

# Entwicklung eines Saatguterntekonzeptes für Stiel- und Trauben-Eiche

Development of a seed crop concept for pedunculate and sessile oak

*André Hardtke, Meik Meißner, Wilfried Steiner und Alwin Janßen*

## Zusammenfassung

Im Rahmen des Waldumbaus und dem sich abzeichnenden Klimawandel wird den Eichenarten für die Zukunft eine große Rolle zugeschrieben. Der zunehmende Rohstoffbedarf, bei abnehmender bewirtschafteter Waldfläche, steigert zusätzlich den Bedarf an hochwertigem Forstvermehrungsgut mit verbesserten Eigenschaften hinsichtlich Wuchsleistung, Qualität und Anpassungsfähigkeit.

Aktuell wird der Saatgutbedarf hauptsächlich über zugelassene Saatguterntebestände der Kategorie „Ausgewählt“ gedeckt. Bei der bestandesweisen Beerntung werden dabei auch phänotypisch unerwünschte Individuen beerntet. Die genetische Qualität des gewonnenen Vermehrungsgutes kann durch diese Erntemethode beeinträchtigt sein. Demgegenüber stehen die ausschließlich aus Plusbäumen aufgebauten Samenplantagen. Sie liefern hochwertiges Saatgut mit einer überdurchschnittlichen genetischen Diversität und Leistungsfähigkeit. Die Anlage von Samenplantagen ist jedoch mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Zudem kann über neue Samenplantagen erst mittel- bis langfristig ein höherer Anteil des Saatgutbedarfs gedeckt werden.

Als Ergänzung zu den Samenplantagen wird im Projekt „FitForClim“ ein Konzept zur Erhöhung der Saatgutqualität aus Saatguterntebeständen erarbeitet. Dieses sieht eine Einzelbaumbeerntung von phänotypisch hervorragenden Individuen und waldbauliche Maßnahmen vor. Im Frühjahr 2015 und 2016 wurden hierfür fünf Testbestände in Niedersachsen, Hessen und Brandenburg eingerichtet. Die Aufnahme von Lagekoordinaten sowie Leistungs- und Formparametern ermöglicht eine exakte Abbildung der qualitativen Verhältnisse der Bestände. An den Testbeständen werden verschiedene Ernteszenarien und waldbauliche Behandlungsmaßnahmen zur Steigerung der Saatgutqualität simuliert. Ziel ist die kurzfristige und kostengünstige Versorgung mit hochwertigem und genetisch diversem Eichen-Vermehrungsgut. Die Grundlagen des Konzeptes und einige Handlungsoptionen sollen hier dargestellt werden.

**Stichworte:** Eiche, Saatguterntebestände, Samenplantagen, FitForClim, genetische Qualität

## Abstract

Within the framework of forest restructuring and ongoing climate change, oak species may well play a greater role in the forests of the future. A growing demand for raw material, coupled with a shrinking commercial forest area, increases the need for high quality forest reproductive material with improved growth, quality and adaptive characteristics.

The supply of seeds is currently met mainly by certified seed harvest stands. However, with this stand-wise harvesting seeds from phenotypically undesirable trees are also collected. The genetic quality of the reproductive material can, therefore, be compromised by this method of harvesting. In contrast, seed orchards developed exclusively from plus-tree material provide high quality seeds with above average genetic diversity and productivity. Establishing new seed orchards is, however, time consuming and expensive, and they can only provide an increased seed supply in the mid – to – long term.

As a supplement to seed orchards, a concept to improve the seed quality from seed harvest stands is developed in the “FitForClim” project. This envisages the single-tree harvesting of phenotypically outstanding individuals. For this purpose, five test stands were established in Lower Saxony, Hesse and Brandenburg in the spring of 2015 and 2016. The positional coordinates, as well as productivity and form parameters are recorded, which makes an exact depiction of conditions in the stand possible. In the test stands, various harvest scenarios and silvicultural treatments for improving seed quality are simulated, with the goal of short-term and cost-effective provision of high quality, and genetically diverse, oak reproductive material. The basic principles of the concept and some treatment options are presented here.

**Keywords:** oak, seed harvesting stand, seed orchard, FitForClim, genetic quality

## 1 Einleitung

Seit 2014 läuft das deutschlandweite Projekt „FitForClim“ mit dem Ziel, hochwertiges Vermehrungsgut für den klima- und standortgerechten Wald der Zukunft bereitzustellen (MEIBNER et al. 2015). Innerhalb des Projektes soll die Forstpflanzenzüchtung unter anderem für die bei uns heimischen Eichenarten Stiel- und Trauben-Eiche intensiviert werden. Insbesondere sollen Plusbäume für den Aufbau zukünftiger Samenplantagen identifiziert und ihre Genetik gesichert werden. Zusätzlich zu der Plusbaumauswahl soll ein Saatguternte- und Bestandesbehandlungskonzept entwickelt werden. Erste Ansätze zum Konzept sind im Thünen Report 7 zu finden (LIESEBACH et al. 2013).

