



Foto: Thünen FG

Abb. 1: Der untersuchte Erntebestand: Im Vordergrund links die durchforstete Teilfläche, rechts und im Hintergrund die Vergleichsfläche

# Genetische Diversität im Vermehrungsgut der Rotbuche

Experten am Thünen-Institut für Forstgenetik haben sich mit der Frage befasst, inwieweit die derzeit übliche Bewirtschaftung von Saatgutbeständen der Rotbuche den Anforderungen an qualitativ und genetisch hochwertigem Saatgut gerecht wird. Vorgestellt werden wissenschaftliche Ergebnisse aus dem Projekt.

*Pascal Eusemann, Andreas Preuß,  
Mirko Liesebach, Heike Liesebach*

Die Naturverjüngung ist mit einem Anteil von 85 % die derzeit dominierende Verjüngungsart in Deutschland [2]. Gleichzeitig machen Sturmschäden immer wieder umfangreiche Aufforstungen notwendig. Schon jetzt ist absehbar, dass es hierbei künftig zu Engpässen bei der Versorgung mit hochwertigem Saat- und Pflanzgut kommen wird [8]. Die Gewinnung von Saatgut für künstliche Verjüngung für den Waldumbau und für den Erhalt der Leistungsfähigkeit unserer Wälder, aber auch nach Sturmschäden, bleibt also weiterhin unersetzlich.

Die Anforderungen an das Saatgut sind dabei vor dem Hintergrund der wachsenden Bedeutung natürlicher Verjüngung komplexer geworden. Hochwertiges

Saatgut muss einerseits wüchsige und qualitativ hochwertige Bäume erzeugen. Gleichzeitig muss es eine Anpassung der begründeten Wälder an den Klimawandel ermöglichen, sollen sich diese später durch Naturverjüngung regenerieren. Um diesen Anspruch zu erfüllen, ist es nötig, auch die genetische Qualität und Zusammensetzung des Saatguts verstärkt zu berücksichtigen.

## Bewirtschaftung von Erntebeständen der Rotbuche

Saatgut der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) wird in Deutschland vorwiegend in Saatguterntebeständen der Kategorien „Ausgewählt“ erzeugt [1]. Nur selten orientiert sich die waldbauliche Behandlung der Bestände explizit an den Anforderungen der Saatgutproduktion. Meist entspricht sie der Bewirtschaftung von Buchenwäldern, in denen der Fokus auf der Holzproduk-

### Schneller Überblick

- Die Bewirtschaftung von Saatguterntebeständen berücksichtigt bislang kaum die Auswirkungen auf die genetische Zusammensetzung und Vielfalt im Saatgut
- Auslesedurchforstung kann zur Steigerung des Leistungs- und Anpassungspotenzials des Saatguts genutzt werden
- Genetisch hochwertiges Saatgut trägt zur Leistungsfähigkeit und Klimastabilität der Wälder bei

tion liegt. Dies schließt auch die Zielstärkennutzung ein, die in verschiedenen Studien aufgrund der negativen Auswirkungen auf die genetische Qualität der so behandelten Bestände kritisch diskutiert

wurde [3, 5, 6, 7].

Aus der Perspektive der Saatgutproduktion betrachtet werden durch Zielstärkenutzung mit den wüchsigsten und vitalsten Bäumen genau jene Leistungsträger als erstes entnommen, die das hochwertigste Saatgut liefern. Für die Saatgutproduktion verbleiben die weniger wüchsigen und leistungsfähigen Bäume. Das Problem verschärft sich mit jeder weiteren Entnahme, auf das Saatgut bezogen findet hierdurch eine Selektion gegen Wüchsigkeit, Leistung und Qualität statt.

Dieser Bewirtschaftungsweise kann eine selektive Durchforstung entgegengestellt werden, bei der die wüchsigsten und hochwertigsten Bäume individuell gefördert werden und langfristig nur diese im Bestand verbleiben. Dieser Ansatz wurde von der Forstsaatgutberatungsstelle (fsb) Oerrel in einem 140 Jahre alten, etwa 7 ha großen Modellbestand umgesetzt. Auf der Hälfte der Fläche des zugelassenen Erntebestandes wurden sämtliche schwachwüchsigen, wenig vitalen und qualitativ mangelhaften Bäume entfernt, sodass hier nur noch die besten Exemplare verblieben. Die zweite Hälfte des Bestandes blieb für Vergleichszwecke unbehandelt (Abb. 1).

