

Die Schwarzkiefer – eine Alternative für warm-trockene Regionen

Erste Ergebnisse des bayerischen Herkunftsversuchs bestätigen Trockenresistenz

Gerhard Huber und Muhidin Šeho

Unser Klima wandelt sich – es wird zunehmend heißer und trockener. Einen Vorgeschmack, wie das Klima bei uns in 50 Jahren sein wird, zeigte uns schon mal das Jahr 2015. Hitze und Dürre werden unseren Wäldern viel abverlangen. Bislang bewährte Baumarten werden mancherorts verschwinden und neue Baumarten werden in den Wald von morgen Einzug halten. Eine davon könnte die Schwarzkiefer sein, die sich in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet in Südeuropa ständig gegen Hitze und Trockenheit bewähren muss.



1 Schwarzkiefern-Buchenbestand auf dem Jura bei Obereichstätt Foto: G. Huber, ASP

Der von Experten erwartete deutliche Temperaturanstieg in den nächsten Jahrzehnten wird in den warm-trockenen Regionen Bayerns und im Alpenraum zu einer gravierenden Änderung der Wachstumsbedingungen für die Bäume führen. Wegen des rasch voranschreitenden Klimawandels geht man davon aus, dass die Situation für unsere Baumarten schwieriger sein wird als nach der letzten Eiszeit (Konnert 2007). Insgesamt 260.000 Hektar Wald müssen deshalb in Bayern in den nächsten Jahren mit klimatoleranten Baumarten ergänzt werden. Eine Schlüsselfrage bei der Umsetzung lautet daher: Welche Baumarten und insbesondere welche Herkünfte werden mit den zukünftigen Klimabedingungen am besten zurechtkommen und die Erwartungen der Forstwirtschaft erfüllen? Eine mögliche alternative Baumart könnte die in Südeuropa weitverbreitete Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) sein, die ein hohes Widerstandspotenzial gegen Trockenheit besitzt und trotzdem beachtliche Wuchsleistungen erzielt.

Schwarzkiefern-Herkunftsversuch

Die vor über 150 Jahren nach Deutschland eingeführte Baumart nimmt bisher nur eine untergeordnete Rolle bei der Begründung klimatoleranter Wälder ein. Die bayerischen Vorkommen befinden sich mit Schwerpunkt auf der Fränkischen Platte in Unterfranken (Schmidt 1999). Ihr Anbau erfolgte in Bayern bevorzugt auf trockenen, steinigen und flachgründigen Standorten mit Herkünften aus Österreich, auf denen die Waldkiefer oder andere Baumarten keine befriedigenden Leistungen mehr erbringen.

Im Herbst 2009 legte das Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums einen Schwarzkiefern-Herkunftsversuch mit Provenienzen aus nahezu dem gesamten Verbreitungsgebiet auf vier Standorten in Bayern an. Im übrigen Deutschland und einigen europäischen Ländern befinden sich weitere Versuchsstandorte. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Versuchsflächen in Gickelhausen (Lkr. Ansbach, Mittelfranken) und

Vilseck (Lkr. Amberg-Weilburg, Oberpfalz) vorgestellt, für die Daten aus dem Trockenjahr 2015 zur Verfügung stehen und die erste Rückschlüsse auf herkunftsbedingte Unterschiede in der Trockenresistenz ermöglichen (Abbildung 2). In die Auswertungen wurden 20 Schwarzkiefern-Herkünfte (Huber 2011) einbezogen, die auf beiden Versuchsflächen gepflanzt wurden.