### 1.1 Aktuelle Situation der Eiche

Als Gewinner des Klimawandels werden vielfach die in Deutschland heimischen Baumarten Stiel- und Trauben-Eiche betrachtet (HANEWINDEL et al. 2013). KÖLLING (2007) vergleicht mit seinen Klimahüllen das Klima des natürlichen Verbreitungsgebietes einer Baumart mit dem gegenwärtigen und zukünftigen Klima in Deutschland und kommt zu dem Ergebnis, dass die Eichenarten auch mit zukünftig wärmeren Klimaten zurechtkommen werden. In Zukunft sind ebenfalls starke Arealverschiebungen für die meisten Baumarten zu erwarten. Jedoch zählen die Eichenarten zu den Arten, die am meisten von der Entwicklung profitieren (BRANG et al. 2008). So werden für die Trauben-Eiche 4 % und für die Stiel-Eiche 8 % Flächengewinn in den feucht-kalten bewaldeten Gebieten Deutschlands prognostiziert (KÖLLING u. ZIMMERMANN 2007).

In vielen Landesforsten findet eine Neuausrichtung der waldbaulichen Strategie statt. Seit einigen Jahren werden daher vermehrt Nadelholzbestände in stabilere Laubmischwälder umgebaut. Das niedersächsische Regierungsprogramm „Langfristige ökologische Waldentwicklung“ (LÖWE) legt eine Erhöhung des Laubbaumanteils in Mischwäldern von 37 % auf 65 % fest, an dem die Eiche ihren Anteil hat (NIEDERSÄCHSISCHE LANDESREGIERUNG 1991).

Auch in anderen Bundesländern wie z. B. Nordrhein-Westfalen sind Umbau- und Anpassungsstrategien veröffentlicht worden, in denen der Eiche eine größere Rolle zugetragen wird (MKULN 2015). Besonders zur Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen ist die Eiche eine interessante Möglichkeit (ASCHE et al. 2007).

Der Holzbedarf unserer Gesellschaft ist in den letzten Dekaden stark angestiegen und wird auch in Zukunft weiter steigen (MANTAU 2006, 2012). Demgegenüber steht eine Reduktion der bewirtschafteten Waldfläche durch Restriktionen und Flächenstilllegungen (BMU 2007). Der wirtschaftliche Druck auf die verblei-

benden Waldflächen ist dementsprechend groß. Soll bei gleichbleibender oder geringerer Anbaufläche die Holzversorgung nachhaltig gesichert sein, müssen leistungssteigernde Maßnahmen ergriffen werden (JANßEN u. RAU 2008, REICHWALDT 2012). Bei der künstlichen Verjüngung kommt hochwertigem Vermehrungsgut eine zentrale Bedeutung zu. Für den Umbau oder die Neuanlage von Beständen bedarf es in Zukunft noch größerer Mengen an leistungsfähigem Saatgut.

## 1.2 Quellen forstlichen Vermehrungsgutes

### 1.2.1 Saatguterntebestände

Forstliches Vermehrungsgut wird momentan hauptsächlich in Saatguterntebeständen der Kategorie „Ausgewählt“ gewonnen (BLE 2015). Im Forstvermehrungsgesetz (FoVG 2002) ist allgemein geregelt, dass Saatguterntebestände amtlich zugelassen sein müssen. Die Zulassungsvoraussetzungen sind im Detail in der Forstvermehrungsgut-Zulassungsverordnung (FoVZV 2002) geregelt, unter anderem werden Mindestfläche (Stiel-Eiche 0,5 ha, Trauben-Eiche 1,0 ha), Mindestalter (Eichenbestände 70 Jahre) und Mindestbaumzahlen (bei Eiche 40 für den Bestand, 20 für die Beerntung) genannt. Es finden sich aber keine Vorgaben, welche Bäume konkret in die Beerntung einbezogen werden. Das bedeutet, dass auch Individuen mit unbefriedigendem Phänotyp beerntet werden, wenn sie gut fruktifizieren (s. Abb. 1A und B).

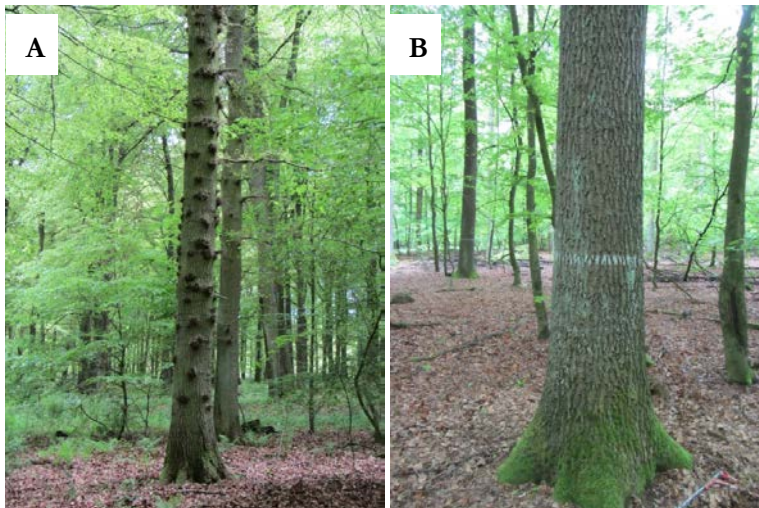


Abbildung 1: Eiche mit unbefriedigenden (A) und hervorragenden Schaftigenschaften (B) in einem nordhessischen Saatguterntebestand

