
Vielfalt schaffen, Risiko verringern – Gastbaumarten als Alternativen zur Fichte

Martin Bachmann, Monika Konnert und Andreas Schmiedinger

Schlüsselwörter: Waldumbau, fremdländische Baumarten, Klimawandel, waldwachstumskundliche Versuche, Baumartenwahl

Zusammenfassung: Angesichts der Unsicherheit darüber, ob und wie die heimischen Baumarten die prognostizierten Klimaänderungen bewältigen werden, sollte der wissenschaftlich begleitete Versuchsanbau von Gastbaumarten kein Tabu darstellen. Zur Vorauswahl forstwirtschaftlich interessanter und für bayerische Verhältnisse klimagerechter Baumarten für kommende Versuchsanbauten wird ein Ansatz vorgestellt, der solche Arten auf Grund eines stratifizierten Drei-Filter-Verfahrens – Klimafilter, Nutzwertfilter, Anbaufilter – identifiziert. Darauf aufbauend sollen Versuchsanbauten angelegt werden. Anschließend werden fünf in dem Verfahren als aussichtsreich diagnostizierte Baumarten beschrieben, die in Bayern bereits seit längerer Zeit angebaut werden. Für Küstentanne, Esskastanie, Douglasie, Schwarzkiefer und Roteiche werden als Ergebnis einer Nutzwertanalyse sozio-kulturelle, ökologische (inkl. waldschutzfachliche) sowie ökonomische Aspekte angesprochen. Außerdem wird vorab auf das forstliche Vermehrgut und die Anzuchtphase eingegangen.

Gastbaumarten im Klimawandel – eine Positionsbeschreibung

Bereits moderate Klimaprognosen gehen im Zeitraum von 2071 bis 2100 für Süddeutschland von einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur um etwa 2 °C und einem gleichzeitigen Rückgang der Niederschläge in der Vegetationsperiode um 10 bis 25 Prozent aus (Spekat et al. 2007). Diese Entwicklung wird sich auf den Zustand und die Zusammensetzung der Wälder erheblich auswirken (Kölling und Zimmermann 2007; Kölling 2008 a).

Angesichts der Unsicherheit darüber, ob und wie die heimischen und bisher im Gebiet angebauten Baumarten diese Veränderungen bewältigen werden, sollte der wissenschaftlich begleitete Versuchsanbau von Gastbaumarten (exotische Baumarten mit einem vom Anbaugbiet räumlich verschiedenen Areal) kein Tabu darstellen (Brang et al. 2008). Vor allem gilt dies für jene

Regionen, in denen ein bis heute nicht vorkommendes, für den größeren Umkreis völlig neuartiges, „nicht-ana-loges“ Klima erwartet wird.

Hinsichtlich des Stellenwertes der Einbringung von Gastbaumarten gibt es klare Prioritäten:

- Der Schwerpunkt der Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel liegt beim Einsatz heimischer (mitteleuropäischer) Baumarten wie Rotbuche (*Fagus sylvatica* L., Eiche (*Quercus spec.*) und Weißtanne (*Abies alba* Mill.).
- Im warm-trockenen Klimabereich gewinnen „heimischen Raritäten“ wie Elsbeere (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), Feldahorn (*Acer campestre* L.), Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) und Mehlbeere (*Sorbus aria* (L.) Crantz) zunehmend an Bedeutung.
- Passfähige „echte Exoten“ besitzen einerseits einen nachrangigen Stellenwert, können andererseits aber das Risiko auf „weitere Schultern verteilen“ (Risikostreuung). Dabei ist neben einer wissenschaftlich fundierten Begleitung eine klare Dokumentation des Einsatzbereiches bedeutsam. Nur wenn bekannt ist, woher die Gastbaumarten (Herkünfte) stammen und wo sie wann unter welchen waldbaulichen Rahmenbedingungen eingebracht wurden, kann gewährleistet werden, dass dieser kontinuierlich wachsende Erfahrungsschatz nutzbar bleibt.

Empfehlungen für Baumarten, die in anderen Klimaten der Erde ihre Trockenheitstoleranz bereits unter Beweis gestellt haben, können bis heute nur auf der Grundlage von Literaturbefunden gegeben werden, da planmäßige, vergleichende Versuchsanbauten in vielen Fällen fehlen. Diese Testphase sollte sich im Idealfall über einen Zeitraum von mehreren Umtriebszeiten erstrecken. Sie ist aber eine zwingende Voraussetzung für Praxisempfehlungen, da nicht nur das Wuchsverhalten der Baumarten als erwünschte Hauptwirkung, sondern auch die unerwünschten Nebenwirkungen auf Boden und belebte Umwelt geprüft werden müssen. Dabei sollen die bei Kölling (2008 b) angeführten Grundsätze für den Anbau von Gastbaumarten, die teilweise auf den Empfehlungen von Engelmark et al. (2001) beruhen, besonders beachtet werden.

„Unser Weg zu klimarelevanten Gastbaumarten“ oder „dreimal gefiltert hält besser“

Dazu wird ein Ansatz zur Vorauswahl forstwirtschaftlich interessanter und für bayerische Verhältnisse klimagerechter Baumarten für kommende Versuchsanbauten entwickelt. Die zu testenden Baumarten wurden dabei mit Hilfe eines stratifizierten Drei-Filter-Verfahrens identifiziert:

- einem Klima-Filter, bestehend aus einer weltweiten GIS-basierten Suche nach Klimaregionen, in denen die für Bayern sowohl aktuellen als auch gemäß dem Szenario B1 prognostizierten Klimabedingungen vorgefunden wurden (Abbildung 1);
- einem Nutzwert-Filter in Form einer Nutzwertanalyse, die forstökonomische, forstökologische und forstsoziologische Gesichtspunkte bewertete;
- einem Anbaufilter, in dem recherchiert wurde, für welche vorausgewählten Baumarten noch keine ausreichenden Anbauerfahrungen vorliegen.