Witterungsverlauf 2009 bis 2015

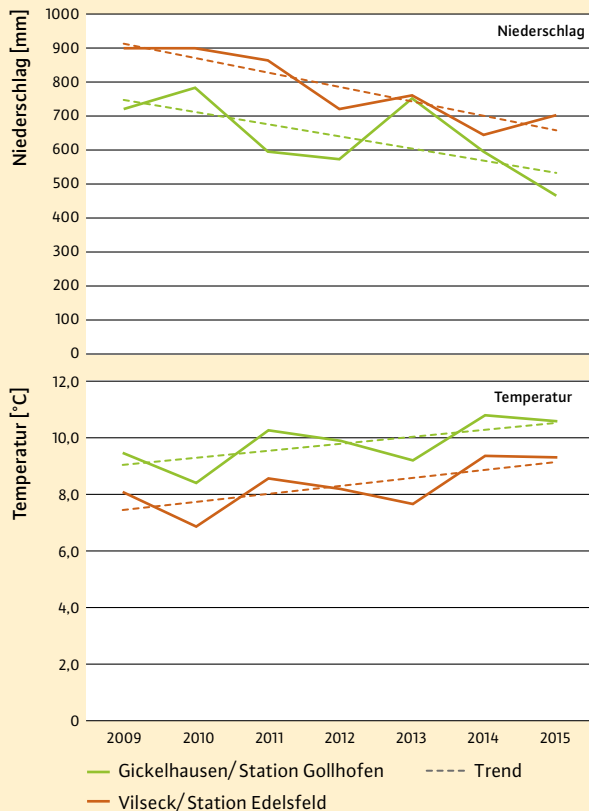
Für die Darstellung der Klimadaten wurde auf die Daten der agrarmeteorologischen Wetterstationen in Geroldshofen (für VFL Gickelhausen) und in Edelsfeld (für VFL Vilseck) sowie auf das Standortinformationssystem der Bayerischen Forstverwaltung zurückgegriffen. Die Wetterstationen befinden sich in geringer Entfernung (max. 12 km) zu den Versuchsflächen. Seit der Begründung der Versuchsflächen im Jahr 2009 zeichnet sich ein deutlicher Witterungs-Trend ab, mit ansteigenden Jahresdurchschnittstemperaturen und fallenden Nieder-

2 Beschreibung und Klimadaten 1971–2000 der Versuchsflächen Vilseck und Gickelhausen

Versuchsfläche	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Niederschlag [mm]		Temperatur [°C]		T ¹ _{DIFF}	hFK ² [mm]	Höhe [m ü. NN.]
			Jahr	Vegetationszeit	Jahr	Vegetationszeit			
Vilseck	49° 38'	11° 58'	700–750	325–350	7,4–7,6	15,0–15,2	21–30	129	741
Gickelhausen	49° 28''	10° 10'	650–700	300–325	8,2–8,4	14,4–14,6	0–5	210	430

¹ Transpirationdifferenz als Maß der Einschränkung der möglichen Verdunstung aufgrund von Wassermangel (Quelle: BaSIS) ² Speicherkapazität (Median) (Quelle: BaSIS)

Niederschlag und Temperatur



	Niederschlag				Temperatur			
	Gickelhausen		Vilseck		Gickelhausen		Vilseck	
	Station	Gollhofen	Edelsfeld	Gollhofen	Edelsfeld	Gollhofen	Edelsfeld	
Jahr	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Januar	29,1	58,0	31,0	87,8	3,3	2,5	0,8	0,6
Februar	31,1	11,6	7,2	5,5	4,5	0,4	2,1	-1,5
März	5,9	31,3	14,5	68,6	7,1	5,4	6,8	4,4
April	38,9	19,4	35,2	58,4	11,4	9,1	10,3	8,1
Mai	72,3	34,0	120,6	50,9	12,9	13,9	11,6	12,5
Juni	25,5	44,6	38,7	64,6	17,1	17,3	16,1	15,9
Juli	139,2	13,7	84,8	47,0	19,6	21,3	18,6	20,3
August	86,7	63,9	81,5	54,6	16,7	21,1	15,4	20,6
September	54,5	29,6	75,2	36,5	15,2	13,4	13,9	12,3
Oktober	40,7	36,4	63,3	44,7	12,0	8,7	10,4	7,2
November	39,1	98,1	30,5	144,3	6,2	7,5	4,5	6,1
Dezember	31,6	20,2	64,4	41,9	3,3	6,5	1,4	4,3
Wert Jahr	597,7	465,0	646,9	704,8	10,8	10,6	9,4	9,3
Wert Vegetationszeit	378,2	185,8	400,8	253,6	16,3	17,4	15,12	16,32

3 Jahresniederschlag (mm) und Jahresdurchschnittstemperatur (°C) in den Jahren 2009 bis 2015 auf den agrarmeteorologischen Stationen Edelsfeld und Gollhofen

