
Neuer Züchtungsansatz zur Anlage leistungsfähiger Saatguterntebestände von Roteiche

Randolf Schirmer

Schlüsselwörter: Roteiche, Züchtung, Nachkommenschaftsprüfung, Saatguterntebestand

Zusammenfassung: Die gestiegene Nachfrage nach Holz stellt die Forstwirtschaft vor die Herausforderung, alle Möglichkeiten der Ertragssteigerung auszuschöpfen. Züchtung bietet in diesem Zusammenhang die Chance, bis zu 20% höhere Wertleistungen durch konsequente Auswahl überdurchschnittlicher Elternbäume sowie Prüfung und Selektion der besten Nachkommenschaften zu erzielen. Das ASP setzt diesen Züchtungsansatz derzeit bei Roteiche um, da diese Baumart neben hohen Wuchsleistungen auch im Klimawandel eine wichtige Ergänzung der heimischen Baumartenpalette darstellt.

Nachkommenschaftsprüfungen (NKP) sind Versuchsanbauten einer Baumart mit dem Ziel, Vermehrungsgut mit verbesserten Qualitätseigenschaften und höheren Wuchsleistungen bereitstellen zu können. Vor dem Hintergrund steigender Nachfrage nach Holz sind Nachkommenschaftsprüfungen eine an Bedeutung zunehmende Chance, die Ertragsleistung von Wäldern zu erhöhen. In NKP werden die Nachkommen von nach dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) zugelassenen Erntebeständen und Samenplantagen verglichen, um zu sehen, inwieweit überdurchschnittlich gute phänotypische Eigenschaften genetisch bedingt sind und somit an die nächste Generation weitervererbt werden. Als Ergebnis einer Nachkommenschaftsprüfung können Erntebestände in der FoVG-Kategorie »geprüft« zugelassen werden, wenn ihre Nachkommen einen nachgewiesen erblich bedingten, verbesserten Anbauwert besitzen. Durch die Verwendung von Saatgut der Kategorie »geprüft« kann eine um 10–15% höhere Wertleistung im Vergleich zu Saatgut der Kategorie »ausgewählt« erzielt werden.

Zusätzlich zu der Zulassung von Beständen in der Kategorie »geprüft« können nach Abschluss der Versuchsauswertungen die weniger leistungsfähigen Nachkommenschaften aus dem Prüfanbau entfernt werden. Ab dem Erreichen des Mindestalters kann die Fläche dann

als Erntebestand zugelassen und regulär forstlich bewirtschaftet werden.

Nachfolgend wird eine neue Variante der Nachkommenschaftsprüfung am Beispiel der Roteiche beschrieben, mit der in kürzeren Zeiträumen eine Steigerung der Wertleistung erzielt werden kann.

Bedeutung der Roteiche

Die Roteiche zeigt im Vergleich zu heimischen Eichenarten eine um 20–50% höhere Wuchsleistung im Alter bis 100 Jahre (Nagel 2011; Mayer 1984). Vor dem Hintergrund der Energiewende und der damit verbundenen steigenden Nachfrage nach Rohholz wird diese Baumart daher an Bedeutung gewinnen. Bundesweit steigt der Anteil des geernteten Roteichensaatguts am Gesamternteaufkommen aller drei Eichenarten seit Jahren kontinuierlich an und liegt derzeit bei knapp 20%.

Roteiche bietet die Möglichkeit, in einer der Fichte vergleichbaren Umtriebszeit von 80–100 Jahren qualitativ hochwertiges Holz zu produzieren. Die deutlich geringere Neigung zur Wasserreiserbildung als bei Stieleiche bietet die Voraussetzung zur Furnierholzproduktion.

Roteichen wachsen am besten in warmen Lagen mit hohen Niederschlägen. Ihre Sturmfestigkeit ist ausgeprägt. Sie weisen eine sehr breite standörtliche Amplitude auf und kommen mit steigenden Temperaturen gut zurecht, sofern die Niederschläge nicht sinken (Klemmt 2013). Die Roteiche gewinnt daher unter den Bedingungen des Klimawandels als zusätzliche Mischbaumart an Bedeutung.