Diese Methodik eignet sich im Übrigen nicht nur bei der Auswahl angepasster Gastbaumarten, sondern auch zur Suche nach klimagerechten Provenienzen heimischer und fremdländischer Baumarten (Schmiedinger et al. 2009).

„Neue“ Versuchsanbauten: Als zentrales Ergebnis der Studie werden die Nadelbaumarten *Abies borisii-regis* Mattf., *Pinus ponderosa* Dougl., *Abies bornmuelleriana* Mattf., *Pinus peuce* Griseb sowie die Laubbaumarten *Fagus orientalis* Lipsky, und *Tilia tomentosa* Moench für „neue“ Versuchsanbauten favorisiert.

Bereits „bewährte“ Gastbaumarten: Im Rahmen der Studie werden aber auch Baumarten recherchiert, die im Klimawandel für den Anbau bei uns interessant werden könnten und bereits länger in Bayern angebaut werden. Nachfolgend werden deshalb fünf Baumarten im Zuge einer Kurzcharakterisierung näher beleuchtet, die in der Bewertung sehr gut abgeschnitten haben:

- Küsten-/Riesentanne (*Abies grandis* Lindl.)
- Ess-/Edelkastanie (*Castanea sativa* Miller)
- Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arnold)
- Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)
- Roteiche (*Quercus rubra* L.)

Für Küstentanne und Douglasie gibt es umfassende Herkunftsversuche, für die Schwarzkiefer ist der Beginn einer umfangreichen Herkunftsversuches für 2009 vorgesehen. Für die genannten Baumarten werden als „erwarteter Nutzen“ (siehe Seite 27) die Ergebnisse einer Nutzwertanalyse mit sozio-kulturellen (im Wesentlichen Wohlfahrtswirkungen), ökonomischen sowie ökologischen und dabei auch waldschutzfachlichen Aspekten vorgestellt. Außerdem wird vorab im Abschnitt „Saat- und Pflanzgut“ auf das forstliche Vermehrungsgut und die Anzuchtphase eingegangen.

Einschränkend sei bemerkt, dass wir in keiner Form beabsichtigen, uns mit profunden Monografien, Enzyklopädien und Schriften (-reihen) zu messen, sondern das Ziel verfolgen, eine schlaglichtartige Zusammenstellung der Chancen und Risiken der fünf Gastbaumarten angesichts der zu erwartenden klimatischen Herausforderungen zu präsentieren.

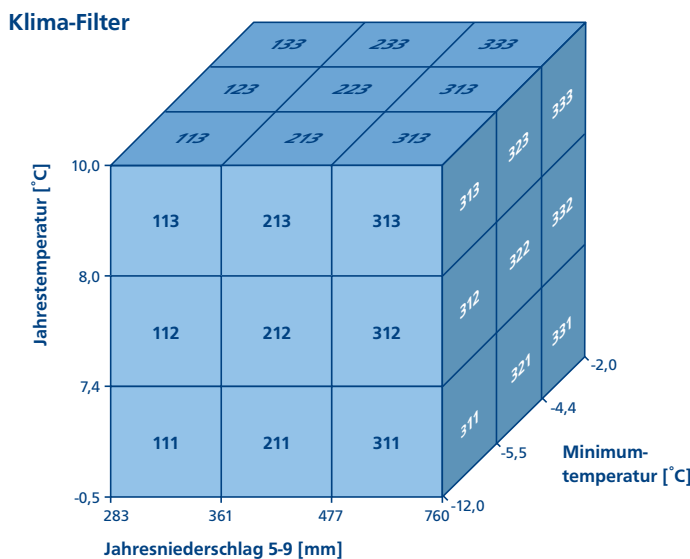


Abbildung 1: Dreidimensionale Darstellung der für Bayern ausgeschiedenen 27 Klimatypen; die Achsen des „Klimawürfels“ wurden mit den aktuellen Klimadaten (Bezugszeitraum 1950 bis 2000) für Bayern auf der Grundlage von WORLDCLIM (Hijmans et al. 2005) beschriftet.

Baumart	Anzahl der Erntebestände	Fläche in ha	reduzierte Fläche in ha	Anzahl Ernten seit 2003
Große Küstentanne <i>Abies grandis</i>	3	73,8	2,5	2
Edelkastanie <i>Castanea sativa</i>	2	20,6	4,7	5
Schwarzkiefer <i>Pinus nigra var. austr.</i>	42	256,1	189,3	1
Schwarzkiefer <i>Pinus nigra var. calab.</i>	1	14,9	1,0	1
Douglasie <i>Pseudotsuga menziesii</i>	226	3.486,5	366,5	39
Roteiche <i>Quercus rubra</i>	30	134,1	29,0	12

Tabelle 1: Erntebestände in Bayern sowie Anzahl der seit 2003 durchgeführten Ernten für die fünf ausgewählten Baumarten

Saat- und Pflanzgut

Die Baumarten Küstentanne, Esskastanie, Schwarzkiefer, Douglasie und Roteiche unterliegen dem Forstvermehrungsgutgesetz. Bei der Ernte und dem Inverkehrbringen forstlichen Vermehrungsgutes müssen daher die Bestimmungen dieses Gesetzes beachtet werden. In der folgenden Tabelle sind die derzeit in Bayern zur Ernte zugelassenen Bestände sowie die Anzahl der in den letzten fünf Jahren durchgeführten Ernten eingetragen.