Im Rahmen eines vom Waldklimafonds geförderten Forschungsprojekts des Thünen-Instituts für Forstgenetik wurden der Altbaumbestand und das Saatgut beider Teilflächen genetisch analysiert, um die Frage zu beantworten, inwieweit eine derartige waldbauliche Behandlung die genetische Qualität des geernteten Saatgutes erhöhen kann.

Eine umfassende Beschreibung des Bestandes und der Versuchsmethodik findet sich in Eusemann et al. [4].

### Auswirkungen der waldbaulichen Behandlung auf die genetische Zusammensetzung des Saatguts

Die Reduktion des Bestandes auf die besten Bäume bewirkt wie erwartet eine unmittelbare Erhöhung des Anteils an Saatgut dieser hochwertigen Bäume an der gesamten Ernte (Abb. 2). Der Anteil eigener Bucheckern pro beerntetem Baum beträgt auf der durchforsteten Fläche etwa 83 %. Der immer noch relativ hohe Anteil von 17 % Bucheckern, die nicht vom Zielbaum stammen, geht überwiegend auf benachbarte Bäume hoher Qualität zurück.

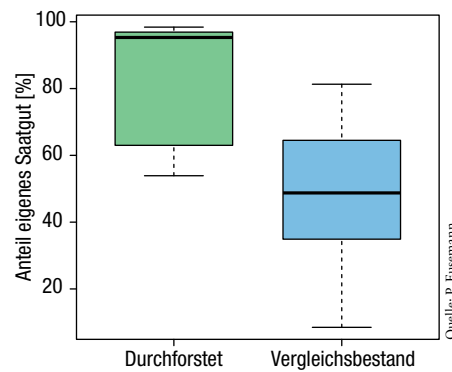


Abb. 2: Anteil Saatgut hochwertiger Mutterbäume an der Ernte im durchforsteten und im Vergleichsbestand

Bezogen auf die Gesamternte stammen 90 % des im durchforsteten Bestand geernteten Saatgutes von den hochwertigen Bäumen dieser Fläche. Die verbleibenden 10 % stammen von Bäumen der benachbarten Vergleichsfläche und wurden unter Bäumen nahe der Grenze zwischen den beiden Bestandesteilen gesammelt. Im Mittel sind dem Saatgut des Zielbaumes Bucheckern von fünf weiteren Mutterbäumen beigemischt. Im Vergleichsbestand stammt das unter einem Baum geerntete Saatgut im Mittel zu lediglich 48 % vom beernteten Zielbaum, die restlichen Bucheckern stammen im Durchschnitt von 25 benachbarten Mutterbäumen. Die ermittelten Ausbreitungsdistanzen der Bucheckern geben Auskunft darüber, wie weit mit einem Eintrag von Fremdsaatgut in einen Erntebestand hinein zu rechnen ist. Der Großteil des Saatgutes (64 %) fällt mit maximal 5 m im Bereich der Kronentraufe zu Boden. Sogar 98 % aller Bucheckern sind innerhalb eines Umkreises von 20 m um den Mutterbaum zu finden. Lediglich 0,2 % breiten sich weiter als 30 m

von ihrem Mutterbaum aus. Dieses Ergebnis zeigt, dass eine individuelle Beerntung ausgewählter Bäume in konventionellen Erntebeständen nicht sinnvoll ist und eine Beerntung von Bäumen am Rand eines Erntebestandes zur Beimischung unerwünschten Saatguts führen kann.

Anders verhält es sich mit dem Pollen. Bereits im Vergleichsbestand mit Kronenschluss stammt 44 % des nachgewiesenen Pollens von Buchen außerhalb des Erntebestandes. Durch die Auflichtung im Zuge der selektiven Durchforstung steigt dieser Anteil sogar auf 81 %. Der Effekt wird besonders deutlich, wenn man sich die Ausbreitungsdistanzen des Pollens ansieht (Abb. 3). Trotz der Fähigkeit des Pollens zu weiträumiger Ausbreitung findet im Vergleichsbestand 72 % der Bestäubung im Nahbereich bis 50 m statt. Die Reduktion der Dichte im durchforsteten Bestand verdoppelt diesen Wert: hier erfolgt 77 % der Bestäubung in einer Entfernung bis 100 m. Auch Bäume bester Qualität in einem Erntebestand können nur Saatgut durchschnittlicher Qualität produzieren, wenn sie von Bäumen minderer Qualität bestäubt werden. Eine ausreichende Bestandsdichte mit Kronenschluss stellt somit eine wichtige Bedingung dar, um den Polleneintrag von außen zu reduzieren und die Qualität des gewonnenen Saatguts sicherzustellen. Eine Reduktion des Bestandes auf die besten Bäume wird nur dann zur Erhöhung der Saatgutqualität führen, wenn gleichzeitig eine geschlossene Bestandsstruktur erhalten bleibt.