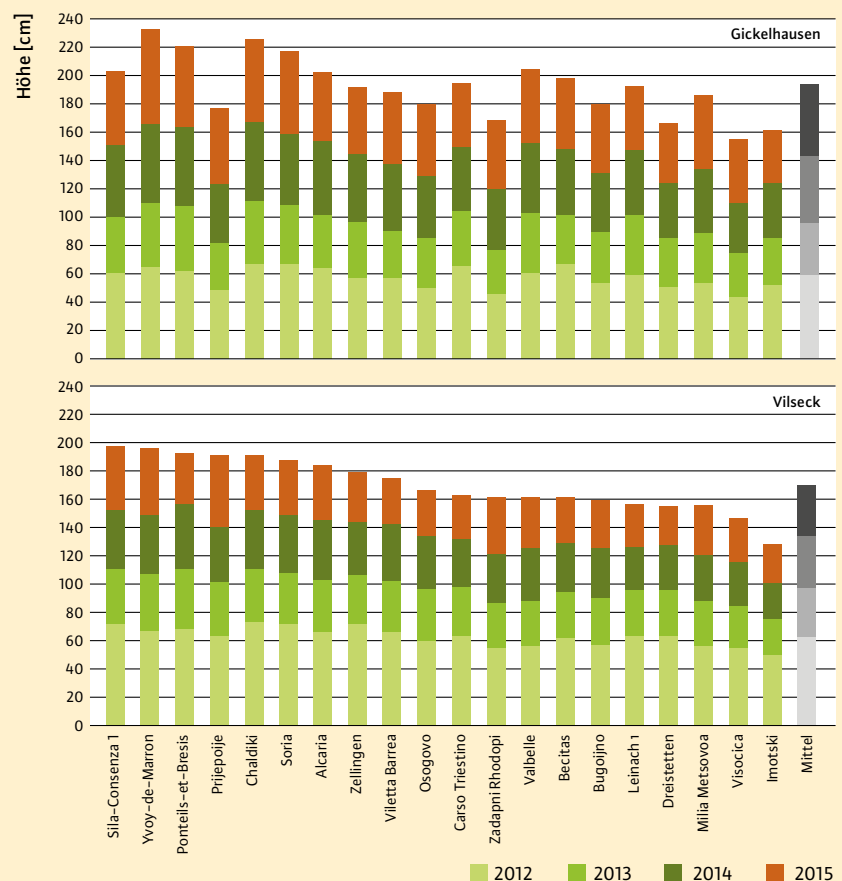
4 Klimawerte der agrarmeteorologischen Stationen Gollhofen (VFL Gickelhausen) und Edelsfeld (VFL Vilseck) in den Jahren 2014 und 2015

5 Baumhöhen der Schwarzkiefern-Herkünfte auf den Versuchsflächen Gickelhausen (oben) und Vilseck (unten)

schlägen (Abbildung 3). Während des Trockenjahres 2015 kommt es in der Vegetationszeit von Mai bis September im Vergleich zum Vorjahr zu einem zusätzlichen Rückgang der Niederschläge und einem weiteren Anstieg der monatlichen Temperaturen vor allem im August und September (Abbildung 4). Die gemessenen Werte von 2015 erreichen bereits die für den Zeitraum 2071 bis 2100 zugrunde gelegte Klimaprojektion (Werte aus dem Bayerischen Standortinformationssystem BaSIS). Bei den Niederschlägen werden die Werte zum Teil sogar deutlich unterschritten und rutschen in für viele Baumarten kritische Bereiche.

Die höheren Temperaturen bewirken eine stärkere Verdunstung, der Wasserverbrauch der Bäume steigt. Durch den gleichzeitigen Rückgang der Niederschläge wird der Wasservorrat im Boden schneller aufgebraucht und es kommt, wie 2015 in großen Teilen Bayerns beobachtet, bei vielen Baumarten zu Trockenstress-Reaktionen. Auf beiden Versuchsflächen konnten jedoch keine direkten Einflüsse der Trockenheit wie zum Beispiel erhöhtes Absterben, Triebdürre oder Nadelabfall bei den Schwarzkiefern-Provenienzen beobachtet werden.

Höhenentwicklung 2012–2015



Höhenwachstum der Herkünfte

Das durchschnittliche Höhenwachstum der Schwarzkiefer über alle Herkünfte ist auf der Fläche Gickelhausen aufgrund der günstigeren standörtlichen Bedingungen besser als auf der Fläche Vilseck. Der Höhenmittelwert im Alter 9 (2015) beträgt auf der Fläche Gickelhausen 193 cm, in Vilseck 170 cm (Abbildung 5). Der prozentuale Unterschied über alle Herkünfte beträgt zwischen den beiden Versuchsfeldern 13,5%. Dabei differieren die mittleren Herkunftunterschiede in Gickelhausen zwischen 121% und 80% (Wuchsdifferenz 78 cm), in Vilseck zwischen 116% und 75% (Wuchsdifferenz 69 cm). Dies zeigt bereits die starke Differenzierung zwischen den Herkünften auf beiden Standorten.