Große Küstentanne

Die Große Küstentanne kommt aus dem westlichen Nordamerika. Nachdem ältere Anbauversuche ihre Raschwüchsigkeit in Bayern bestätigt hatten, wurden ab 1980 in Ostbayern fünf Herkunftsversuche mit Küstentanne angelegt. Die Wuchsleistungen unterscheiden sich beträchtlich – von sehr gut in der Region Zwiesel bis zu unterdurchschnittlich im Raum Selb.

Ähnlich wie bei der Douglasie kommen die wüchsigsten Herkünfte aus dem küstennahen Gebiet westlich des Kaskadenkammes und nördlich des 45. Breitengrades (Oregon, Washington und British Columbia – Vancouver Island). Am besten bewährt hat sich an allen Prüforten die Herkunft Elwha – Port Angeles – Samenzone 221 Washington. Gute Leistungen bei geringerer Frostempfindlichkeit zeigen auch die Herkünfte aus Darrington – Samenzone 403 Washington. Herkünfte aus Oregon und Kalifornien sind frostempfindlich. Inlands-herkünfte sind zwar frosthart, jedoch langsamwüchsig.

In Bayern gibt es für diese Baumart wegen der geringen Flächenausdehnung und der lediglich regionalen Bedeutung nur ein Herkunftsgebiet („Übriges Bundesgebiet – 830 02). Um die Versorgungssituation zu verbessern, wurde 1995 bei Pegnitz ein Generhaltungsbestand mit wüchsigen Herkünften angelegt, der bei entsprechendem Alter als Erntebestand dienen kann. Als Ersatzherkünfte für Bayern werden Herkünfte aus

dem zweiten in Deutschland ausgewiesenen Herkunftsgebiet „Norddeutsches Tiefland“ (830 01) empfohlen. In den letzten zehn Jahren gab es nur 2007 eine größere Ernte mit insgesamt 716 Kilogramm (kg) Saatgut in beiden Herkunftsgebieten.

Die Importmöglichkeiten aus den USA sind derzeit auf Grund gesetzlicher Regelungen noch stark eingeschränkt, werden sich aber aller Voraussicht nach Änderungen der Rechtslage in absehbarer Zeit verbessern. Ein Problem sind die oft hohen Hohlkornanteile im Saatgut. Das ASP ermittelte eine Keimspanne zwischen 20 und 81 Prozent.

Ausgesät wird am besten in ein Torf-Sand-Gemisch (pH-Wert 5,5). Abdecken der Samen mit Quarzsand reduziert die Keimlingsfäule. Topfpflanzen eignen sich zum Ausbringen besser als wurzelnackte Pflanzen. Die Pflanzen reagieren empfindlich auf Frosttroknis und können vom Rüsselkäfer bis zum Totalausfall geschädigt werden. Eine Kopfdüngung im zweiten Frühling nach der Pflanzung, vorgenommen bei feuchter Witterung, hilft der Pflanze, schneller aus der Krautschicht herauszuwachsen. Im Begründungsjahr sind hohe Ausfallquoten (bis 40 Prozent) durchaus normal.

Esskastanie

Die Esskastanie wächst von Natur aus in submontanen Lagen des Mittelmeerraumes und hat ihr Hauptverkommen in den Südalpen zwischen 300 und 700 Metern ü.NN. In Deutschland finden sich die größten Bestände in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. Herkunftsunterschiede sind bisher in Deutschland nicht bekannt.

Ähnlich wie bei der Küstentanne existiert in Bayern auch für die Edelkastanie nur ein Herkunftsgebiet (808 02). Die meisten Erntebestände befinden sich in Rheinland-Pfalz. In Bayern gibt es nur zwei Erntebestände in Unterfranken (Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Karlstadt). Seit die Esskastanie 2003 in das FoVG aufgenommen wurde, steigt die Erntemenge in Deutschland stetig. Im Vorjahr wurden bereits 6.695 kg Esskastanien geerntet. Die Erntemengen könnten noch

viel umfangreicher sein, wenn nicht Privatpersonen den wesentlich größeren Teil schon vorher für den Straßenverkauf sammeln würden.

Ein weiteres Problem ist der Befall vieler Bestände mit Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica* (Murril) Barr), der sich eventuell auch über die Früchte verbreitet. Waschen der Früchte in kaltem Wasser soll dies verhindern.

Die Keimfähigkeit schwankt von Jahr zu Jahr, Werte um 40 Prozent sind häufig anzutreffen.

Den größten Erfolg bei der Anzucht erzielt man bei sofortiger Aussaat nach der Ernte. Bei einer Samenfeuchte von 40 Prozent und einer Lagertemperatur von 3 °C lässt sich die Kastanie in einem Sand-Torf-Gemisch einen Winter lagern.

In den ersten Jahren ist die Kastanie stark früh- und spätfrostgefährdet. Sie friert zurück, schlägt dann aber wieder erneut aus. Dies führt zu Mehrtriebigkeit. Untersuchungen in Rheinland-Pfalz ergaben, dass fünf Prozent aller Kastanien bereits mehrtriebig keimen.

