

Die Genressourcen der Fichte erhalten und nutzen, Teil 1

Der „Baum des Jahres 2017“, die Gemeine Fichte (*Picea abies*), ist in Deutschland die am meisten verbreitete und forstwirtschaftlich wichtigste Baumart. Sie ist eine Baumart, an der sich die Geister scheiden, im Guten wie im Schlechten. Die Fichte ist aber auch eine derjenigen Baumarten, deren Vitalität und Leistungsfähigkeit durch die zunehmende Erwärmung des Klimas und die sich daraus ergebenden Veränderungen der Wasserversorgung stark in Mitleidenschaft gezogen wird. Im ersten Teil stehen Informationen zur Verbreitungs- und Ausbreitungsgeschichte der Fichte sowie Maßnahmen zur Erhaltung ihrer genetischen Ressourcen im Vordergrund.

Heino Wolf, Mirko Liesebach, Martin Rogge,
Ralf Kätzel, Matthias Paul

Die Aktivitäten zur Erhaltung von forstlichen Genressourcen der Gemeinen Fichte (*Picea abies* [L.] KARST.), nachfolgend kurz als Fichte bezeichnet, in Deutschland werden im Folgenden ausgehend u. a. von dem Tätigkeitsbericht der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Erhaltung forstlicher Genressourcen und Forstsaatgutrecht“, Berichtszeitraum 2009 bis 2013 [1] zusammenfassend dargestellt.

Verbreitungs- und Anbauschichte

Die Fichte (Abb. 1) ist eine Baumart des borealen Nadelwaldes sowie der mittel- und südosteuropäischen Gebirge. Ihr natürliches Verbreitungsgebiet kann in die Teilareale nordisch-baltische Tieflandvorkommen, herzynisch-karpatische Berglandvorkommen und alpin-südosteuropäische Gebirgsvorkommen aufgliedert werden. Von Natur aus fehlt sie im Westen und Süden Europas. In Deutschland kommt die Fichte im Schwarzwald, am Rand der Schwäbischen Alb, in den

Nördlichen Kalkalpen, im Alpenvorland, im Bayerischen Wald, im Fichtelgebirge, im Erzgebirge, im Thüringer Wald und im Harz sowie auf mineralischen Nassstandorten in der Lausitz natürlich vor.

Bei der vor mehr als 300 Jahren beginnenden Wiederaufforstung der durch unregelmäßige Exploitation, Waldweide und Streunutzung übernutzten und meist devastierten Waldflächen mit schnellwachsenden Baumarten in Deutschland spielte die Fichte neben der Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) die Hauptrolle. Nur so konnte der steigende Bedarf an Bau- und Brennholz im Zuge der beginnenden

Industrialisierung im 19. Jahrhundert gedeckt werden. Rückblickend stellt der Wiederaufbau der Wälder in der damaligen Zeit eine enorme Kulturleistung dar [5].

Auch im 20. Jahrhundert erfolgten großflächige Aufforstungen, unter anderem im Nachgang von Reparationshieben [17], mit der hoch produktiven Nutzholzb Baumart Fichte. Die Aufforstung der eingeschlagenen Wälder war jedoch ein schwieriges Unterfangen, da es an Saatgut mangelte. Die Wiederbestockung der

kahlen Flächen hatte absoluten Vorrang. Somit ist es nicht verwunderlich, dass bei der Wiederaufforstung vielfach bis in Mitte des 20. Jahrhunderts keine Rücksicht auf die Herkunft des Vermehrungsgutes genommen wurde. Obwohl die mit der Fichte verbundenen Risiken schon früh erkannt waren, erfolgte ihr Anbau auch auf Standorten, die nicht Fichten-tauglich sind, um den künftigen Holzbedarf zu decken. Auf diesen Standorten stoßen auch ansonsten geeignete Herkünfte an ihre Grenzen in Hinsicht auf Stabilität und Leistungsfähigkeit. Der Anbau der Fichte war in der Vergangenheit sehr häufig mit Kahlschlägen und Kunstverjüngung im schlagweisen Hochwald verbunden. Die Naturverjüngung mit Femel- und Saumschlägen oder kombinierten Verfahren war vielerorts ebenso eine Ausnahme wie die Bewirtschaftung der Fichte im Plenterwald. Durch Kahlschläge und Kunstverjüngung entstanden diejenigen gleichaltrigen Reinbestände, die das Bild von der Fichte bis zum heutigen Tag prägen.