Die Herkünfte mit dem besten Höhenwachstum (Abbildung 5) kommen aus dem südlichen Teil des Verbreitungsgebiets (Ausnahme *Prijepolije*, VFL Gickelhausen). So weisen die Herkünfte aus Korsika und Kalabrien (Unterart *Laricio*), die spanische Herkunft *Soria* (Unterart *Salzmannii*) sowie die griechische Herkunft *Chaldiki* (Unterart *Pallasiana*) auf beiden Flächen die größten Höhen

auf. Die nach Bayern eingeführten Herkünfte *Zellingen* und *Leinach 1* wachsen hingegen nur durchschnittlich bzw. unterdurchschnittlich. Die österreichische Herkunft *Dreistetten* von der nördlichen Verbreitungsgrenze bleibt bei der Höhenentwicklung ebenfalls weit zurück. Beim Vergleich beider Versuchsstandorte gibt es zwar Rangverschiebungen zwischen den Herkünften, aber mit Ausnahme der Herkunft *Prijepolije* ist die Gruppe der wüchsigsten sechs Herkünfte identisch.

Betrachtet man die jeweiligen mittleren Zuwächse der Herkünfte (Abbildung 6), stellt man fest, dass sich das Trockenjahr 2015 sowohl in Gickelhausen als auch in Vilseck auf den durchschnittlichen Höhenzuwachs auswirkt. Der zu erwartende exponentielle Anstieg der Jahreszuwächse wird durch das Trockenjahr gedämpft, wobei die Fläche Vilseck beim Vergleich der Zuwachsdifferenz sogar einen leichten Rückgang gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen hat. Ein Einbruch des Höhenzuwachses, wie er bei anderen Baumarten in Trockenjahren häufig beobachtet wird, kann aber bei keiner der Schwarzkiefern-Provenienzen festgestellt werden und unterstreicht die hohe Trockenresis-

tenz der Schwarzkiefer. Der durchschnittliche Höhenzuwachs in Gickelhausen beträgt im Jahr 2015 im Vergleich zu 2014 noch 47,8 cm gegenüber 46,4 cm und in Vilseck 35,7 cm gegenüber 36,7 cm. Dies ist umso erstaunlicher, da während der Höhenwachstumsphase von Mai bis Juni 11% (Vilseck) bzw. 42% (Gickelhausen) weniger Niederschläge im Vergleich zum Jahr 2014 gemessen wurden. Auch auf dem Standort in Vilseck mit seiner wesentlich geringeren Wasser-Speicherkapazität ($T_{Diff} = 21-30$, $h_{FK}=129$) sind bei acht Herkünften immer noch zunehmende Höhenzuwächse gegenüber dem Vorjahr zu beobachten.

Um die standörtlichen Einflüsse herauszurechnen, wurden die Höhenzuwächse auf beiden Flächen mit dem jeweiligen Jahresmittel der Fläche normalisiert und anschließend nach der Höhenwuchsleistung der Herkünfte sortiert. Abbildung 7 zeigt, dass die Herkünfte mit den besten Höhenwuchsleistungen im Alter 9 auch überdurchschnittliche Zuwachsreaktionen im Trockenjahr aufweisen. Lediglich die Herkunft *Ponteils-et-Bresis* schneidet hier auf der Versuchsfläche Vilseck nur durchschnittlich ab, wie auch die Herkunft *Prijepolije* in Gickelhausen. Die insgesamt besten Wuchseigenschaften weisen die kalabrische Herkunft *Sila-Consenza1* und die Herkunft *Yvoy-de-Marron* aus Frankreich (korsischen Ursprungs) auf.

Ebenfalls überdurchschnittliche Höhenwuchsleistungen und positive Zuwachsreaktionen im Trockenjahr konnten bei der griechischen Herkunft *Chaldiki* und den beiden spanischen Herkünften *Soria* und *Alcaria* beobachtet werden. Auf beiden Versuchsflächen können die bayerische Herkunft *Leinach 1* und die österreichische Herkunft *Dreistetten* sowohl in der Gesamthöhenwuchsleistung als auch beim Zuwachs im Trockenjahr nicht überzeugen und schneiden nur unterdurchschnittlich ab. Die etwas wüchsigeren Herkünfte *Zellingen* (nördlich Würzburg) zeigt in beiden Kennwerten lediglich ein durchschnittliches Verhalten. Darüber hinaus verdeutlichen die Ergebnisse, dass die Gruppe der gutwüchsigen Herkünfte auch über eine überdurchschnittliche Trockenresistenz verfügen wie umgekehrt, die schlechtwüchsigen Herkünfte ein unterdurchschnittliches Ergebnis erzielen.