Die Ernte erfolgt bei den Eichen fast ausschließlich von Hand. Nur selten kommen Schüttler oder Sauger zum Einsatz (PROQUERCUS 2010). Aufgrund der praxisüblichen Vergütung nach Gewicht werden die Individuen, die am stärksten fruktifizieren oder besonders großsamige Eicheln hervorbringen, bevorzugt beerntet. Beide Tatsachen können einen enormen Einfluss auf die genetische Qualität des Saatgutes haben und diese negativ beeinflussen. Bei einer repräsentativen Bestandesbeerntung sind keine gerichteten Abweichungen der genetischen Strukturen gegenüber dem Saatguterntebestand zu erwarten. Damit wird die Leistungsfähigkeit des Saatgutes dem des Elternbestandes entsprechen. Eine merkliche Leistungssteigerung kann daher nicht erwartet werden.

In Vergleichsprüfungen hat sich das Saatgut mancher Bestände als überdurchschnittlich gut veranlagt erwiesen, sodass diese Saatguterntebestände in der Kategorie „Geprüft“ zugelassen werden konnten. Es gibt aber nur wenige Bestände dieser Kategorie. Im Ganzen sind 0,35 % der Eichenbestände als geprüft zugelassen (BLE 2013).

### 1.2.2 Samenplantagen

Als weitere Quelle für forstliches Vermehrungsgut können die Samenplantagen genannt werden. Auf ihnen stehen Pfropflinge von Plusbäumen in mehrfacher Wiederholung. Samenplantagen stocken isoliert von Beständen gleicher Art. Dadurch wird der Polleneintrag von außen minimiert und nur die Individuen der Samenplantage können sich am Reproduktionsprozess beteiligen. Das Ergebnis ist hochwertiges Saatgut (Kategorie „Qualifiziert“ oder „Geprüft“) mit einer überlegenen Wuchsleistung und guten bis sehr guten Formeigenschaften (RAU 1998, GROTEHUSMANN u. SCHÖNFELDER 2011, GROTEHUSMANN 2014). Jedoch ist die Anlage von Samenplantagen mit einem erheblichen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. So vergehen von der vegetativen Vermehrung (Pfropfung) bis zur ersten lohnenden Ernte bei der Stiel-Eiche 15 und bei der Trauben-Eiche 20 Jahre (KLEINSCHMIT et al. 1975). Für die Anlage von einem Hektar Kiefersamenplantage werden 15.000 € (LINDGREN et al. 2015), für die Anlage mit Eiche sogar 20.000 € veranschlagt (REICHWALDT 2011). Auch der Pflegeaufwand ist enorm und verursacht besonders in den ersten Jahren hohe Kosten (STEINER 2012). Daher existieren für die beiden Eichenarten nur sehr wenige Plantagen. Bedingt durch die geringe Fläche tragen Samenplantagen zurzeit nur marginal zur Saatgutversorgung bei. Im Erntejahr 2013/2014 betrug der Anteil lediglich 0,3 % des Gesamtsaatgutaufkommens in Deutschland (BLE 2014).

## 2 Entwicklung eines Saatguterntekonzeptes

Samenplantagen können den derzeitigen Bedarf an hochwertigem Vermehrungsgut nicht kurz- und mittelfristig decken. Daher wird im Zuge des „FitForClim“-Projektes ein Konzept erarbeitet, dass die Gewinnung hochwertigen Saatguts aus vorhandenen Saatguterntebeständen ermöglicht sowie kurzfristig und kostengünstig realisiert werden kann.

### 2.1 Wissenschaftlicher Hintergrund

Die phänotypische Ausprägung von Bäumen wird durch das Zusammenspiel der Umweltbedingungen und der Erbanlagen (Genetik) gesteuert (GEBUREK 2004). Zwangsläufig findet sich die genetische Veranlagung der Elternbestände im Saatgut wieder. Schon MATTHÄI (1922) kommt in seinen Überlegungen zur waldbaulichen Bedeutung der Samenprovenienz zu einem ähnlichen Schluss. Einen phänotypischen Zusammenhang zwischen Mutterbäumen und deren Nachkommen konnte CIESLAR (1923) in dem ersten internationalen Stiel-Eichen-Herkunftsversuch nachweisen. Neuere genetische Untersuchungen unterstreichen diese Annahme: Phänotypische Merkmale wie Geradschaftigkeit, Drehwuchs und Steilastigkeit sind hoch vererblich (NANSON 2002). So werden Geradschaftigkeit und Drehwuchs zu 60 % und das Höhenwachstum immerhin noch zu 25 % von genetischen Faktoren beeinflusst (GEBUREK 2004).