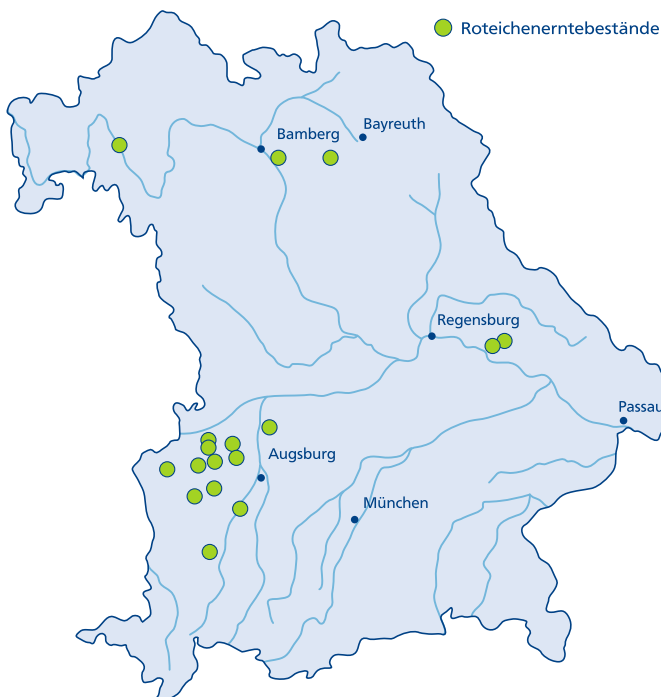
Zustand der Zulassungsbestände

Die Roteichenbestände in Bayern sind unbekannter Herkunft und qualitativ überwiegend unbefriedigend. Auch die zugelassenen Erntebestände dieser Baumart sind meist nur von mittlerer Qualität. Es sind vorrangig Kleinbestände von unter einem Hektar im Alter 60–100 Jahre, die oft horstweise in andere führende Baumarten eingemischt sind. Eine wirtschaftliche Beerntung ist in diesen Beständen schwierig. Es ist daher notwendig, die Versorgungsmöglichkeiten mit höherwertigem Saatgut durch Züchtung zu verbessern.

Das ASP hat als ersten Schritt die Anzahl der zugelassenen Erntebestände für Roteiche im Zuge der Revision in den letzten Jahren etwa um ein Drittel auf aktuell 18 Bestände mit einer Baumartenfläche von 17,7 ha reduziert. Alle Bestände, die die nach dem Forstvermehrungsgutgesetz vorgeschriebenen Mindestkriterien nicht mehr erfüllt haben, wurden aus der Zulassung genommen. Zwei Drittel der verbliebenen Bestände liegen im Staatswald, schwerpunktmäßig in Schwaben (Abbildung 1).

Als zweiter Schritt ist die gezielte Anlage von Saatgutbeständen aus Nachkommen überdurchschnittlich guter Einzelbäume bzw. der Aufbau von Samenplantagen geplant.

Abbildung 1: Lage der zugelassenen Erntebestände von Roteiche in Bayern



Beerntungssituation

Der Großteil des regelmäßig in Bayern geernteten Roteichensaatguts stammt aus einem Bestand im Großprivatwald. Er ist nur von mittlerer Qualität. Die Mehrzahl der anderen Zulassungsbestände wurden bislang noch nie beerntet.

Im Zeitraum 2003–2009 erfolgte die Saatgutgewinnung ausschließlich in sechs Beständen. Von den 2.817 kg gewonnenen Roteicheln kamen 1.700 kg aus dem genannten Großprivatwaldbestand.