Schwarzkiefer

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Schwarzkiefer ist sehr zerklüftet und erstreckt sich von Teilen Österreichs und dem Balkan bis nach Griechenland und der Türkei sowie nach Kalabrien, Korsika und Spanien. Von den vielen ausgewiesenen Unterarten kommen nach derzeitigem Kenntnisstand bei uns vor allem die österreichische Schwarzkiefer (*var. austriaca*), aber auch die kalabrische (*var. calabrica*) und die korsische Schwarz-

kiefer (*var. corsicana*) vor. Die verschiedenen Unterarten und Herkünfte unterscheiden sich erheblich in ihrem Wuchsverhalten, ihrer Ausformung, Frostresistenz und Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlingen. Bereits die Samen zeigen große Unterschiede (Abbildung 2). Samen aus dem östlichen Verbreitungsgebiet sind deutlich schwerer als solche aus westlichen Vorkommen und als die Samen der Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.). Derzeit legt das ASP Teisendorf einen Schwarzkiefern-Herkunftsversuch an, in dem über 30 Herkünfte aller Varietäten vertreten sind. Dabei werden konkrete Aussagen über die Eignung und Verwendung der Schwarzkiefer im Hinblick auf den Anbau im Klimawandel erwartet. Gleichzeitig soll geprüft werden, ob mit Hilfe von Genmarkern die Varietäten eindeutig getrennt werden können. Auch für diese Baumart gibt es in Deutschland nur zwei Herkunftsgebiete. Bayern liegt im Herkunftsgebiet 847 02. Bei uns sind 42 Bestände von *Pinus nigra var. austriaca* und ein Bestand von *Pinus nigra var. calabrica* zugelassen. Die Erntemengen in Deutschland sind aber sehr gering (siehe auch Tabelle 1). Die Anzucht- und Kulturphase ist unproblematisch, ähnlich der Waldkiefer.

Douglasie

Über die Problematik des forstlichen Vermehrungsgutes der Douglasie wurde wiederholt berichtet, u.a. bei der Tagung „Die Douglasie - Perspektiven im Klimawandel“ der LWF im Februar 2008 (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft 2008). Daher werden im Fol-

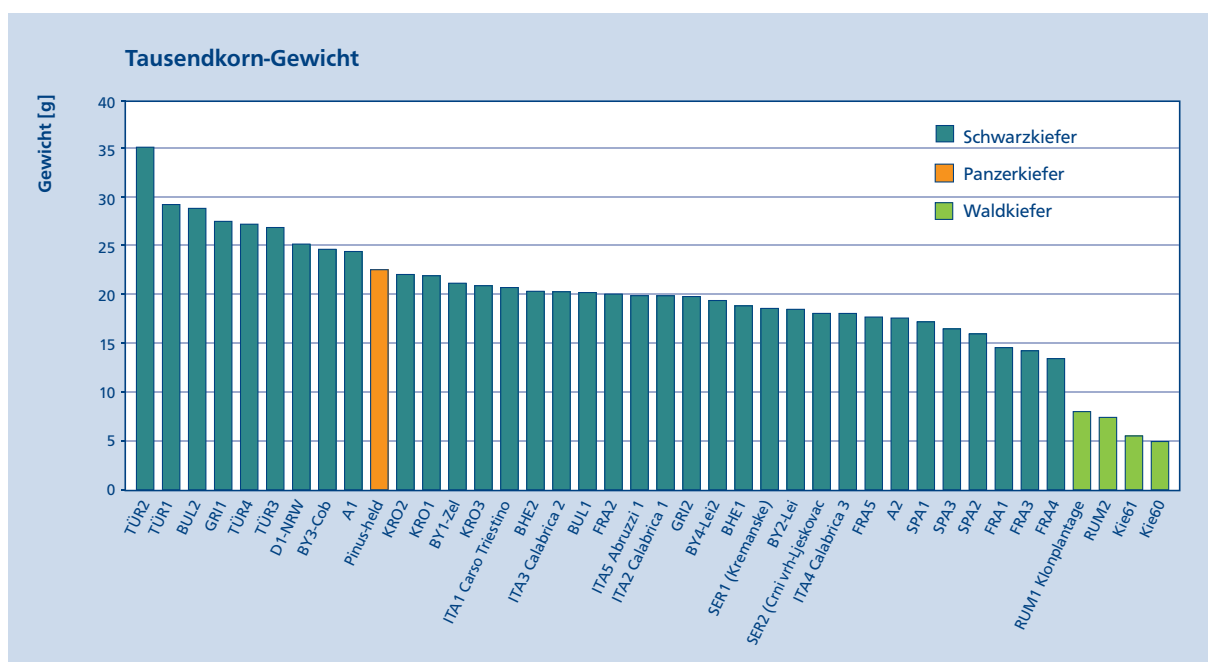


Abbildung 2: Tausendkorngewicht (g) unterschiedlicher Herkünfte der Schwarzkiefer und Waldkiefer

Abbildung 3: Keimtest bei Roteiche (Foto: R. Jenner)



genden nur die wichtigsten Aspekte kurz zusammengefasst.