Durch die genannten Entwicklungen ist die Fichte heute die am meisten verbreitete Baumart in Deutschland. Ihr Anteil an der Waldfläche beträgt 25,4 %, d. h. die Fichte wächst auf ca. 2,8 Mio. ha Wald [2]. Die höchsten Fichtenanteile weisen Bayern mit ca. 41 % und Thüringen mit ca. 38 % auf.

Eigenschaften

Voraussetzung für hohe Wuchsleistungen der Fichte sind frische bis feuchte Standorte mit gutem Wasserzug und ausreichender Bodendurchlüftung. Auf Trockenheit reagiert die Fichte außerordentlich emp-

Schneller Überblick

- Die Fichte weist eine große Differenzierung bei phänotypischen und genetischen Merkmalen auf
- Fichtenvorkommen können auch weiterhin durch unterschiedlichste Gründe anhaltend gefährdet sein
- In-situ-Maßnahmen konzentrieren sich auf die Erhaltung natürlich entstandener Fichtenvorkommen innerhalb und angepasster Bestände außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes
- Samenplantagen, Klonarchive und Saatgutlagerung tragen zur langfristigen Ex-situ-Erhaltung am ursprünglichen Standort nicht mehr existierender Genressourcen bei
- Dabei zeichnet sich eine wachsende Bedeutung der Herkunftsfrage für den standort- und klimaangepassten Anbau der Fichte in Deutschland ab

findlich und selbst in Folgejahren noch mit herabgesetzter Vitalität. Klimatische Änderungen, insbesondere die Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur verbunden mit geringeren Niederschlägen in der Vegetationszeit, führen außerhalb der Gebirgslagen mittel- bis langfristig zu einem deutlichen Rückgang der Fichte in Deutschland.

Klimaanpassungsmaßnahmen der Forstverwaltungen und -betriebe fokussieren ganz wesentlich auf den Umbau nicht standortangepasster Fichtenbestände und die Gestaltung einer günstigeren, arten- und strukturreichen Folgebestockung. Arten- und strukturarme Fichtenwälder sind besonders anfällig für Sturmschäden, Schneebruch und Borkenkäferbefall.

Die Fichte beginnt mit Blüte und Fruktifikation etwa ab dem Alter 30 bis 40 im Freistand, im geschlossenen Bestand hingegen erst nach 50 bis 60 Jahren (Abb. 2). Die Zulassung von Erntebeständen erfolgt daher erst ab einem Mindestalter von 60 Jahren. Die durch Wind bestäubte Baumart blüht mit Ausnahme von höheren Gebirgslagen in mehr oder weniger großen Abständen reichlich. Innerhalb eines Jahrzehntes ist bei der Fichte im Durchschnitt mit einer Vollmast und zwei Halbmasten zu rechnen [14]. Diese Feststellung deckt sich mit den Statistiken zur Blüte der Waldbäume, die seit mehreren Jahrzehnten in der AFZ-DerWald veröffentlicht werden. Der Pollentransport durch Wind ist auch über große Entfernungen sehr effektiv. Somit ist die Fichte in ihrer Reproduktionsbiologie mit der Waldkiefer vergleichbar. Die Fichte verjüngt sich natürlich vielerorts ohne Probleme sehr reichlich, mitunter sogar überreichlich, sodass die Stammzahl bereits in sehr frühen Stadien zur Ausbildung stabiler Individuen massiv verringert werden muss (Abb. 3).

Einen Überblick über die phänotypische und genetische Variation zwischen und innerhalb von Populationen der Fichte sowie zu epigenetischen Effekten bei einem großräumigen Transfer von Ausgangsmaterial in Norwegen geben Jansson et al. [9]. Die Ergebnisse der Züchtungsarbeiten mit Fichte in Europa und Deutschland sowie die zukünftige Strategie zur weiteren züchterischen Bearbeitung der Fichte in Deutschland werden von Liesebach et al. [10] beschrieben.