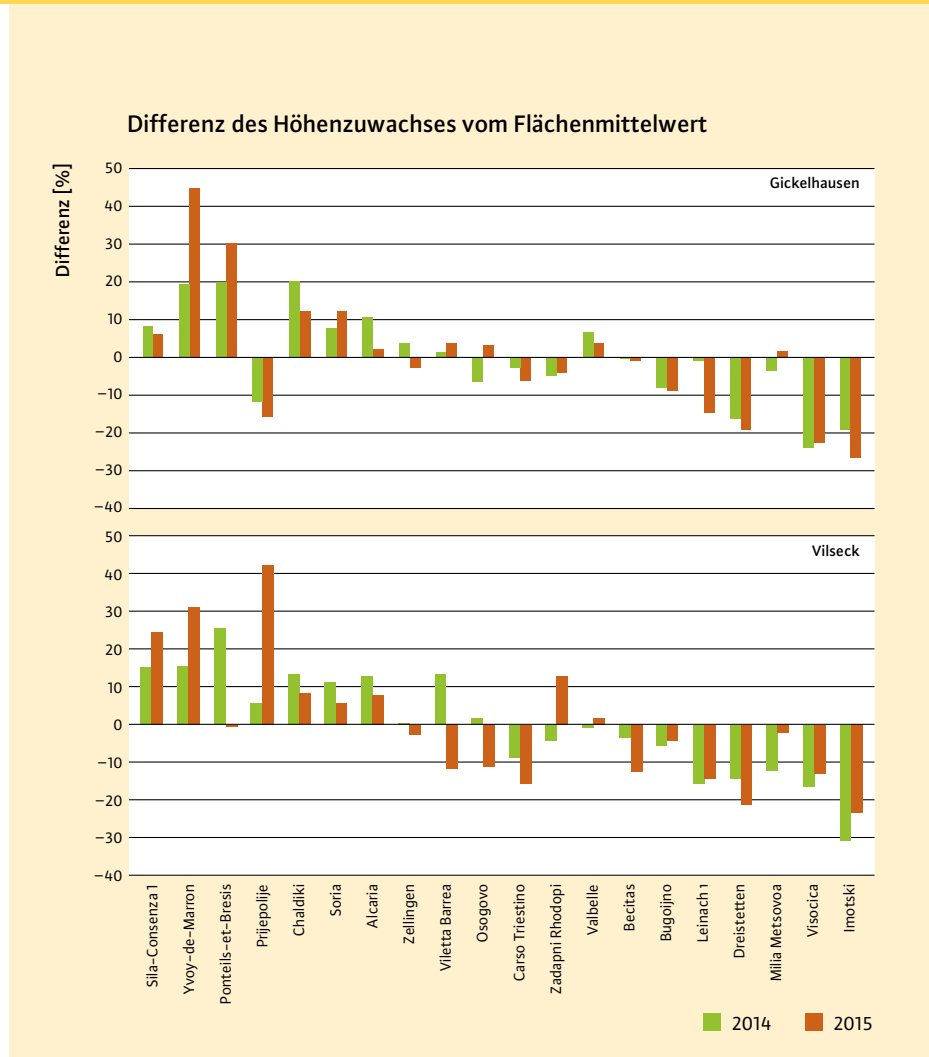
Herkunft	Gickelhausen					Vilseck				
	Zuwachs [cm]			Zuwachsdifferenz [cm]		Zuwachs [cm]			Zuwachsdifferenz [cm]	
	2013	2014	2015	2013/14	2014/15	2013	2014	2015	2013/14	2014/15
Prijepolije	34,5	40,9	40,3	6,4	-0,6	38,7	38,6	50,8	0,0	12,1
Yvoy-de-Marron	45,5	55,4	69,4	9,9	13,9	39,8	42,3	46,8	2,5	4,5
Sila-Consenza1	39,7	50,3	50,8	10,6	0,5	39,1	42,1	44,4	3,0	2,2
Zadapni Rhodopi	30,5	44,3	45,9	13,8	1,6	31,3	35,0	40,2	3,8	5,2
Chaldiki	44,0	55,9	53,7	11,9	-2,2	38,0	41,5	38,5	3,5	-3,0
Alcaria	38,1	51,4	48,9	13,3	-2,5	37,7	41,4	38,4	3,7	-3,0
Soria	41,8	49,9	53,8	8,1	3,8	35,8	40,8	37,6	5,0	-3,2
Valbelle	41,3	49,6	49,7	8,3	0,1	32,2	36,3	36,3	4,1	0,0
Ponteils-et-Bresis	45,2	55,8	62,4	10,6	6,6	42,8	45,9	35,6	3,2	-10,3
Milia Metssova	35,4	44,8	48,7	9,4	3,9	31,4	32,2	34,8	0,8	2,6
Zellingen	39,3	48,2	46,5	8,9	-1,7	34,6	36,9	34,7	2,3	-2,1
Bugojino	35,1	42,6	43,6	7,5	0,9	33,0	34,6	34,0	1,6	-0,6
Osogovo	35,3	43,4	49,3	8,2	5,9	37,3	37,2	31,7	-0,1	-5,6
Viletta Barrea	33,0	47,1	49,6	14,1	2,5	36,0	41,6	31,5	5,6	-10,1
Becitas	34,4	46,3	47,3	11,9	1,1	32,2	35,3	31,1	3,1	-4,3
Visocica	31,1	35,3	37,0	4,2	1,8	29,7	30,6	30,9	0,9	0,4
Leinach 1	41,3	46,0	40,8	4,7	-5,2	31,6	31,0	30,5	-0,6	-0,5
Carso Triestino	38,9	45,2	44,8	6,3	-0,4	35,8	33,4	30,1	-2,3	-3,3
Dreistetten	34,2	38,8	38,6	4,6	-0,2	32,1	31,4	28,1	-0,7	-3,4
Imotski	33,2	37,5	35,1	4,3	-2,4	25,8	25,3	27,3	-0,5	2,0
Gesamt	37,6	46,4	47,8	8,9	1,4	34,7	36,7	35,7	1,9	-1,0