Einer der wichtigsten Faktoren für den Erfolg von Douglasienanbauten ist neben dem Standort die Herkunftswahl. Für den Anbau in Bayern eignet sich die „grüne Douglasie“ (var. *menziesii*) von der Westküste der USA. Erfolgreiche Anbauten stammen aus Beständen von Washington und Oregon/USA sowie dem südlichen British Columbia, Kanada. Diese Herkünfte haben sich in gezielten Prüfanbauten wie im normalen Forstbetrieb als meist leistungsfähig und risikoarm auf unterschiedlichen Standorten erwiesen. Die Inlandsdouglasie (in Deutschland auch als „graue“ Douglasie bezeichnet) ist deutlich weniger wüchsig, schüttelegefährdet und spätfrostanfällig.

In Bayern sind derzeit circa 225 Bestände zur Ernte zugelassen, davon etwa die Hälfte im Staatswald. Bis 2010 überprüft das ASP alle Erntebestände in Bayern auf ihre Varietät und genetische Diversität. Die Ergebnisse werden der Praxis zugänglich gemacht, so dass Produzenten und Abnehmer entscheiden können, welche Douglasie sie anziehen bzw. kaufen.

Engpässe in der Versorgung mit passendem Saatgut gibt es vor allem in Ostbayern, Herkunftsgebiet 853 06. Dort ist die Anzahl guter Erntebestände vergleichsweise gering. Die Importmöglichkeiten aus den USA sind derzeit auf Grund gesetzlicher Regelungen noch stark eingeschränkt, werden sich aber voraussichtlich nach Änderungen in der Rechtslage in absehbarer Zeit verbessern.

Douglasiensaatgut lässt sich bei Temperaturen bis –10°C sehr lange lagern. Bei der Aussaat sind vor allem

der saure pH-Wert des Substrates, das Vermeiden von Staunässe und das Verwenden von Gießwasser mit geringem Kalkgehalt wichtig. Bei der Kulturbegründung verursachen das zu starke Austrocknen der Pflanzen und die Frosttrochknis die häufigsten Ausfälle.

Weitere Informationen zu Anzucht und Kultur der Douglasien finden sich in einem Merkblatt des ASP „Douglasie – Anzucht und Anbau“ (www.asp.bayern.de).

Roteiche

Das Vorkommen der Roteiche erstreckt sich über die gesamte Osthälfte der USA bis ins südliche Kanada mit wechselnder Häufigkeit.

Obwohl sie als unsere wichtigste fremdländische Laubholzart gilt, gibt es noch keine Ergebnisse aus Herkunftsversuchen. Deshalb wurde in Deutschland auch auf eine kleinräumige Ausweisung von Herkunftsgebieten verzichtet. In Bayern gibt es für die Roteiche nur ein Herkunftsgebiet (816 02) in dem 30 Erntebestände zugelassen sind, darunter solche, deren Qualität nicht sehr gut ist. Qualitativ sehr gute Erntebestände mit hoher genetischer Variation gibt es im östlichen Frankreich. Sie wurden als Ersatzherkünfte für den Anbau in Bayern empfohlen.

In den letzten zehn Jahren gab es fast jährlich gute Erntemöglichkeiten für Roteiche, die auch entsprechend genutzt wurden. Beispielsweise wurden 2008 circa 120.000 kg Saatgut geerntet, davon 83.000 im Herkunftsgebiet 810 02. Die Keimfähigkeit lag im Durchschnitt bei circa 70 Prozent.

Die Anzucht ist unproblematisch (Abbildung 3), die Lagerfähigkeit des Saatgutes wie bei allen Eichenarten nur begrenzt. Gepflanzt werden ein- oder zweijährige Sämlinge, wegen Verunkrautung sollte der Pflanzverband eng gehalten werden (z.B. 1 x 1 m).

Erwarteter forstwirtschaftlicher Nutzen, Chancen und Risiken

Insgesamt 171 Gastbaumarten wurden hinsichtlich ihrer Anpasstheit an die gegenwärtigen und prognostizierten Klimabedingungen geprüft (Schmiedinger et al. 2009). Bei der nachgeschalteten Nutzwertanalyse der 72 mittels Klima-Filter positiv vorstratifizierten Baumarten befinden sich die Baumarten Küstentanne (79 P.), Esskastanie (80 P.), Schwarzkiefer (81 P.), Douglasie (81 P.) und Roteiche (81 P.) im Spitzenfeld (rechnerisches Maximum 99 Punkte). Obwohl damit die Erwartungen an ihre Anpasstheit und ihren forstwirtschaftlichen Nutzen hoch sind, gilt es, neben ihren Chancen auch ihre Risiken zu kennen.

Große Küstentanne

Die Küstentanne ist bereits heute eine der wichtigsten fremden Holzarten in Mitteleuropa und wird in Bayern seit Anfang des 20. Jahrhunderts, z. B. im „Exotenwald“ bei Augsburg, angebaut.

Um die Gewährleistung der Wohlfahrtswirkungen – beschränkt auf die Schutzfunktionen – abzuschätzen, wurde bei der Bewertung aller Gastbaumarten ein besonderes Gewicht auf ihren Wurzelhabitus gelegt. Lediglich auf wechselfeuchten und feuchten Böden bildet die Küstentanne anstelle der typischen Pfahlwurzel ein flachstreichendes Wurzelwerk aus, das dort die Stabilität gegenüber Starkwindereignissen einschränkt. Die für „Riesen-Tannen“-Bestände typische starke Durchmesserbreitenspreitung kann hingegen als differenziertere Bestandesstruktur und damit erhöhte Stabilität gedeutet werden.