Foto: M. Liesebach, Thünen

Abb. 1: Fichten-Bestand

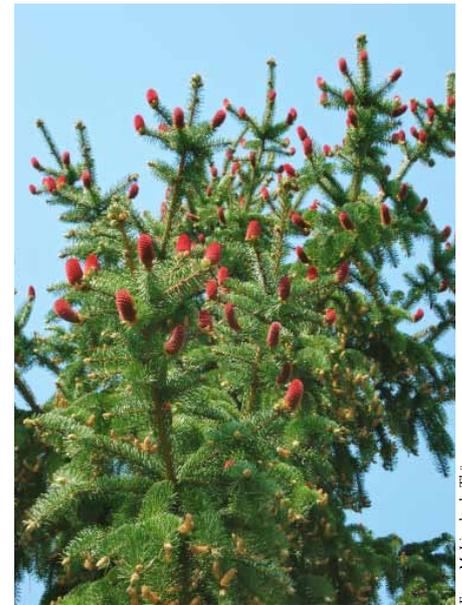


Foto: M. Liesebach, Thünen

Abb. 2: Fichte in voller Blüte



Foto: H. Wolf, SWS

Abb. 3: Fichten-Naturverjüngung

Fichte im Klimawandel

Die Vitalität und Leistungsfähigkeit der Fichte werden durch die zunehmende Erwärmung des Klimas und die sich daraus ergebenden Veränderungen der Wasserversorgung stark in Mitleidenschaft gezogen [3, 15, 19]. Die Fichte wird daher heute zu den Verlierern unter den Baumarten im Zuge des Klimawandels gerechnet, da ihr insbesondere die zunehmenden Hitze- und Trockenperioden Probleme bereiten. In der Folge steigt das Risiko des Anbaus vor allem in Reinbeständen. Die Einschätzung darf jedoch nicht dazu verleiten, die Fichte als Brotbaum der Forstwirtschaft in Deutschland pauschal infrage zu stellen. Sie wird in absehbarer Zeit weiterhin das Rückgrat für die heimische Holzindustrie bilden.

Erste Forschungsergebnisse zur weiteren Eignung von Fichtenherkünften im Klimawandel zeigen, dass mit zurückgehender Wasserversorgung die Unterschiede zwischen den Herkünften zunehmen. Dies bedeutet, dass die mit zunehmendem Alter in Fichten-Herkunftsversuchen von Schmidt-Vogt [16] beschriebene Angleichung des Höhenwachstums in Abhängigkeit von dem zur Verfügung stehenden Wasserangebot unterschiedlich stark verläuft. Dieser Beobachtung kommt in Hinsicht auf den weiteren Anbau der Fichte und der für den jeweiligen Standort geeigneten Herkunft zusätzliche Bedeutung zu [21]. Zudem wird in absehbarer Zukunft Fichten-Vermehrungsgut mit einer erhöhten Widerstandsfähigkeit gegenüber Trockenheit, das zum Beispiel aus Samenplantagen stammt, eine zunehmende Bedeutung zukommen [10].

Erhaltung von Genressourcen der Fichte

Vor dem Hintergrund der europaweit beobachteten Schäden in Wäldern zu Beginn des 20. Jahrhunderts, die auf die Verwendung von ungeeignetem Vermehrungsgut zurückgingen, forderte Münch bereits 1921 [11] „die noch vorhandenen Bestände zweifellos urwüchsiger Bestockung, von der Fichte sowohl wie von der Kiefer“ so lange wie möglich zu erhalten und zur Saatguterzeugung zu nutzen. Daraus folgte in den Jahren 1937 bis 1944 die erste Inventur forstgenetischer Ressourcen

der Fichte in Sachsen mit dem Ziel der Erfassung autochthoner Fichtenbestände (Abb. 4). Auch wenn die Erhaltung von forstlichen Genressourcen anfangs Aufgabe des Waldbaus und stets ein wesentlicher Bestandteil der Forstpflanzenzüchtung war, rückte sie als eigenständiges Thema und Arbeitsgebiet erst wieder im Zuge der um sich greifenden Waldschäden in den Fokus.