Deutlich ist auch der Einfluss der Durchforstung auf die genetische Diversität. Der Verlust genetischer Vielfalt, hier gemessen an der Zahl der insgesamt vorhandenen Varianten der untersuchten genetischen Marker, zwischen dem durchforsteten

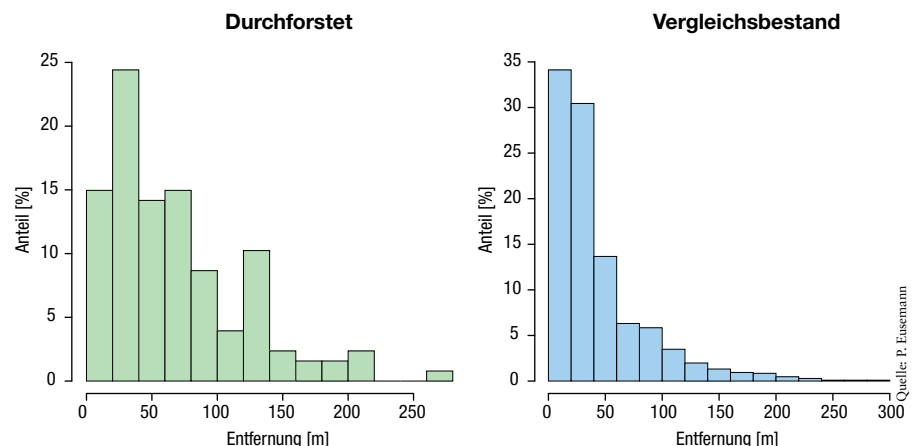


Abb. 3: Ausbreitungsdistanzen von Pollen im durchforsteten und im Vergleichsbestand

und dem Vergleichsbestand beträgt 43 % (Abb. 4). Weil die maximal mögliche genetische Diversität direkt mit der Anzahl an Bäumen im Bestand verknüpft ist, lässt sich dieses Problem lösen, indem die Stammzahl im Erntebestand möglichst hoch gehalten wird. Abb. 4 zeigt, wie sich die genetische Diversität des Bestandes schon durch eine moderate Erhöhung der auf der Fläche verbleibenden Bäume erhöht und dem ursprünglichen Wert vor Durchforstung annähert.

### Erhöhung der Saatgutqualität durch angepasste Bewirtschaftung

Die Untersuchung des beschriebenen Modellbestandes und dem Vergleich der zwei Extremvarianten (a) konsequente Entfernung sämtlicher qualitativ mangelhafter Bäume und (b) kein lenkender Eingriff in die Bestandsstruktur ermöglicht eine Bewertung der Saatgutqualität in konventionell bewirtschafteten Erntebeständen und erlaubt die Ableitung einer Empfehlung für die Optimierung der Saatgutqualität. Dabei ist es möglich, die Anforderungen an ein hohes Potenzial in Bezug auf die Wuchsleistung und Qualität einerseits und

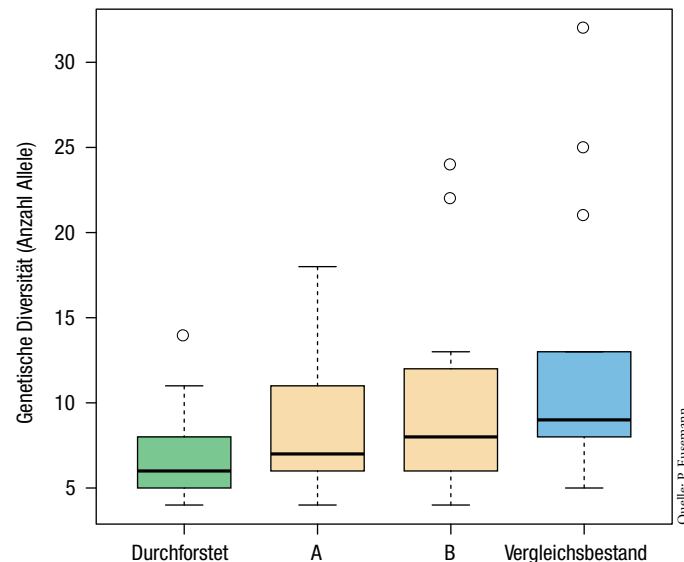


Abb. 4: Abhängigkeit der genetischen Diversität von der Bestandsgröße. Von links: durchforstete Fläche (27 Bäume); sämtliche hochwertigen Bäume der Gesamtfläche (A, 81 Bäume); sämtliche hochwertigen und Ersatzbäume der Gesamtfläche (B, 141 Bäume); Gesamtbaumbestand der Vergleichsfläche (452 Bäume)

auf ein hohes Anpassungspotenzial durch große genetische Vielfalt andererseits zu vereinen, wenn drei zentrale Voraussetzungen erfüllt werden. Diese umfassen:

- Gewinnung von Saatgut möglichst nur von ausgewählten Qualitätsbäumen,
- Minimierung von Fremdpolleneintrag in den Erntebestand,
- Erhalt eines möglichst großen Genpools.