Die Charaktersistierung hinsichtlich Ökonomie/Ertrag zeigt, dass diese Tannenart nur wenige Wünsche offen lässt. Das gilt besonders für ihre Wuchsleistung, mit der sie sogar die Douglasie noch übertreffen kann. Aus Jahrringbreiten von über einem Zentimeter, wie sie im Extremfall auf „fetten“ Standorten bei weitständiger Begründung oder starker Freistellung auftreten, resultieren jedoch geringere Trockengewichte und daraus Vorbehalte seitens der Verwerter. Die Holzeigenschaften der unteren Stammabschnitte (sechs bis acht Meter) ähneln denen von Fichte und Weißtanne, wenn mittlere Jahrringbreiten von fünf Millimetern nicht wesentlich

überschritten werden (Trockengewicht um 0,5 g/ccm). Das zunehmende Holzaufkommen besitzt einen Schwerpunkt im Bauholzsektor, auch wenn im Rahmen der an der Universität Göttingen laufenden Studie „Buche und Küstentanne als Rohstoff für innovative Holzprodukte“ viele, vielleicht auch ganz neue Verwendungsoptionen zu erwarten sind.

Mit ihren geringen Nährstoffansprüchen kann die Küstentanne als „bescheidenes“ Schattholz bezeichnet werden, das seine Widerstandskraft gegenüber Trockenheit im Jahr 2003 eindrucksvoll unter Beweis gestellt hat. Während in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet Mischungen mit anderen Nadelhölzern üblich sind, trifft man sie bei uns häufig im Reinbestand sowie in Kombination mit reihenweise beigemischter Buche (auch Douglasie) an. Die Verwirklichung anspruchsvoller Mischbestandsbestockungsziele ist auf Grund der zwischen den Baumarten divergierenden Wuchsraktionen aufwändig. Die Ausbildung langer schmaler Kronen reduziert die Schneebruchgefahr und hebt in Verbindung mit der Wuchsleistung ihre beeindruckende Standraumökonomie und damit die Option einer gegenüber Fichte und Douglasie gesteigerten Anzahl von Zukunftsbäumen (circa 250 Stück pro Hektar) hervor. Infolge der Langlebigkeit und langsamen Zersetzung der Äste entstehen ausgeprägte Schwarzastzonen, die sich mit Hilfe der Grün- bzw. Trockenästung vermeiden lassen. Die Bewertung des Invasionspotentials ergibt ein mittleres Invasionspotential, das vermutlich aus ihrer natürlichen Verjüngung auf Mineralboden wie auch auf stärkerem Auflagehumus herrührt.

Die Bewertung anhand des Kriteriums „Pathogen- und Schädlingsresistenz“ (biotischer Waldschutz) ergibt einen mäßigen Befund, wobei aus aktueller Sicht der Infektionsdruck seitens Hallimasch überinterpretiert erscheint (Schmiedinger et al. 2009) und eher ein mittleres, vielleicht sogar ein hohes Resistenzmaß vorliegt. Mit dann 80 bzw. 81 Punkten würde die Küstentanne ihre Spitzenposition innerhalb der bewerteten Gastbaumarten noch geringfügig verbessern. Neben Hallimasch (*Armillaria ostoyae* Romagn.) sind insbesondere Rotfäule (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) und Borkenkäferarten wie der Krummzähnlige Tannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens* Germ.) und der Kleine Tannenborkenkäfer (*Cryphalus piceae* Ratz.) zu nennen.

Esskastanie

Die Edel- oder Esskastanie ist bei uns seit der Römerzeit bekannt und im bayerischen Staatswald nur mit 31 Hektar (Nüßlein 1999) vertreten. Ihr kräftiges Pfahlwurzelssystem schließt den Boden vertikal und horizontal

gut auf und sorgt für feste Verankerung. Die einfrüchtigen Maronen und die zu Mehl verarbeiteten Kastanien der Wildform sind in einigen Ländern am Mittelmeer begehrt. Dort gehören vor allem erstere zu den wichtigen Nahrungsmitteln.

Das dekorative, dem der Eiche vergleichbare Holz besitzt eine hohe natürliche Dauerhaftigkeit und eine breite Verwendungspalette, die vom Konstruktionsholz im Innen- und Außenbereich über Weinbergpfähle bis zu Fassdauben reicht. Häufigste Holzfehler sind radiale Risse und Ringrisse. Die Wuchsleistung liegt insgesamt auf einem mittleren Niveau. Das Wuchsverhalten in der Jugendphase beeindruckt quantitativ wie auch qualitativ. Auf zwei Versuchspartellen des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde im Raum Augsburg leisten 19-jährige Oberhöhenstämme im Mittel einen Radialzuwachs von fünf Millimetern, einen Höhenzuwachs von knapp einem Meter und die Bestände in der letzten Dekade einen Volumenzuwachs von über zehn Vorratsfestmetern Derbholz mit Rinde je Hektar. Die infolge ihrer Spätfrostempfindlichkeit unter einem Schirm aus Europäischer Lärche begründeten Kastanien überzeugen dort bereits qualitativ mit astfreien Schaftlängen von acht und mehr Metern.

Ein Pflegeproblem ist die Mehrtriebigkeit der Edelkastanie. Diese kann die aufwändige Vereinzelung der Triebe erfordern.

Die Edelkastanie ist an saure Böden angepasst, ihre Streu wird generell schnell abgebaut. Als Halbschatt- bis Lichtbaumart besitzt sie nur eine mittlere Mischungsfähigkeit.