Die großen Absterbewellen der 1970er- und 1980er-Jahre in den Wäldern, ausgelöst durch saure Luftschadstoffe, die ihre feinen Nadeln besonders intensiv „auskämmen“, machte die Fichte zu einem Synonym für das Waldsterben in den Mittelgebirgen West- und Mitteleuropas. Bor-

Verzeichnis der bodenständigen Fichten- und Fichtenmischbestände im Forstamt Eibenforst

Flurstück	Größe in ha	Soziale Exposition	Grundgesten	Standortsklasse	Standortskategorie	Entstehung des Bestandes	Waldform	Begründung des Ursprungs	Bestand und Bestandteile
150	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
151	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
152	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
153	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
154	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
155	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
156	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
157	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
158	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
159	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
160	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
161	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
162	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
163	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
164	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
165	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
166	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
167	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
168	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
169	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
170	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
171	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
172	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
173	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
174	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
175	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
176	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
177	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
178	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100
179	1,52	100	100	100	100	100	100	100	100

Zur Beachtung!

In die Spalte „Entstehung des Bestandes“ sind folgende Ziffern einzutragen:

- 1: Autochthone Fichtenbestände, die durch Standort, Anbauweise oder Bestandeszusammensetzung gekennzeichnet sind.
- 2: Fichtenbestände, aus Saatgut des Revieres oder dessen nächster Umgebung entstanden (Saat oder Pflanzung).
- 3: Zweifelhafte, ob 1a, 1b oder 2a.
- 4: Fichtenbestände aus fremdem Saatgut, aber samenwährig.
- 5: Fichtenbestände aus fremdem Saatgut (verweudet).

Signaturen für die Kartogramme

1a = grün
1b = grün schraffiert
2 = gelb
3a = rot schraffiert
3b = rot

Quelle: M. Paul, NW-FVA

Abb. 4: Erfassung autochthoner Fichten-Bestände von 1937 bis 1944 in Sachsen

kenkäferkalamitäten und Stürme setzten dem Flachwurzler weiter zu. Wegen ihrer Flächendominanz trugen insbesondere die Waldschäden an der Fichte zur Initiierung eines bundesweiten Konzeptes zur Erhaltung forstgenetischer Ressourcen bei [4, 6, 13].

Fichte ist nicht gleich Fichte. In Abhängigkeit von Höhenlage, Standort und Klima haben sich genetisch abgrenzbare Populationen herausgebildet, die sich auch äußerlich, zum Beispiel im Kronenaufbau, deutlich unterscheiden. Die Ergebnisse bisher durchgeführter Fichten-Herkunftsversuche mit Provenienzen aus dem gesamten Verbreitungsgebiet zeigen eine große Differenzierung der

Baumart sowohl zwischen als auch innerhalb der untersuchten Herkünfte [9]. Erhaltungsmaßnahmen müssen daher den regionalen Besonderheiten Rechnung tragen. Einige dieser Provenienzen standen daher frühzeitig im Fokus von Erhaltungsmaßnahmen. Hierzu gehören zum Beispiel die Hochlagenfichten im Harz („Brockenfichte“ [18]) und die „Lausitzer Tieflandsfichte“ in Südbrandenburg und Nordsachsen mit ausladenden Kronen und schnellem Wachstum [8]. Die Erhaltung der Vorkommen erfolgte hier bereits Mitte des 20. Jahrhunderts durch die Ausweisung von Schutzgebieten.

Für eine Baumart wie die Fichte, die weit verbreitet und bestandsbildend ist sowie intensiv mithilfe großräumig angelegter Feldversuche und mit genetischen Markern untersucht wurde, bieten sich In-situ-Erhaltungsmaßnahmen vor allem dort an, wo natürlich entstandene Vorkommen im natürlichen Verbreitungsgebiet existieren. Ein Beispiel hierfür sind die Vorkommen der autochthonen Hochlagenfichte in Sachsen und Thüringen, die nur noch in kleinen und zerstreuten Restvorkommen vorhanden sind.