Vorgehensweise bei der Nachkommenschaftsprüfung

Innerhalb der Roteichenbestände treten bei gleichen Standortbedingungen teilweise deutliche Qualitätsunterschiede zwischen Einzelbäumen auf. Sie lassen auf eine hohe genetische Variation innerhalb des Bestands schließen. In einigen Regionen gibt es Roteichenvorkommen mit qualitativ herausragenden Einzelbäumen, die sich sehr gut für die Auswahl als Plusbaum in einem Zuchtprogramm eignen (Abbildung 2). Die Plusbaumauswahl ermöglicht die Ausnutzung der Variabilität innerhalb von Beständen.

Zwischen den Beständen sind keine ausgeprägten Qualitätsunterschiede erkennbar. Daher ist eine Nachkommenschaftsprüfung von Beständen keine Option. Außerdem ist eine Prüfung der Nachkommen von Beständen mit vielen Individuen unzureichender Qualität nicht zielführend.

Um in einem überschaubaren Zeitraum zu verwertbaren Ergebnissen für die Praxis zu kommen, wird daher abweichend von der bisherigen Vorgehensweise eine Nachkommenschaftsprüfung ausschließlich von hochwertigen Einzelbäumen (Plusbäumen) durchgeführt. Bei Roteiche erscheint diese Vorgehensweise effizienter als die Prüfung von Beständen mit wahrscheinlich geringer genetischer Differenzierung. Zudem liegt der züchtungsbedingte Fortschritt bei Plusbaumprüfungen mit einer Steigerung der Wertleistung von ca. 20% über der von Bestandsprüfungen (Liesebach 2013). Weiterer Vorteil der Plusbaumprüfung ist, dass das Saatgut einem Mutterbaum zugeordnet werden kann und die zu prüfenden Nachkommen zumindest Halbgeschwister sind. Die Prüfung von Bestandsnachkommenschaften lässt dagegen wegen der nicht nachvollziehbaren Bestäubungsverhältnisse keine systematische Selektion zu.



Abbildung 2: Roteichenplusbaum im Landstroser Wald bei Offingen Foto: ASP

Der Züchtungsansatz zielt letztendlich darauf ab, die Nachkommenschaften genetisch überdurchschnittlich gut veranlagter Plusbäume in hochwertige Erntebestände bzw. in Roteichensämlingsplantagen zu überführen. Solche Plantagen gibt es in Deutschland bislang nicht.

Das ASP wählt derzeit geeignete Plusbäume in Bayern aus. Das Plusbaumkollektiv wird zusätzlich durch Bäume aus Baden-Württemberg, Thüringen und Rheinland-Pfalz ergänzt. Als Vergleichsmaßstab werden die Standardbestände nach FoVG in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen im Versuch beteiligt.

Vorauswahl potenzieller Plusbäume

Die Vorauswahl qualitativ hochwertiger Plusbaumwärter erfolgt in zugelassenen Erntebeständen bzw. in überdurchschnittlich guten Einzelbaumvorkommen des Herkunftsgebiets 81602. Um die Mutterbäume langfristig pflegen und erhalten zu können, werden diese Bäume vorrangig im öffentlichen Wald ausgewählt. Die Bäume werden mit GPS eingemessen und zunächst mit Markierungsband gekennzeichnet.

Die Plusbaumkandidaten werden nach Stammform und Beastung drei Qualitätsstufen (1 = hervorragend, 2 = sehr gut, 3 = gut) zugeordnet.

Die ausgewählten Bäume müssen mindestens 50 Jahre alt sein und überdurchschnittlichen Volumenzuwachs sowie besonders gute Qualitätseigenschaften aufweisen (z. B. Plusbaum in Abbildung 2). Geradschaftigkeit und Wipfelschäftigkeit sind Grundvoraussetzungen für die Aufnahme eines Baums in die Plusbaumdatei. Entscheidend für die Festlegung als Plusbaumkandidat sind Astigkeit und Verzweigungsform, da Steiläste und Hochzwiesel in den Beständen häufig vorkommen (Abbildung 3).

Steilast-, Zwieselbildung, Drehwüchsigkeit und Neigung zur Wasserreiserbildung schließen die Eignung als Plusbaum ebenso aus wie unruhige, rauhe Stammoberflächen. Da Roteichen sehr stark phototropisch reagieren, können Stammkrümmungen, die auf einseitige Belichtungsverhältnisse zurückzuführen sind, eine Eignung im Einzelfall nicht ausschließen. Um ausreichend Saatgut von einem Baum gewinnen zu können, sollten die Bäume möglichst große Kronen aufweisen.