Die Bewertung der „Pathogen- und Schädlingsresistenz“ ergibt einen mittleren Befund. Dabei sind insbesondere „Kastaniensterben“ (Rindenkrebs, *Cryphonectria parasitica* (Murril) Barr) und der Rüsselkäfer (*Balanus elephantis* Gyll) zu nennen, der die Früchte schädigt.

Schwarzkiefer

Zwischen den zahlreichen Herkünften bestehen große morphologische und ökophysiologische Unterschiede, weshalb sie mitunter als „Sammelart“ betrachtet wird. Im bayerischen Staatswald sind 120 Hektar Schwarzkiefernbestände erfasst (Biermayer 1999). Die Schwarzkiefer wird auch für Erosionsschutz- und Windschutzzwecke genutzt, da sie mit ihrer kräftigen Pfahlwurzel fest verankert ist.

Das Holz wird als Bau- und Möbelholz sowie im Landschaftsschutz, infolge seiner Härte auch im Bühnenbau verwendet. Starke Harzbildung tritt nur im Zusammenhang mit Verletzungen auf. Während Höhenwuchsleistung und Förmigkeit derjenigen der Waldkiefer gleichkommen, führt die überlegene Grundflächen-

haltung der korsischen und kalabrischen Herkünfte zu Bestandesvorräten von bis zu 1.000 Vorratsfestmetern je Hektar. Allerdings schränkt die Gegenläufigkeit von Winterhärte und Wuchsleistung dieses Plus stark ein. Winterkälte zieht die Korsischen Kiefern am stärksten in Mitleidenschaft. Deshalb wurde bisher vorrangig die österreichische Unterart angebaut.

Die Baumart hat einen hohen Lichtbedarf, stellt geringe Standortsansprüche, ist relativ trockenheitstolerant und weist ein mittleres Invasionspotential auf. Um ein den Pilzbefall begünstigendes „dämpfiges“ Bestandesinnenklima zu vermeiden, empfiehlt sich in den Jungbeständen eine frühe und starke Pflege.

Die Bewertung der „Pathogen- und Schädlingsresistenz“ ergibt einen mittleren Befund. Dabei sind insbesondere Schwarzkiefern-Triebsterben (*Scleroderma lagerbergii* Gremmen), Mäusefraß und Dothistroma-Nadelbräune (*Mycosphaerella pini* Rostrup ap. Munk) zu nennen.

Douglasie

Diese Gastbaumart hat auf der Tagung „Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel“ im Februar 2008 und in der nachfolgenden Publikation (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft 2008) eine umfassende Charakterisierung erfahren. Nachfolgend werden deshalb nur das Invasionspotential sowie die Resistenz gegen Pathogene und Schädlinge beleuchtet.

Gemeinhin wird die Douglasie als invasiv, d.h. aggressiv gegenüber anderen Baumarten beschrieben. Das hohe Invasionspotential geht einher mit ihrer Fähigkeit, sich auch auf mächtigeren Moderdecken natürlich zu verjüngen, steht aber auch im Widerspruch zu Erfahrungen wie denjenigen in der „Freiburger Waldgesellschaft“. Die Douglasie wird seit über 100 Jahren auf aktuell 14 Prozent der Stadtwaldfläche Freiburgs angebaut. Über die Hälfte der Bestände sind älter als 60 Jahre und dennoch nimmt ihre Naturverjüngung nur einen Baumartenanteil von vier Prozent ein.

Die Bewertung der „Pathogen- und Schädlingsresistenz“ ergibt einen mittleren Befund. Dabei sind insbesondere Rostige Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae* Syd.), Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gaeumanii* (Rhode) Petrak), Borkenkäferarten wie der Furchenflügelige Fichtenborkenkäfer (*Pityophthorus pityographus* Ratzeburg), der Krummzahnige Tannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens* Germ.) und der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus* L.), aber auch Hallimasch (*Armillaria ostoyae* Romagn.) und der Große Braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.) zu nennen.

Roteiche

Die seit 1691 in Europa angebaute Roteiche ist im bayrischen Staatswald mit 1.281 Hektar vertreten und damit das fremdländische Laubholz mit der höchsten Flächenrelevanz (Biermayer 1999). Sie besitzt in der Jugend eine Pfahlwurzel, die sich später zu einer Herzwurzel wandelt. Ihre Wurzelenergie gleicht der der Stieleiche (*Quercus robur* L.), außer auf staunässe- und grundwasserbeeinflussten Standorten sowie Tonböden. Ihre Sturmfestigkeit wird mit „mittel“ bewertet.

Das Holz lässt sich ähnlich dem der Eiche verwenden, verkernt allerdings früher und intensiver, eignet sich infolge offener Poren nicht für Flüssigkeitsbehälter und gilt als weniger wertvoll. In Verbindung mit der für ein Laubholz hohen Massenleistung und beeindruckenden Zuwachsleistungen in der Jugend fällt die ökonomische Bewertung positiv aus.

Die Halbschattbaumart wird bevorzugt beim Auspflanzen von Bestandeslücken, zur Rekultivierung und beim Unterbau – häufig in Mischung mit dienender Buche, Hainbuche oder Winterlinde – verwendet, kann aber ebenso als Hauptbaumart im Reinbestand bzw. in trupp- bis horstweiser Beimischung zu Lärche (*Larix decidua* Mill.) und Douglasie eingesetzt werden. Die große Standortsamplitude der Roteiche erfährt lediglich bei hohen Kalkanteilen eine Einschränkung.

