprobung selbst unter gegenwärtigen Bedingungen stattfindet, die sich von der Zukunft unterscheiden und sich schon während der Testphase ändern. Um etwa die Eignung nichtheimischer Baumarten in einer durch Klimawandel veränderten Umwelt zu testen, müsste man diese Testbedingungen ja schon jetzt zur Verfügung haben. Man müsste demnach eigentlich in entfernten Regionen testen, in denen schon jetzt das mögliche zukünftige Klima verwirklicht ist.

Dort, wo man bezüglich des Anbauerfolgs und der Risiken und Nebenwirkungen Zweifel hat, sollte man sich im Umfang des Anbaus zurückhalten. Seltenheit auf Landschafts- und Bestandsebene ist oftmals eine Überlebensgarantie und dient der Schadensbegrenzung. Stets sollte das Prinzip der Mischung mit heimischen Baumarten berücksichtigt werden. Eine Begrenzung des Anbauanteils auf Bestands- und Landschaftsebene ist aus Gründen der Risikobegrenzung zu empfehlen (Bro-singer und Bayer 2007) oder durch gesetzliche Bestimmungen ohnehin geboten (z.B. Bayerisches Waldgesetz 2005).

Möglichkeit und Wagnis

Der Anbau nichtheimischer Baumarten zur Erweiterung der Baumartenpalette in Zeiten des Klimawandels erscheint auf den ersten Blick als eine reizvolle und lukrative Alternative. Risiken und Nebenwirkungen wollen jedoch bedacht werden. Zu den grundsätzlich durch den Klimawandel verursachten Risiken kommen noch die speziellen Risiken hinzu, die sich durch den Transfer der in fernen Regionen angepassten Organismen in eine für sie ganz neue Umwelt ergeben. Insofern spricht vieles dafür, die gute Tradition fortzusetzen und nach wie vor angepasste einheimische Baumarten bevorzugt zu verwenden (Reif et al. 2011). Nichtheimische Baumarten haben ihre Berechtigung am ehesten, wenn kaum einheimische Alternativen zur Verfügung stehen. In jedem Fall sind die naturgegebenen Anbaugrenzen der alternativen Baumarten möglichst genau zu definieren und durch Beobachtungen und Versuche wissenschaftlich abzusichern.

Literatur

- Allendorf, F.W.; Lundquist, L.L. (2003): Introduction: Population Biology, Evolution, and Control of Invasive Species. *Conservation Biology* 17, S. 24–30
- Asche, N. (2007): Fremdländische (neophytische) Baumarten in der Waldwirtschaft. *Forst und Holz* 62, S. 30–32
- Asche, N. (2010): Fremdländische Baumarten sind eine Alternative in der Waldwirtschaft. *AFZ-DerWald* 8, S. 10–12
- BMELV – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013): Bundeswaldinventur 2: Alle Ergebnisse und Berichte. www.bundeswaldinventur.de, aufgerufen am 27.7.2013
- Bohn, U.; Neuhäusl, R.; unter Mitarbeit von Hettwer, C.; Gollub, G.; Weber, H. (2000/2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas/Map of the Natural Vegetation of Europe. Maßstab/Scale 1 : 2.500000. Teil 1: Erläuterungstext mit CD-ROM; Teil 2: Legende; Teil 3: Karten. Münster (Landwirtschaftsverlag)
- Booth, T.H. (1990): Mapping regions climatically suitable for particular tree species at the global scale. *Forest Ecology and Management* 36, S. 47–60
- Booth, T.H.; Nix, H.A.; Hutchinson, M.F.; Jovanovic, T. (1988): Niche Analysis and Tree Species Introduction. *Forest Ecology and Management* 23, S. 47–59