Die Forstvermehrungsgut-Zulassungsverordnung (FoVZV) fordert zwar ebenfalls von den Saatguterntebeständen, dass sie in den relevanten „phänotypischen Merkmalen unter Berücksichtigung der normalen individuellen Variabilität ausreichend einheitlich“ sind. Dennoch ist die Variabilität innerhalb der Bestände bezüglich ihrer Qualität und Massenleistung z. T. sehr groß. Die Auswahl der zu beerntenden Bäume hat demnach einen erheblichen Einfluss auf die Saatgutqualität. Eine flächige Beerntung der Bestände ist daher für eine Steigerung der genetischen Qualität nicht zielführend.

### 2.2 Von der Bestandesbeerntung zur Beerntung des Einzelbaums

Als Kernstück sieht das Konzept die Beerntung der phänotypisch besten Bäume vor, die zuvor nach einheitlichen Kriterien der Vitalität, Wuchsleistung und Qualität ausgewählt wurden. Dadurch wird über den mütterlichen Beitrag die genetische Qualität des Saatgutes angehoben. Weitere Einflussfaktoren sind der Anteil an Fremdsamen unter den Erntebäumen und der Pollenbeitrag von Vererbern mit ungeeigneten Merkmalen. Waldbauliche Maßnahmen unterschiedlicher Intensität können hier ansetzen und die genetische Qualität des Saatgutes weiter verbessern. Bestände, die allein der Saatgutproduktion dienen, wären ein mögliches Ergebnis. Die Holzproduktion würde in solch reinen Saatguterntebeständen in den Hintergrund rücken. Das nach dem Konzept geerntete Saatgut lässt einen großen gene-

tischen Qualitätssprung und damit einen höheren Wertholzanteil und eine höhere Wuchsleistung in den Folgebeständen erwarten.

### 2.3 Behandlungsvarianten

Im Zuge der Konzeptbearbeitung wurden vier mögliche Behandlungsvarianten für Saatguterntebestände entwickelt, die über unterschiedliche Eingriffsintensitäten die genetische Qualität des geernteten Saatgutes beeinflussen sollen (HARDTKE et al. 2016). Die Varianten stellen den theoretischen Handlungsspielraum dar und werden einzeln evaluiert.

- In Variante 1 erfolgt die Ernte ausschließlich unter den im Vorfeld phänotypisch selektierten Einzelbäumen. Durch die benachbarten Bäume kann es im Randbereich der Erntebäume zu einer Durchmischung des Saatgutes kommen. Dies wird in Variante 1 toleriert, sodass keine waldbaulichen Maßnahmen erforderlich sind.
- In Variante 2 werden ebenfalls nur die im Vorfeld phänotypisch selektierten Einzelbäume beerntet. Jedoch wird eine Durchmischung mit Saatgut der Nachbarbäume nicht toleriert. Dies erfordert eine Freistellung der Samenbäume, sodass der Fremdsameneintrag minimiert ist.

Diese beiden Varianten zielen lediglich auf einen qualitätssteigernden Effekt auf der mütterlichen Seite. In den folgenden Varianten soll durch weiterführende waldbauliche Maßnahmen die genetische Qualität weiter gesteigert werden. Dies geschieht über die Entnahme von phänotypisch unerwünschten Individuen, um sie als Pollenspender auszuschließen.

- In Variante 3 werden in Erweiterung zu Variante 2 zusätzlich die schlechtesten Individuen entnommen. Diese können sich so nicht mehr als Pollenspender am Reproduktionsprozess beteiligen und die genetische Qualität des Saatgutes negativ beeinflussen.
- In Variante 4 verbleiben nur die im Vorfeld phänotypisch selektierten Bäume im Bestand. Alle anderen Individuen werden entfernt.

Die Eingriffsintensitäten nehmen von der ersten zur vierten Variante stark zu, jedoch lassen die Varianten mit hohen Eingriffsintensitäten das Saatgut mit der höchsten genetischen Qualität erwarten.

### 2.4 Testbestände

Für die Evaluierung der einzelnen Varianten wurden in Deutschland fünf Testbestände angelegt (s. Tab. 1).

Tabelle 1: Übersicht einzelner Testbestände (HARDTKE et al. 2016)

Bundesland	Forstamt	Baumart	Fläche [ha]	Begründungs- jahr
Brandenburg	Cottbus	Trauben-Eiche	20,8	1876
Hessen	Reinhardts- hagen	Stiel- und Trauben-Eiche	10,7	1900
Niedersachsen	Dassel	Stiel-Eiche	4,6	1897
Niedersachsen	Grünenplan	Trauben-Eiche	3,1	1895
Niedersachsen	Münden	Trauben-Eiche	5,4	1841

Die Testbestände unterscheiden sich hinsichtlich der Bestandesalter und dem Mischungsanteil der Buche. Bei dem Bestand in Brandenburg handelt es sich um einen Trauben-Eichen-Reinbestand. Innerhalb der Bestände wurden Testflächen mit einer Größe von 1,5 bis 3,0 Hektar angelegt. Auf den Testflächen wurden alle Eichen mit ihren exakten Positionen erfasst. An jeder Eiche wurden die Leistungsparameter Baumhöhe, Kronenansatz und Brusthöhendurchmesser (BHD) sowie die Formparameter Schnürigkeit, Zwieselwuchs, Steilastigkeit, Rosenbesatz, Wasserreiser und Drehwuchs erhoben. Zusätzlich wurden an vier Beständen die Kronenradien mit Hilfe eines Kronenspiegels aufgenommen.