Aber auch außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes sind Fichtenbestände von Interesse für In-situ-Erhaltungsmaßnahmen wie das Beispiel älterer Fichtenanbauten in den höheren Lagen des Wittgensteiner- und Sauerlandes zeigt. Diese Fichten weisen einen besonders feinstigen und relativ schmalkronigen Habitus auf und sind dadurch an den in den Mittelgebirgslagen auftretenden Nassschnee gut angepasst. Der Ursprung dieser Fichtenbestände liegt nachweislich im Thüringer Wald. Der Wert dieser Anbauten wurde früh erkannt. Als die Vitalität dieser Vorkommen in den 1980er-Jahren im Zuge der damaligen Immissionschäden sichtbar beeinträchtigt wurde, gehörten sie zu den ersten Objekten, in denen gezielt Maßnahmen zum Erhalt und der Förderung dieser wertvollen und gefährdeten genetischen Ressourcen ergriffen wurden.

Aufgrund der beschriebenen Gefährdungslagen kam und kommt Klonsammlungen, Samenplantagen und Versuchen, die genetisch definiertes Material mit Er-



Abb. 5: Fichten-Samenplantage

Foto: M. Liesebach, Thüringen

haltungswürdigkeit enthalten, eine große Bedeutung als zweite Säule der Erhaltungsarbeiten zu.

Aktueller Stand der In-situ-Erhaltung bei Fichte

Der Fortbestand angepasster und anpassungsfähiger Fichtenvorkommen kann durch die Erhaltung von Populationen, die über genügend reproduzierende Bäume verfügen, deren natürliche Verjüngung bzw. deren künstliche Verjüngung mit Vermehrungsgut aus dem selben Bestand, am besten gewährleistet werden. In ausgewiesenen Erhaltungsbeständen dienen diese In-situ-Maßnahmen der dynamischen Erhaltung forstlicher Genressourcen über möglichst lange Zeiträume hinweg. Sie haben den Vorteil, dass sie im Rahmen ortsüblicher waldbaulicher Maßnahmen durchgeführt werden können und keine zusätzlichen Flächen in Anspruch nehmen. Bei der Fichte sind zurzeit deutschlandweit 340 In-situ-Erhaltungsbestände mit einer Gesamtfläche von ca. 2.430 ha ausgewiesen. Die Bestände konzentrieren sich in der Hauptsache auf natürlich entstandene, aber auch sehr gut angepasste Fichtenvorkommen aus künstlicher Be-

gründung in den Gebirgs- und Mittelgebirgslagen inner- und außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes sowie auf Fichtenvorkommen im Lausitzer Tiefland.

Aktueller Stand der Ex-situ-Erhaltung bei Fichte

Bei anhaltenden Gefährdungen von erhaltungswürdigen Fichtenvorkommen wie zum Beispiel durch Luftschadstoffe, durch Tagebau oder durch Infrastrukturmaßnahmen können Ex-situ-Erhaltungsmaßnahmen zu deren langfristigen Existenzsicherung beitragen.

Die Fichte wurde bereits im Rahmen von Herkunfts-, Nachkommenschafts- bzw. Klonprüfungen intensiv bearbeitet. In diesen Versuchen sind viele Populationen enthalten, die an ihrem natürlichen Standort zum Beispiel stark durch Luftschadstoffe gefährdet waren bzw. nicht mehr existieren. Untersuchungen zur genetischen Struktur von Erntebeständen und den in Feldversuchen geprüften Nachkommenschaften zeigen, dass diese die genetische Struktur des Ausgangsbestandes repräsentieren können [7].

Bei der Fichte gibt es bisher in Deutschland ca. 150 Ex-situ-Erhaltungsbestände

mit einer Gesamtfläche von ca. 270 ha. Es handelt sich dabei unter anderem um vegetativ vermehrte Nachkommen von autochthonen Fichtenbeständen aus den Hoch- und Kammlagen des Erzgebirges, die aus einem ehemaligen SO₂-Hauptschadensgebiet auf unbelastete Standorte in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern evakuiert wurden [12].