- Boyce, J.S. (1961): Introduction of exotic trees: Dangers From Diseases Pests. *Unasylva* 8, S. 8–14
- Brosinger, F.; Baier, R. (2008): Chancen, Grenzen und offene Fragen des Waldbaus mit der Douglasie in Bayern. *LWF Wissen* 59, S. 33–38
- Burgbacher, H.; Greve, P. (1996): 100 Jahre Douglasienanbau im Stadtwald Freiburg. Eine Baumart wird heimisch. *Allg. Forstz./Der Wald* 51, S. 1109–1111
- Bürgi, A.; Diez, C. (1986): Übersicht über den Exotenanbau in der Schweiz aufgrund einer Umfrage vom Herbst/Winter 1984/85. *Schweiz. Z. Forstwes.* 137, S. 833–851
- Engelmark, O.; Sjöberg, K.; Andersson, B.; Rosvall, O.; Agren, G.E.; Baker, W.L.; Barklund, P.; Björkman, C.; Despain, D.G.; Elfving, B.; Ennos, R.A.; Karlman, M.; Knecht, M.F.; Knight, D.H.; Ledgard, N.J.; Lindelöw, Å.; Nilsson, C.; Peterken, G.F.; Sörlina, S.; Sykes, M.T. (2001): Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of lodgepole pine in Sweden. *Forest Ecology and Management* 141, S. 3–13
- Giorgi, F. (2002): Dependence of the surface climate interannual variability on spatial scale. *Geophys. Res. Lett.*, 29 (23), 2101, doi:10.1029/2002GL016175
- Hoshi, H.; Hasebe, T. (2004): Forest Tree Superior Genes Conservation Stands of Japanese Larch (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.). *For. Tree Gen. Res. Inf., Special Issue No.2*, <http://ftbc.job.affrc.go.jp/html/issue/iden/e-tokubetu.pdf>, aufgerufen am 7.7.2013
- Huss, J. (1996): Die Douglasie als Mischbaumart. Zum hundertjährigen Jubiläum ihres Anbaus im Freiburger Stadtwald. *Allg. Forstz./Der Wald* 51, S. 1112–1116
- Karlman, M. (1981): The Introduction of Exotic Tree Species with Special Reference to *Pinus contorta* in Northern Sweden. Review and Background. *Studia Forestalia Suecica* 158, S. 1–25
- Keane, R.M.; Crawley, M.J. (2002): Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution* 17, S. 164–170
- Kölling, C. (2008): Die Douglasie im Klimawandel: Gegenwärtige und zukünftige Anbaubedingungen in Bayern. *LWF Wissen* 59, 12–21
- Kottek, M.; Rudolf, B.; Rubel, F.; Grieser, J.; Beck, C. (2006): World Map of Köppen-Geiger Climate Classification updated. *Meteorol. Z.* 15, S. 259–263
- Little (Jr.), E.L. (1971): Atlas of United States trees, volume 1, conifers and important hardwoods. U.S. Department of Agriculture Miscellaneous Publication 1146, 9 p., 200 maps. <http://esp.cr.usgs.gov/data/little/>, aufgerufen am 7.7.2013
- Mayer, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4., teilweise neu bearbeitete Auflage. G. Fischer, Stuttgart - Jena - New York
- Mayr, H. (1906): Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa. Berlin Verlag Parey, 622 S.
- Mitchell, T.D.; Jones, P.D. (2005): An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. *Int. J. Climatol.* 25, S. 693–712
- Nörr, R. (2004): Vom Exoten zur Wirtschaftsbaumart. 175 Jahre Douglasienanbau in Deutschland. *LWF aktuell* 45, S. 7–9
- Otto, H.-J. (1993): Fremdländische Baumarten in der Waldbauplanung - dargestellt am Beispiel der niedersächsischen Landesforstverwaltung. *Forst und Holz* 48, S. 454–456
- Petit, R.J.; Bialozyt, R.; Garnier-Gère, P.; Hampe, A. (2004): Ecology and genetics of tree invasions: from recent introductions to Quaternary migrations. *Forest Ecology and Management* 197, S. 117–137
- Reif, A.; Aas, G.; Essl, F. (2011): Braucht der Wald in Zeiten der Klima- veränderung neue, nicht heimische Baumarten? *Natur und Landschaft* 86, S. 256–260
- Rehfeldt, G.E.; Tchebakova, N.M.; Barnhardt, L.K. (1999): Efficacy of climate transfer functions: introduction of Eurasian populations of *Larix* into Alberta. *Can. J. For. Res.* 29, S. 1660–1668
- Ruetz, W. F. (1981): Douglasien-Herkunftsempfehlungen - ein Vorschlag für Bayern. *Allgemeine Forstzeitschrift* 36, S. 1074–1077
- Schenck, C.A. (1939): Fremdländische Wald- und Parkbäume. 3 Bände: 1. Klimasektionen und Urwaldbilder (incl. der 3 Karten); 2. Die Nadelhölzer; 3. Die Laubhölzer. Verlag Paul Parey, Berlin
- Schmiedinger, A.; Bachmann, M.; Kölling, C.; Schirmer, R. (2009): Verfahren zur Auswahl von Baumarten für Anbauversuche vor dem Hintergrund des Klimawandels. *Forstarchiv* 80, S. 15–22
- Schmiedinger, A.; Bachmann, M.; Kölling, C.; Schirmer, R. (2010): Gastbaumarten für Bayern gesucht. Forstwissenschaftler entwickelten ein Verfahren zur Auswahl klimagerechter Baumarten für Anbauversuche. *LWF aktuell* 74, S. 47–51
- Schölch, M.; Arenhövel, W.; Frischbier, N.; Leder, B.; Mettendorf, B.; Schmiedinger, A.; Stimm, B.; Vor, T.; Aas, G. (2010a): Anbauerfahrungen mit fremdländischen Arten bündeln - ein Beitrag zur richtigen Baumartenwahl. *Forst und Holz* 65, S. 22–25
- Schölch, M.; Arenhövel, W.; Frischbier, N.; Leder, B.; Mettendorf, B.; Schmiedinger, A.; Stimm, B.; Vor, T.; Aas, G. (2010b): Was wissen wir über Gastbaumarten. *AFZ-DerWald* 65, S. 4–5
- Spellmann, H. (1993): Ertragskundliche Aspekte des Fremdländeranbaus. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 165, S. 27–34
- Stimm, B. (2004): Gastbaumarten in Bayerns Wäldern: Altlast oder Bereicherung? *LWF aktuell* 45, S. 4–6
- Zimmermann, N.E.; Yoccoz, N.G.; Edwards, T.C.; Meier, E.S.; Thuiller, W.; Guisan, A.; Schmatz, D.R.; Pearman, P.B. (2009): Climatic extremes improve predictions of spatial patterns of tree species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, S. 19723–19728

Dr. Christian Kölling leitet die Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Christian.Koelling@lwf.bayern.de