Die Roteiche verjüngt sich auch bei mächtigerem Auflagehumus natürlich, wobei der Eichelhäher ihre Samen über weite Strecken transportieren kann. Dies hat zusammen mit dem guten Stockausschlagsvermögen dazu beigetragen, der Roteiche ein mittleres Invasionspotential zu bescheinigen.

Die Einwertung der „Pathogen- und Schädlingsresistenz“ (biotischer Waldschutz) ergibt einen mittleren Befund. Dabei sind insbesondere Eichenwelke (*Ceratomyces fagacearum* (Bretz) Hunt), Verbiss sowie der Stammschädigung hervorrufende Pezicula-Krebs (*Pezicula cinnamomea* (DC.) Sacc.) zu nennen.

Standorte des Versuchsanbaus – ein Ausblick

Während einerseits noch die Verfügbarkeit des Saatgutes für einen Teil der neuen Versuchsanbauten geprüft wird, ist das Saatgut für einen Teil der „Neuen“ bereits aufgelaufen (Abbildung 4 Gelbkiefer, *Pinus ponderosa*). Letztendlich ist geplant, mit ihnen mindestens fünf Anbauflächen mit jeweils sechs Baumarten (vier Nadel- und zwei Laubbaumarten) zu bestücken. Für die eigentliche Auswahl der Anbauorte ist es besonders wichtig, den erwarteten Klimawandel vorwegzunehmen (Simulation der zeitlichen Entwicklung mit Hilfe räumlicher Entfernung). Anbauorte, an denen bereits heute zu dem in den prospektiven Anbauregionen zukünftig herrschenden Klima ähnliche Verhältnisse herrschen, sind zu bevorzugen. Will man die Anbaueignung für die Untermainebene bestimmen, müssen die Versuchsanbauten dafür z. B. im Wallis (Schweiz) oder im Burgenland (Österreich) liegen. Die Auswahl von Versuchsflächen mit mittleren Bodenverhältnissen kann die unterschiedlichen Substratansprüche der Baumarten weitgehend ausgleichen.



Abbildung 4: Gelbkiefer (*Pinus ponderosa*) im Quartier (Foto: G. Huber)

Literatur

Bei der schlaglichtartigen Charakterisierung der fünf Gastbaumarten konnte aus einer großen Fülle von Monografien, Enzyklopädien, Schriften (-reihen), Publikationen und mündlichen Mitteilungen „geschöpft“ werden. Da eine Auflistung aller Fundstellen nicht möglich ist, bieten wir an, Referenzen auf gezielte Nachfrage hin zu übermitteln. Im Folgenden wird deshalb nur die Literatur angeführt, die die Bedeutung der Gastbaumarten im Klimawandel hervorhebt oder als Basis für das methodische Vorgehen zur Auswahl geeigneter Baumarten dient.

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2008): *Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel*. LWF Wissen Nr. 59, Freising

Biermayer, G. (1999): *Fremdenfurcht unangebracht – fremdländische Baumarten im Bayerischen Staatswald*. LWF aktuell 45, S. 6–9

Brang, P.; Bugmann, H.; Bürgi, H.; Mühlethaler, A.; Rigling, U.; Schwitter, A.; Schwitter, R. (2008): *Klimawandel als waldbauliche Herausforderung*. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 159, S. 362–373

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, A.; 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

Kölling, C. (2008 a): *Wälder im Klimawandel: Die Forstwirtschaft muss sich anpassen*. In: Lozán, J. L.; Graßl, H.; Jendritzky, G.; Karbe, L.; Karbe, K. (Hrsg.) *WARNSIGNAL KLIMA: Gesundheitsrisiken – Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen*. GEO/Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, S. 357–361

Kölling, C. (2008 b): *Die Douglasie im Klimawandel: Gegenwärtige und zukünftige Anbaubedingungen in Bayern*. LWF Wissen Nr. 59, S. 12–21

Kölling, C.; Zimmermann, L. (2007): *Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel*. Gefahrstoffe/Reinhaltung der Luft 67

Nüßlein, S. (1999): *Regionale Flächenanteile fremdländischer Baumarten im Staatswald Bayerns*. LWF aktuell 45, S. 15

Schmiedinger, A.; Bachmann, M.; Kölling, C.; Schirmer, R. (2009): *Verfahren zur Auswahl von Baumarten für Anbauversuche vor dem Hintergrund des Klimawandels*. Forstarchiv 1, S. 15–22

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (CEC) (2007): *Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasi-mulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG (Kurz-titel)*. UBA-FZK 204 41 138, UBA-Publikationsreihe, Dessau. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3133.pdf>

Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G.; Jarvis, A. (2005): *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*. International Journal of Climatology 25, S. 1965–1978

Key words: Stand conversion , exotic tree species, climate change, growth trials , tree species selection

Summary: With respect to the uncertainty of whether native tree species can cope with the predicted climate change scenarios, science-based cultivation tests of exotic tree species should not be off-limits. A strategy for testing exotic climate-adapted tree species relevant to forestry in Bavaria is presented using a stratified “three-filter-method”. Potential tree species are evaluated using a climatic adaptation filter, an utilization value filter, and a growth and survival filter in order to be considered for subsequent cultivation tests. Using this methodology five promising exotic tree species - *Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindley., *Castanea sativa* Miller., *Pseudotsuga mezesii* (Mirb.) Franco., *Pinus nigra* Arnold., *Quercus rubra* L. - that have been planted across Bavaria in the past have been examined. In particular, the utility value filters’ sociocultural, ecological (including silviculture) and economic aspects will be discussed. In addition, the reproduction, species establishment and growth potential will be discussed.