Dazu kommen 31 Samenplantagen, die zur Saatgutgewinnung genutzt werden (Abb. 5). In Klonsammlungen sind aktuell über 1.700 Klone wertvoller Fichten deutschlandweit gesichert. Hier ist ein direkter Zugriff für eine spätere vegetative Vermehrung oder als Elternmaterial für züchterische Zwecke jederzeit möglich. Somit dienen sie nicht nur der Erhaltung, sondern sind auch die Grundlage für eine nachhaltige Nutzung dieser wertvollen forstlichen Genressourcen.

Zu den statischen Ex-situ-Erhaltungsmaßnahmen gehört u. a. die langfristige Saatgutlagerung. Das Saatgut der Fichte kann für sehr lange Zeit ohne einen nennenswerten Verlust an Keimfähigkeit bei niedrigen Temperaturen eingelagert werden. Erfahrungen aus der forstlichen Genbank Bayern zeigen, dass z. B. bei einer Lagertemperatur von -10° C und einem Wassergehalt von 6 bis 7 % eine Einlagerung über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren ohne nennenswerten Verlust in der Keimfähigkeit möglich ist. Die Langzeitlagerung von Saatgut kann bei dieser Baumart eine geeignete Ex-situ-Strategie zur Generhaltung im Sinne einer Rückversicherung sein und unter anderem auch dazu beitragen, Versorgungsengpässe zu überbrücken. Zurzeit sind deutschlandweit in Genbanken ca. 1.680 kg Fichtensaatgut von Bestandsernten oder wertvollen Einzelbäumen (insgesamt ca. 2.500 Einheiten) aus unterschiedlichen Herkunftsgebieten eingelagert.

Literaturhinweise:

[1] BLAG-FGR (2014): Tätigkeitsbericht der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ Berichtszeitraum 2009-2013. Hrsg.: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn: 238 S. [2] BMEL (2014): Bundeswaldinventur III – Alle Ergebnisse und Berichte. Berlin: www.bundeswaldinventur.de. [3] BOLTE, A.; EISENHAUER, D.-R.; EHRHARDT, H.-P.; GROSS, J.; HANEWINKEL, M.; KÖLLING, C.; PROFFT, I.; ROHDE, M.; RÖHE, P.; AMERLELLER, K. (2009): Klimawandel und Forstwirtschaft – Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien der Bundesländer. Landbauforschung 59: 269-278. [4] BRAUN, H.; WEISS, M.; KOHLSTOCK, N. (1987): Erhaltung des genetischen Potenzials der Fichte. Soz. Forstwirtschaft 37: 149-152. [5] BROISINGER, F. (2017): Fichte – ja gerne, aber mit Vernunft! LWF Wissen 80: 6-11. [6] FINKELDEY, R. (1992): Auswahlkriterien und Anlage genetischer Ressourcen bei der Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.). Forstarchiv 63: 25-32. [7] GÄRTNER, G.; WOLF, H.; BRAUN, H. (1996): Untersuchungen zur genetischen Struktur der autochthonen Fichtenpopulation Carlsfeld im Erzgebirge und ihrer Nachkommenschaften als Grundlage zur Beurteilung der Effektivität von Generhaltungsmaßnahmen. Silvae Genetica 45: 294-301. [8] GROSSER, K.-H. (1954): Forstliche Vegetations- und Standortsuntersuchungen in der Oberlausitzer Heide und an den natürlichen Fichtenvorposten der südlichen Niederlausitz. Diss. an der Forstwirtschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. [9] JANSSON, G.; DANUSEVICIUS, D.; GROTEHUSMANN, H.; KÖWALCZYK, J.; KRAJMEROVA, D.; SKRØPPA, T.; WOLF, H. (2013): Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.). In: Paques, L. (Ed.): Forest Tree breeding across Europe. Springer-Verlag, Dordrecht: 123-176. [10] LIESEBACH, M.; DEGEN, B.; GROTEHUSMANN, H.; JANSSON, G.; KONNERT, M.; RAU, H.-M.; SCHIRMER, R.; SCHNECK, D.; SCHNECK, V.; STEINER, W.; WOLF, H. (2013): Strategie zur mittel- und langfristigen Versorgung mit hochwertigem forstlichem Vermehrungsgut durch Züchtung in Deutschland. Thünen Report 7: 81 S. [11] MÜNCH, E. (1921): Neuere Fortschritte der Pflanzenphysiologie und ihre Anwendung in der Forstwirtschaft. Tharandter Forstliches Jahrbuch 72: 225-244. [12] PAUL, M. (2000): Erhaltung forstlicher Genressourcen in extremen Immissionschadgebieten. For. Snow Landsc. Res. 75: 233-249. [13] PAUL, M.; HINRICHS, T.; JANSSON,