## 2.5 Baumklassifizierung

Die aufgenommenen Leistungs- und Qualitätsparameter wurden für eine differenzierte Klassifizierung der Eichen in den Testbeständen genutzt (s. Abb. 2).

Die Vitalität ist Hauptausschlusskriterium und wird mit Hilfe des Kronenstrukturschlüssels für Alteichen bestimmt (AG DBF/LII-Kronenzustand). Bäume bis zur Kronenstrukturstufe 4 (Segment-Stadium) werden als ausreichend vital angesehen. Erfüllt ein Individuum die geforderte Vitalität nicht, wird es in die Stufe 5 eingeordnet. Eichen, die die erforderliche Vitalität aufweisen, werden bezüglich ihrer Massenleistung und Schnürigkeit in vier Gruppen aufgeteilt. Exemplare mit einer geringen Massenleistung und unschnürigem Stamm werden in Stufe 4 gruppiert. Ist eines der beiden Merkmale unzureichend ausgeprägt, wird der Baum in Stufe 3 eingeordnet. Individuen mit einer mindestens überdurchschnittlichen Massenleistung und einschnürigem Wuchs werden in die Stufe 2 eingeordnet. Zweischnürige Eichen mit einer weit überdurchschnittlichen Massenleistung werden in Stufe 1 gruppiert. Die Bäume der Stufen 1 und 2 werden mit Hilfe der weiteren Formparameter differenzierter bewertet. Jeder dieser Formparameter ist in 4 Abstufungen unterteilt. Dadurch kann ein Baum je nach Grad der Merkmals-



ausprägung bis zu 3 Minuspunkte sammeln. Abschließend werden die Punkte getrennt nach Formparametern gewichtet und zu einem Gesamtpunktstand verrechnet. Ein hoher Punktstand bedeutet ein schlechtes Abschneiden bei den Formparametern. Als Grenzwerte wurden für die Stufen 1 und 2 fünf bzw. elf Minuspunkte festgelegt. Überschreitet ein Baum die Punkteschwelle, wird er in die nächst schlechtere Stufe zurückgestuft.

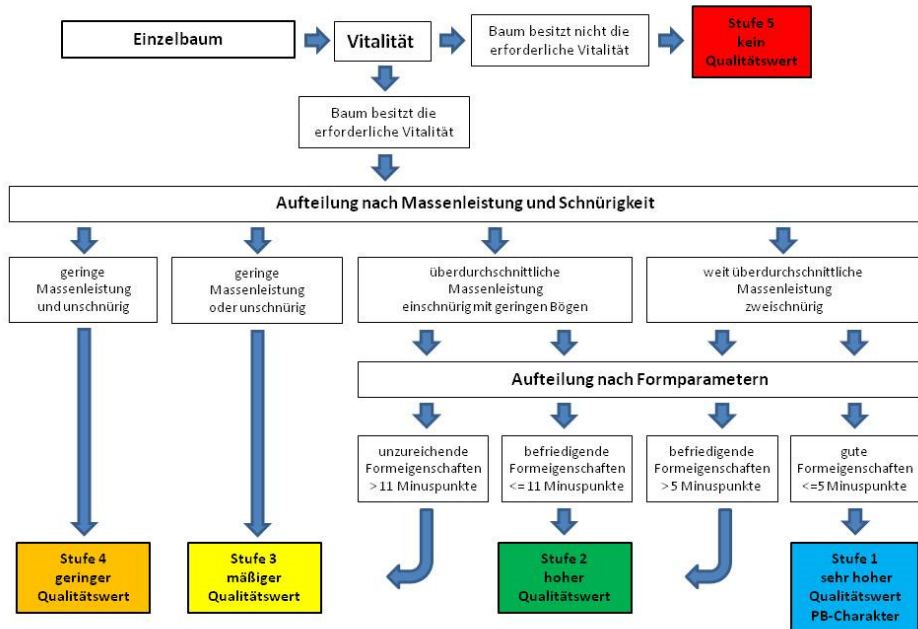


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Baumklassifizierung (HARDTKE et al. 2016)

Für eine einzelbaumweise Beerntung kommen nur Individuen der Stufen 1 und 2 in Frage. Alle übrigen Stufen sind für die Produktion von Forstvermehrungsgut aus genetischer Sicht ungeeignet oder sogar unerwünscht (s. Abb. 3).