Nach Abschluss der Vorauswahl werden die tatsächlich zur Beerntung vorgesehenen Plusbäume nach Qualität, räumlichem Abstand zu benachbarten, nicht als Plusbaum geeigneten Roteichen und bestandsbezogener bzw. regionaler Verteilung festgelegt. Vorrangig beerntet werden Bäume der Qualitätsstufe 1, die nicht in unmittelbarer Nähe zu anderen Roteichen stehen. Um eine Vermischung des Saatguts mit Nachbarbäumen nach Möglichkeit zu vermeiden, wurden durch die Forstbetriebe unmittelbar benachbarte Roteichen auf Bitte des ASP im Zuge der Bestandspflege bereits teilweise entnommen.

Zur Sicherstellung einer breiten genetischen Basis sollen die Erntebäume aus verschiedenen Beständen stammen. Statt vieler Bäume in wenigen Beständen sind wenige Bäume in möglichst zahlreichen, räumlich voneinander getrennten Vorkommen zu beernten. Werden mehrere Plusbäume in einem Bestand ausgewählt, sind zwischen ihnen mindestens zwei Baum-längen Abstand einzuhalten. Nur in überdurchschnittlich hochwertigen, homogenen Beständen bzw. Einzelvorkommen kann der Abstand der Plusbäume verringert werden.

Der Schwerpunkt bayerischer Roteichen-Plusbaumvorkommen liegt in Schwaben (Abbildung 4).



Abbildung 3: Roteiche mit Steilstamm und Hochzweisel (links), raue Stammoberfläche (rechts) Fotos: ASP



Abbildung 4: Schwerpunkte der bayerischen Plusbaumvorkommen in Schwaben und Unterfranken

Berntung der Plusbäume

Die Plusbaumvorauswahl ist abgeschlossen. Im Herbst 2014 erfolgt die Berntung der Plusbäume, sofern die Mast ausreicht. Die zu berntenden Bäume werden dauerhaft mit einem gelben Doppelring sowie einer Nummer markiert und kartenmäßig erfasst. Die Daten werden einzelbaumweise in der Plusbaumdatei gespeichert.

Für die Versuchsanlage werden 750 Pflanzen pro Erntebaum benötigt. Bei einer Pflanzenausbeute von 120 Pflanzen/kg Saatgut (Krüssmann 1997) werden von jedem Plusbaum etwa sechs bis sieben Kilogramm Eicheln benötigt. Dieser Ansatz deckt sich mit den praktischen Erfahrungen der ASP-Saatgutprüfstelle: Das 1.000-Korn-Gewicht der Roteiche beträgt ca. 5,0 (3,2–7,4) kg. In einem Kilogramm Saatgut sind somit etwa 200 (113–310) Eicheln für ungefähr 100 einjährige Sämlinge.

Bei nicht ausreichender Mast bzw. Ernteaussfällen durch Wildschweinflaß ist eine zusätzliche Berntung im Herbst 2015 geplant.

Als Ernteverfahren ist die Handsammlung ab der 3. Oktoberwoche vorgesehen. Netze werden aus Kostengründen nicht ausgelegt. Bei der Handsammlung ist auf die Zuordnung des Ernteguts zum Plusbaum zu achten.