A.; SCHMIDT, H.-P.; SOPPA, B.; STEPHAN, B. R.; DÖRFLINGER, H. (2010): Forstliche Genressourcen in Deutschland. Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Aktualisierte Neuauflage, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn: 84 S. [14] ROHMEDER, E. (1972): Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Parey Verlag, Berlin/Hamburg. [15] SCHLUTOW, A.; GEMBALLA, R. (2016): Vorkommen und Standortansprüche der Baumarten im Klimawandel – Fichte (*Picea abies* L.). In: EICHORN, J.; GUERICKE, M.; EISENHAUER, D.-R. (Hrsg.): Waldbauliche Klimaanpassung im regionalen Fokus. KLIMZUG Bd. 10, oekom-Verlag, München: 86-90. [16] SCHMIDT-VOGT, H. (1987): Die Fichte. Vol. II/1. Parey-Verlag, Hamburg/Berlin: 647 S. [17] SIEVERS, T.; KNOLLE, F. (2010): Die Reparationshiebs der Engländer in den Wäldern des Westharzes nach 1945. Unser Harz 58: 86-89. [18] STÖCKER, G. (1989): Erhaltung und Nutzung genetisch wertvoller Hochlagenfichten im NSG Oberharz. Naturschutzarbeit in den Bezirken Halle und Magdeburg 26: 33-41. [19] THOMASIU, H. (1991): Mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder in Mitteleuropa. Forstw. Cbl. 110: 305-330. [20] VOLMER, K.; MEISSNER, M.; STEINER, W.; JANSSON, A. (2017): Gestern, heute, morgen – Forstpflanzenzüchtung am Beispiel der Fichte. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.) 2017: Hochwertiges Forstvermehrungsgut im Klimawandel. Symposium des Verbundprojektes FitForClim vom 14. bis 15. Juni 2016 in Chorin. Beiträge aus der NW-FVA, Band 16: 21-37. [21] WOLF, H.; EISENHAUER, D.-R. (2016): Die Anpassungsfähigkeit von Baumarten aus der Modellregion Dresden und angrenzenden Bereichen an sich ändernde klimatische Standortbedingungen – das Beispiel Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.). In: EICHORN, J.; GUERICKE, M.; EISENHAUER, D.-R. (Hrsg.): Waldbauliche Klimaanpassung im regionalen Fokus. KLIMZUG Bd. 10, oekom-Verlag, München: 119-126. [22] ZEIBIG, A.; WOLF, H. (2017): Hydraulische Xylem-Leitfähigkeit und Leitfähigkeitsverlust – geeignete Weiser für die Trockenstressresistenz von *Picea abies* (L.) H. KARST. – Klone? In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.) 2017: Hochwertiges Forstvermehrungsgut im Klimawandel. Symposium des Verbundprojektes FitForClim vom 14. bis 15. Juni 2016 in Chorin. Beiträge aus der NW-FVA, Band 16: 123-137.

Dr. Heino Wolf, Heino.Wolf@smul.sachsen.de, leitet das Referat Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung im Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft des Staatsbetriebes Sachsenforst Pirna und ist der aktuelle Vorsitzende der BLAG-FGR.

Dr. Mirko Liesebach, Thünen-Institut für Forstgenetik. Martin Rogge, Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen Arnsberg. Prof. Dr. Ralf Kätzel, Landesforstanstalt Eberswalde. Matthias Paul, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Hann. Münden. Die Autoren danken den weiteren Mitgliedern der BLAG-FGR für die konstruktiven Beiträge.