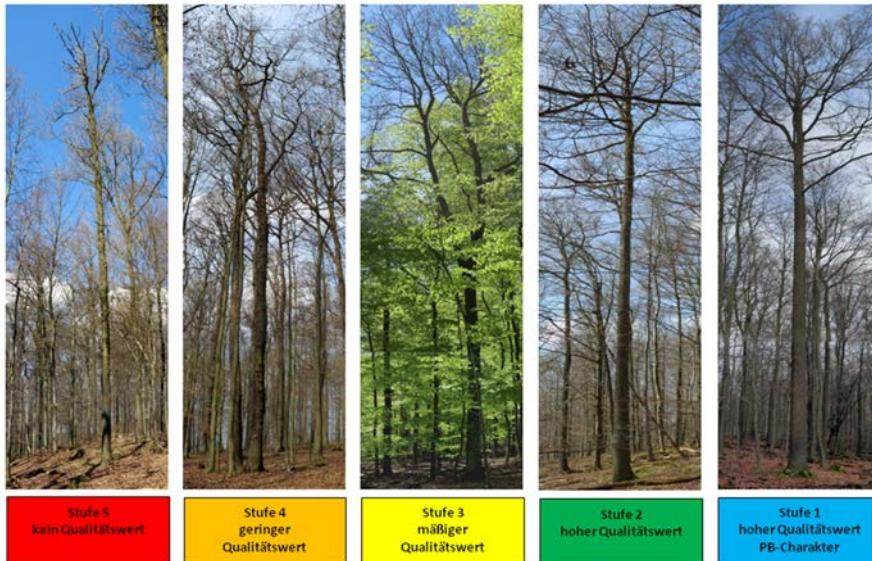


Abbildung 3: Beispiele der Baumklassifizierung (HARDTKE et al. 2016)

### 3 Erste Ergebnisse

Die in Kapitel 2 dargestellten Vorarbeiten und Grundzüge des Konzeptes sind die Basis für weitere Untersuchungen, Simulationen und Evaluierungen. Mit Hilfe der Lagekoordinaten und der Klassifizierung kann die vorliegende Struktur der Testbestände detailliert abgebildet werden (s. Abb. 4). Die digitalisierten Bestände können nun zum Testen der einzelnen Behandlungsvarianten genutzt werden.

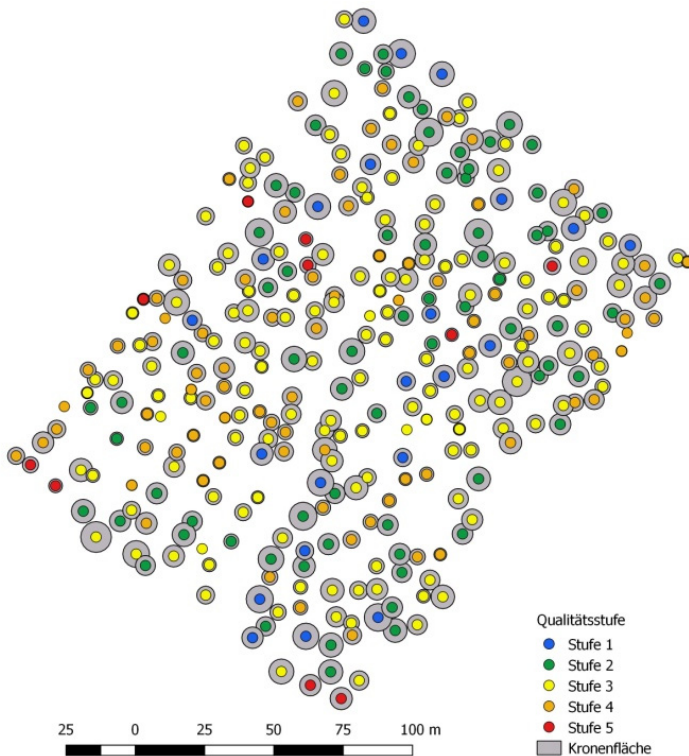


Abbildung 4: Lageplan aller Eichen, ihrer Kronenflächen und Klassifizierungsstufen im Testbestand Reinhardshagen (HARDTKE et al. 2016)

### 3.1 Variabilität der Saatguterntebestände

Im vorgestellten Konzept soll die Variabilität innerhalb der Saatguterntebestände bezüglich Leistung und Qualität für eine Steigerung der genetischen Qualität des geernteten Saatgutes genutzt werden. Die Quantifizierung der einzelnen Qualitätsstufen in Tabelle 2 belegt die große Variabilität. Nur wenige Bäume erfüllen die strengen Anforderungen der Stufe 1. Werden die Individuen der Stufen 1 und 2 als potenzielle Saatgutbäume betrachtet, sind lediglich bis zu 29 % der Bäume für die Saatgutproduktion geeignet. Auffallend ist der hohe Anteil an Bäumen der Stufe 4, die für die Produktion von hochwertigem Saatgut ungeeignet sind.