Genetische Untersuchungen in einer Pilotstudie an Buche (Hasenkamp et al. 2011) zeigten, dass Saatgut im stammnahen Bereich unter einem Baum nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 63% diesem Mutterbaum zugeordnet werden kann. Ähnliche Werte sind für Eiche anzunehmen. Ein Züchtungsfortschritt mittels Nachkommenschaftsprüfung ist jedoch nur erzielbar, wenn zumindest der mütterliche Anteil im Saatgut zweifelsfrei von dem beernteten Plusbaum stammt. Die genetische Analyse der Nachkommenschaften eines Baums zur sicheren Zuordnung von Saatgut zu einem Mutterbaum ist mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden (750 Pflanzen \times 20 €/Pflanze = 15.000 €/Baum) und scheidet daher aus. Um das Risiko der Vermischung von Saatgut des Plusbaums mit dem von Nachbarbäumen zu verringern, wurden daher folgende Maßnahmen getroffen:

- Plusbäume wurden vorrangig in locker bestockten Bestandsbereichen bzw. in Bereichen mit Mischbaumarten ausgewählt, um einen ausreichenden Abstand zu benachbarten Roteichen zu gewährleisten.
- Im Rahmen der Durchforstung wurden im Winter 2013/14 Erntebäume in vielen Beständen in einem Radius von acht bis zehn Metern von benachbarten Roteichen freigestellt. Bei der Ernte wird der Abstand zur nächsten Roteiche erhoben. Plusbäume mit zu nahe stehenden Nachbarroteichen werden ggf. nicht in das Zuchtprogramm aufgenommen. Nur in Beständen mit einer überdurchschnittlich hohen Anzahl potenzieller Plusbäume wurde wegen der generell guten Veranlagung von einer Entnahme benachbarter Roteichen abgesehen.
- Bei sehr großkronigen Altbäumen mit hohem Saatgutaufkommen wird das Saatgut ausschließlich in Stammnähe eingesammelt. Die Sammlung beginnt direkt am Stammfuß und wird dann spiralförmig mit zunehmendem Abstand zum Baum fortgesetzt bis die Mindestmenge an Saatgut erreicht ist.
- Grundsätzlich kommt die Ernte auch mittels Baumsteigern oder Baumrüttlern in Betracht. Wegen der hohen Kosten und des engen Zeitfensters für die Beerntung im Herbst wird aber von dieser Maßnahme nur im Ausnahmefall Gebrauch gemacht.

Aussaat und Anzucht

Die Aussaat erfolgt getrennt nach Plusbäumen im ASP-Versuchsgarten Laufen. Bei der Aussaat wird auf weite Saatabstände geachtet, um die Nachkommenschaften im Rahmen von Frühtests bereits im Saatbeet bonitieren und ggf. eine Vorauswahl treffen zu können. Die Aussaat erfolgt im Sortiment 2 + 0 bzw. 2 + 1.

Versuchsflächenanlage und Selektionsschritte

Um genetisch bedingte Entwicklungsunterschiede zwischen den Nachkommenschaften statistisch abgesichert beurteilen und Ausfälle kompensieren zu können, ist die Anlage von vier Versuchsflächen vorgesehen. In der Anlagephase werden 80–100 Nachkommenschaften ausgepflanzt. Die 1,0–1,5 ha großen Versuchsflächen werden schwerpunktmäßig in Forstbetrieben angelegt, die Plusbäume zur Verfügung gestellt haben. Voraussetzung ist neben einem geeigneten Standort der Abstand von mindestens 500 m zu regulären Roteichenvorkommen.

Das Versuchsdesign wird so angelegt, dass die Versuchsflächen langfristig zu samenplantagenartig bewirtschafteten Erntebeständen mit 40 bis 50 der besten Genotypen fortentwickelt werden können. Aus diesem Grund wird mit kleinen Parzellen (4 \times 6 Pflanzen) und sechs statt der im forstlichen Versuchswesen üblichen drei Wiederholungen gearbeitet. Im Alter von 100 Jahren werden von sechs Wiederholungen nur noch zwei Wiederholungen mit jeweils einem Baum auf der Fläche verbleiben. Kleine Parzellengrößen und ein enger Pflanzverband (10.000 Stück/ha) stellen sicher, dass nach vollständiger Entnahme schlechter Nachkommenschaften größere Bestandslücken vermieden werden. Die hohe Zahl an Wiederholungen gewährleistet in der künftigen Plantage einen intensiven Pollenaustausch zwischen den Nachkommen der verschiedenen Plusbäume.