Ein Verlust anpassungsrelevanter Genvarianten durch die Selektion nach Qualität ist nicht zu befürchten. Da die Vitalität als wichtiger Faktor in die Qualitätsbewertung eingeht, wird hierdurch auch die Resistenz gegen Schädlinge, Krankheiten und Umweltstress indirekt einbezogen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass bei ausreichender Bestandesdichte zusätzlich zum Saatgut des Zielbaumes auch Bucheckern benachbarter Mutterbäume eingesammelt werden und so die genetische Vielfalt des Saatgutes erhöht wird. Eine Beerntung von 20 gleichmäßig verteilten Bäumen in einem Bestand mit der Größe, Dichte und Struktur des vorgestellten Vergleichsbestandes liefert Saatgut von etwa 500 Mutterbäumen und umgeht so das Risiko einer genetischen Verarmung aufgrund zu geringer Elternzahlen.

*Konkrete Möglichkeiten zur Umsetzung in der Praxis sowie eine Diskussion der wirtschaftlichen Aspekte finden sich im Beitrag „Bereitstellung von genetisch hochwertigem Vermehrungsgut“ in dieser Ausgabe.*

### Literaturhinweise:

- [1] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – BLE (2018): Versorgungsbilanz für forstliches Saatgut. [https://www.ble.de/DE/Themen/Wald-Holz/Forstliches-Vermehrungsgut/forstliches-vermehrungsgut\\_node.html](https://www.ble.de/DE/Themen/Wald-Holz/Forstliches-Vermehrungsgut/forstliches-vermehrungsgut_node.html) (aufgerufen am 29.06.2018). [2] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – BMEL (2016): Ergebnisse der Bundeswaldinventur 2012. [3] DOUNAVI, K. D.; STEINER, W.; MAURER, W. D. (2002): Effects of Different Silvicultural Treatments on the Genetic Structure of European Beech Populations (*Fagus sylvatica* L.). In: GADOW, K.; NAGEL, J.; SABOROWSKI, J. (eds): Continuous Cover Forestry, vol 4. Managing Forest Ecosystems. Springer Netherlands, pp 81–90 [4] EUSEMANN, P.; PREUSS, A.; LIESEBACH, M.; LIESEBACH, H. (2017): Optimierte Saatgutqualität durch einzelbaumweise Beerntung – Eine Untersuchung an Buche (*Fagus sylvatica* L.). Forstarchiv 88: 17–23. [5] FINKELDEY, R.; ZIEHE, M. (2004): Genetic implications of silvicultural regimes. Forest Ecology and Management 197: 231–244. [6] KONNERT, M.; HOSIUS, B.; HUSSENDÖRFER, E. (2007): Genetische Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen – Ergebnisse, Stand und Forschungsbedarf. Forst und Holz 62: 8–14. [7] SEBBENI, A. M.; DEGEN, B.; AZEVEDO, V. C. R.; SILVA, M. B.; DE LACERDA, A. E. B.; CIAMPI, A. Y.; KANASHIRO, M.; CARNEIRO, F. S.; THOMPSON, I.; LOVELESS, M. D. (2008): Modelling the long-term impacts of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. Forest Ecology and Management 254: 335–349. [8] ThüringenForst (2018): Wird Saat- und Pflanzgut bald zum Engpass? AFZ-DerWald 73 (7): 5.

Dr. Pascal Eusemann, pascal.eusemann@thuenen.de, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Thünen-Institut für Forstgenetik.

Dr. Mirko Liesebach leitet den Arbeitsbereich Herkunfts- und Züchtungsforschung und Dr. Heike Liesebach den Arbeitsbereich Ökologische Genetik am Thünen-Institut für Forstgenetik.

Andreas Preuß ist Leiter der Forsts Saatgutberatungsstelle (fsb) Oerrel.

Das Projekt wurde über den Waldklimafonds durch das Bundeslandwirtschaftsministerium (BMEL) und das Bundesumweltministerium (BMU) gefördert.