Tabelle 2: *Anteile der Qualitätsstufen auf den verschiedenen Versuchsflächen (HARDTKE et al. 2016)*

Qualitäts- wert	Cottbus	Reinhardshagen	Dassel	Grünenplan	Münden
	N = 280 [%]	N = 322 [%]	N = 229 [%]	N = 177 [%]	N = 140 [%]
Stufe 1	3	7	3	2	2
Stufe 2	18	22	18	10	18
Stufe 3	55	43	49	48	39
Stufe 4	19	25	27	30	39
Stufe 5	6	3	3	10	2

*N = Anzahl Bäume*

### 3.2 Qualitätsmodell

Für die Evaluation der einzelnen Varianten muss geklärt werden, welchen Mehrertrag an Leistung und Form die einzelnen Beerntungs- und Behandlungsszenarien liefern. Dazu wurde ein einfaches Qualitätsmodell unter der Annahme entwickelt, dass kein Pollen von außen in den Testbestand eingetragen wird und sich alle Individuen zu gleichen Anteilen am Reproduktionsprozess beteiligen. Bäume der Stufe 5 bleiben aufgrund der mangelhaften Vitalität unberücksichtigt.

Für die Eichen wird ein Mehrertrag von bis zu 10 % durch die Verwendung von Samenplantagenmaterial berichtet (KLEINSCHMITT et al. 1975). Bei einer Auswahl von Plusbaumbaumabsaaten der Stiel-Eiche konnte ein Mehrertrag von bis zu 12,4 % gegenüber Bestandesabsaaten ermittelt werden (VIDAKOVIC et al. 2000). Daher wird im hier verwendeten Qualitätsmodell ebenfalls von einem maximalen Zugewinn von 10 % bei Eltern der Stufe 1 ausgegangen. In Schritten von 5 % fallen die weiteren Stufen jeweils ab bis zu einem Wert von -5 % für Eltern der Stufe 4. Der Mehrertrag einer Beerntungs- und Behandlungsvariante setzt sich rechnerisch aus dem durchschnittlichen Wert der beteiligten (beernteten) Mütter und dem durchschnittlichen Wert des Väterkollektivs (alle verbleibenden Bäume des Bestandes) zusammen.

In Tabelle 3 sind die einzelnen Varianten und die daran beteiligten Mütter- und Väterkollektive aufgelistet. Die Varianten wurden um die Untervarianten erweitert, in denen entweder nur die Bäume der Stufe 1 oder die Bäume der Stufen 1 und 2 als potenzielle Erntebäume dienen. Variante 0 stellt die Beerntung des ganzen Bestandes dar. Bei Variante 1 werden die Beiträge der Stufen 3 und 4 in Klammern gesetzt oder in Tabelle 4 als „X“ ausgewiesen. Dies soll den unbekanntem Anteil des Fremdsamens verdeutlichen. Variante 4.3 stellt in etwa den Zustand auf Samenplantagen dar. Tabelle 4 gibt eine Übersicht über den qualitativen Zugewinn der einzelnen Behandlungsvarianten.

*Tabelle 3: Übersicht über die einzelnen Varianten und die daran beteiligten Mütter- und Väterkollektive sowie deren Qualitätsstufen*

Variante	mütterlicher Beitrag [Qualitätsstufen]	väterlicher Beitrag [Qualitätsstufen]
0	1+2+3+4	1+2+3+4
1.1	1+2+(3+4)	1+2+3+4
1.2	1+(3+4)	1+2+3+4
2.1	1+2	1+2+3+4
2.2	1	1+2+3+4
3.1	1+2	1+2+3
3.2	1	1+2+3
4.1	1+2	1+2
4.2	1	1+2
4.3	1	1

*Tabelle 4: Zugewinn bei einzelnen Beerntungs- und Behandlungsvarianten auf den verschiedenen Versuchsflächen*

Variante	Cottbus [%]	Reinhardshagen [%]	Dassel [%]	Grünenplan [%]	Münden [%]
0	0,30	0,54	-0,20	-0,88	-0,84
1.1	3,52-X	3,76-X	3,06-X	2,67-X	2,60-X
1.2	5,13-X	5,30-X	4,89-X	4,56-X	4,52-X
2.1	3,52	3,76	3,06	2,67	2,60
2.2	5,13	5,30	4,89	4,56	4,52
3.1	4,28	4,71	4,07	3,69	4,32
3.2	5,83	6,26	5,78	5,58	5,87
4.1	5,76	6,18	5,64	5,96	5,54
4.2	7,93	8,20	7,88	8,00	7,82
4.3	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

*X = nicht bekannter Beitrag durch Fremdsamen*

Die flächige Beerntung von Saatguterntebeständen zeigt in diesem Modell Werte nahe Null für den „Mehrgewinn“ (Durchschnitt: -0,22 %). Dies belegt, dass die angenommene Abstufung des Zugewinns für die Qualitätsstufen 1 und 4 plausibel ist und das Modell zwischen Variante 0 (klassische Bestandesbeerntung) und Variante 4 (vergleichbar Plusbaumabsaat bzw. Samenplantage) den nach der Literatur zu erwartenden Mehrgewinn von 10 % ausweist.