Der Züchtungsfortschritt im Prüfprogramm wird durch die Auswahl überdurchschnittlicher Mutterbäume, Bewertung der Nachkommenschaften und regelmäßige Selektionsschritte erzielt.

Die Selektion beruht auf der Bewertung der Einzelbaumabsaaten nach Höhe, Durchmesser und Qualitätskriterien in der Baumschule und auf der Versuchsfläche. Nachkommenschaften, die sich in der Baumschule

durch eine unzureichende Entwicklung auszeichnen, werden bereits in dieser Phase aus dem Prüfprogramm entnommen (Vorselektion). Auf der Prüffläche erfolgen dann weitere Selektionsschritte im Alter von zehn und 20 Jahren durch vollständige Entnahme signifikant unter dem Flächendurchschnitt liegender Plusbaumnachkommenschaften (1. Selektionsschritt zwischen den Familien). Es müssen mindestens 50 Nachkommenschaften langfristig erhalten bleiben.

In den verbleibenden Nachkommenschaften werden ab dem Alter 10 in zehnjährigen Intervallen schlecht veranlagte Einzelindividuen im Rahmen einer qualitätsorientierten Durchforstung entnommen (2. Selektionsschritt innerhalb der Familien). Im Alter von 50 Jahren verbleibt noch ein Baum je Parzelle.

Im höheren Alter wird der Bestand nach waldbaulichen Kriterien stark durchforstet, um einen kräftigen Kronenausbau zu erreichen. Ziel ist ein Saatguterntebestand in Form einer Samenplantage mit Bäumen, die Solitärcharakter aufweisen.

Nach Auswertung der Versuchsergebnisse werden die Versuchsflächen ab dem Alter 30 als Samenplantage der Kategorie »geprüft« zugelassen.

Ausblick

Die Nachkommenschaftsprüfung bei Roteiche wird in einem überschaubaren Zeitraum die Grundlage für die Gewinnung von höherwertigem als derzeit verfügbarem Saatgut schaffen. Durch Kombination einer wüchsigen Baumart mit an gesteigerter Wertleistung orientierter Selektion unternimmt das ASP einen Schritt, um in Zeiten steigender Holznachfrage optimiertes Vermehrungsgut für die Forstwirtschaft bereitzustellen.

Literatur

Mayer, H. (1984): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage, Fischer-Verlag, 3. Auflage, 504 S.

Nagel, J. (2011): Anbauwürdigkeit und Behandlung der Roteiche; Folienunterlagen zur LÖWE-Schulung der Nordwestdeutschen Forstl. Versuchsanstalt vom 7.7.2011 in Ankum. <http://ebookbrowse.net/nagel-r-v-roteiche-loewe-2011-ankum-pdf-d534031694>

Klemmt, H.-J.; Neubert, M.; Falk, W. (2013): Das Wachstum der Roteiche im Vergleich zu den heimischen Eichenarten; LWF aktuell 97, S. 28–31

Krüssman, G. (1997): Die Baumschule, 6. Auflage; Berlin: Parey, 982 S.

Liesebach, M.; Degen, B.; Grotehusmann, H.; Janssen, A.; Konert, 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, 68 S.

Hasenkamp, N.; Ziegenhagen, B.; Mengel, C.; Schulze, L.; Schmitt, H.-P.; Liepelt, S. (2011): Towards a DNA marker assisted seed source identification: a pilot study in European beech (*Fagus sylvatica* L.), *European Journal of Forest Research* 130, S. 513–519

Keywords: Red Oak (*Quercus rubra*), breeding, progeny evaluation, seed stands

Summary: The growing demand for wood challenges forestry to utilize all possibilities to increase yield. In this context, breeding offers the chance to achieve up to 20% more value-added solutions due to the consistent choice of above-average parent trees as well as the assessment and selection of their best progeny. Currently, the ASP implements this breeding approach with the red oak. Apart from its high growth performance, this tree species is also better equipped to deal with the effects of climate change. Thus it constitutes an important addition to the domestic tree species.