6 Zuwächse in den Jahren 2013, 2014 und 2015 und Differenz der Zuwächse

Schlussfolgerungen

Auch bei der Schwarzkiefer gibt es große Wuchsunterschiede zwischen den Herkünften. Die ihr nachgesagte hohe Trockenresistenz konnte im Trockenjahr 2015 auf den Versuchsflächen in Vils- eck und Gickelhausen bestätigt werden. Trotz der geringen Niederschläge wäh- rend der Vegetationsperiode, aber auch in den Hauptwuchsmonaten von Mai bis Juni, sind die Höhenzuwächse immer noch beachtlich. Auf Standorten, bei de- nen verstärkt mit Trockenjahren zu rech- nen ist und einheimische Baumarten an ihre ökologischen Anbaugrenzen gelan- gen, stellt die Schwarzkiefer eine alterna- tive Nadelbaumart im Klimawandel dar, zumal die Schwarzkiefer gegenüber der Waldkiefer eine größere Volumenleistung erbringt (Šeho 2014).

Die bisher geübte waldbauliche Praxis, vornehmlich Herkünfte der österrei- chischen Schwarzkiefer (*Pinus nigra vari- etas austriaca*) für den Anbau in Bayern zu verwenden, ist aufgrund der guten Wuchseigenschaften vor allem der kor- sischen oder kalabrischen Herkünfte zu überdenken. Letztere zeichnen sich durch eine weit überdurchschnittliche Höhen- wuchsleistung und durch eine sehr hohe Trockenresistenz aus. Die aus früheren Anbauten bekannte Feinastigkeit und gute Stammformqualität (Röhrig 1984) sprechen zudem für ihre Verwendung. Ei- ne Spätfrostempfindlichkeit dieser Her- künfte konnten im Mai 2011 (bis -5 °C) auf den Versuchsflächen ebenfalls nicht beobachtet werden (Huber et al. 2011). Die Spätfrostresistenz wurde auch durch die Untersuchungen von Larsen et al. (1984) belegt. Die Empfindlichkeit korsischer Herkünfte im Kulturstadium gegen Wintertemperaturen unter -22 °C ist je- doch zu berücksichtigen (Wachter 1984; Larsen et al. 1984). Der Anbau der kor- sischen Schwarzkiefer in kontinental ge-



7 Höhenzuwachsdifferenz der Schwarzkiefern-Herkünfte vom jeweiligen Jahres-Flächen- mittelwert in Prozent in Gickelhausen (oben) und Vils- eck (unten) für die Jahre 2014 und 2015

prägten Klimaregionen oder in höheren Lagen der Gebirge, in denen diese Tem- peraturen regelmäßig auftreten, ist daher nicht zu empfehlen.

In Regionen Bayerns mit regelmäßig zu erwartenden Trockenperioden wie im Jahr 2015 ist die Schwarzkiefer jedoch eine vernünftige Alternative beim Aufbau klimatoleranter Wälder. Durch die Ver- wendung geeigneter Provenienzen wer- den zudem wichtige Weichen hinsichtlich Wüchsigkeit, Trockenresistenz und Qua- lität gestellt und Misserfolge vermieden.

Zusammenfassung

Die Schwarzkiefer ist eine Baumart, die in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet in Südeuropa regelmäßig mit Hitze und Trockenheit zurecht- kommen muss. Sie könnte daher für zukünftig warm-trockene Regionen Bayerns waldbaulich interessant sein. Im Jahr 2009 wurde ein Her- kunftsversuch mit unterschiedlichen Herkünften auf zwei Versuchsflächen in Bayern angelegt. Die Trockenresistenz der Schwarzkiefer hat sich im Trockenjahr 2015 bestätigt. Erwartungsgemäß un- terscheiden sich die Herkünfte in ihrem Zuwachs- verhalten deutlich. Besonders hohe Zuwächse und eine hohe Trockenresistenz weisen Herkünfte aus Korsika und Kalabrien auf. Wie die Ergebnisse des

Herkunftsversuchs zeigen, ist die Verwendung geeigneter Provenienzen von großer Bedeutung, wenn die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt wer- den sollen. Die Schwarzkiefer ist eine geeignete Baumart zum Aufbau klimatoleranter Wälder vor allem in Regionen Bayerns, in denen Trockenereig- nisse die Verwendung einheimischer Baumarten in Zukunft stark einschränken werden.

Literatur

Huber, G. (2011): Neue Tests für Schwarzkiefern - Herkünfte in Bayern im Hinblick auf den Klimawandel. Forstarchiv 82, S. 134-141
 Huber, G.; Wezel, H.; Faust, K.; Metzger H.-G. (2011): Frostschäden im Mai 2011. AFZ/DerWald 16, S. 10-12
 Konnerth, M. (2007): Bedeutung der Herkunft beim Klimawandel. LWF aktuell 60, S. 38-39
 Larsen, J.B.; Suner, A. (1984): Frostresistenz verschiedener Herkünfte der Schwarzkiefer. AFZ 23, S. 584-585
 Röhrig, E. (1984): Die Schwarzkiefer - In der Bundesrepublik Deutschland oft unterschätzt. AFZ 23, S. 571-572
 Schmidt, O. (1999): Die Schwarzkiefer in Unterfranken. LWF aktuell 20, S. 17-19
 Šeho, M. (2014): Schwarzkiefer und Douglasie: Wachstum und phänotypische Eigenschaften verschiedener Provenienzen - ein Beitrag zum Potential fremdländischer Baumarten als Ersatzbau- arten im Klimawandel. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Dissertation: 167 S.
 Wachter, H. (1984): Die Bedeutung des Winterfrostes als Stand- ortsfaktor beim Anbau der Korsischen Schwarzkiefer. AFZ 23, S. 582-583

Autor

Gerhard Huber leitet das Sachgebiet »Herkunftsfor- schung im Klimawandel« am Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf. Muhidin Šeho ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sachgebiet »Herkunftsfor- schung im Klimawandel«. Kontakt: Gerhard.Huber@asp.bayern.de

Schwarzkiefern im FoVG

Das deutsche Forstvermehrungsgutgesetz (FOVG) belegt die dort genannten Baumarten jeweils mit einer eigenen Baumarten- nummer. Als einzige Baumart unterscheidet das Gesetz bei Schwarzkiefer jedoch drei Unterarten mit jeweils eigenen Baumarten- nummern:

- 847: *Pinus nigra varietas austriaca*
- 848: *Pinus nigra varietas calabrica*
- 849: *Pinus nigra varietas corisicana*