Die Modellberechnungen weisen für eine Beerntung auf Einzelbaumbasis in allen Beständen einen deutlichen Mehrgewinn gegenüber der klassischen Bestandesbeerntung aus. So liegt Variante 2.2 beim Mehrgewinn in etwa in der Mitte zwischen Bestandsernte und Samenplantagenabsaat. Durch Eingriffe in das Väterkollektiv kann der Mehrgewinn zusätzlich merklich gesteigert werden.

Erwähnenswert ist die Tatsache, dass die Beschränkung auf die besseren Mütter (nur Qualitätsstufe 1 gegenüber 1 und 2) bereits eine merkliche Qualitätssteigerung bei geringeren Eingriffsintensitäten bewirkt. So erreicht Variante 2.2 einen deutlich höheren Mehrgewinn gegenüber der Variante 3.1 mit dem Vorteil, dass man dazu nicht ca. 30 % der Bäume (Stufe 4) entnehmen muss. Ebenso ist die Variante 3.2 besser als die Variante 4.1, ohne dass die Pollenspender der Stufe 3 (ca. 45 %) aus dem Bestand entfernt werden müssen (vgl. Tab. 2). Zu klären wäre allerdings, ob die lineare Abstufung des Zugewinns mit den Qualitätsstufen gerechtfertigt ist oder ob die Unterschiede zwischen 1 und 2 eventuell geringer sind.

### 3.3 Systematische Eichelernte

Für die Varianten 2 bis 3 ist der Fremdsamenanteil unter den Samenbäumen von besonderer Bedeutung. Dieser entscheidet, ob eine Freistellung der Bäume nötig ist und in welchem Umfang sie erfolgen muss. Zur Klärung des Sachverhaltes wurde im Herbst 2015 unter einigen Eichen systematisch Saatgut gesammelt. Zu den nächsten drei Bäumen eines Erntebaumes wurden Transekte gelegt und die Strecke bis zum Kronentrauf in drei gleich lange Abschnitte unterteilt. In jedem Abschnitt wurden die nächsten zwölf Eicheln entlang des Transekts eingesammelt. Über DNA-Analysen wurde die Abstammung der Eicheln ermittelt.

Erwartungsgemäß ist der Fremdsamenanteil im inneren Kronenbereich am geringsten. In den äußeren Bereichen nimmt er zum Teil stark zu. Eine Minimierung des Fremdsamenanteils hätte ohne waldbauliche Eingriffe eine massive Reduktion der zu beerntenden Fläche zur Folge. Dies ist in der Praxis nicht durchführbar, weil die Erntemengen unter den Einzelbäumen und insgesamt in den Beständen dadurch sehr gering ausfallen würden. Soll die gesamte Kronenprojektionsfläche beerntet werden, ist eine Freistellung der Samenbäume zu empfehlen (s. Tab. 5). Der hohe Fremdsamenanteil bei Baum 2 dürfte mit einer niedrigeren Fruktifikationsrate des Erntebaumes zusammen hängen.

Tabelle 5: *Samenanteile und Erntefläche der Erntebäume in Abhängigkeit der einzelnen Teilflächen (N = 36 für jede Teilfläche)*

Baum	Teilfläche	Abstammung vom Erntebaum [%]	Erntefläche [m <sup>2</sup> ]
1	innerer Ring	91	9,7
1	mittlerer Ring	86	23,2
1	äußerer Ring	58	37,0
2	innerer Ring	31	9,1
2	mittlerer Ring	41	22,1
2	äußerer Ring	6	35,3
3	innerer Ring	94	6,1
3	mittlerer Ring	94	14,5
3	äußerer Ring	84	23,0

### 3.4 Ausgangssituation Saatguterntebestände

Für die Realisierbarkeit des Konzeptes ist die zur Verfügung stehende Anzahl an Saatguterntebeständen von entscheidender Bedeutung. Nur wenn genügend Saatguterntebestände vorhanden sind, kann über eine selektive Beerntung ausreichend Saatgut zur Verfügung gestellt werden. Aus diesem Grund wurden die zugelassenen Saatguterntebestände und die daraus gewonnenen Saatgutmengen der letzten 10 Jahre über die zuständigen Landesstellen ermittelt. Hierüber ist eine Aussage über das mögliche Potenzial einer selektiven Beerntung möglich. Beispielhaft sind die Anzahl und die Fläche aller beernteten Saatguternteeinheiten für die Trauben-Eiche in Hessen im Zeitraum 2004 bis 2014 dargestellt (s. Abb. 5). Als Referenz sind Anzahl und Gesamtfläche aller vorhandenen Zulassungseinheiten (Stand 2014) eingezeichnet. Es zeigt sich deutlich, dass in den einzelnen Erntejahren nur wenige der zur Verfügung stehenden Einheiten und Flächen beerntet worden sind. Insgesamt wurden nach Anzahl und Fläche nur etwa 10 % der verfügbaren Saatguterntebestände auch beerntet. Selbst wenn man bei Eiche nicht jährlich von einer Mast ausgehen kann, ist hier noch großes ungenutztes Nutzungspotenzial vorhanden. In den meisten anderen Bundesländern sieht die Situation ähnlich aus.

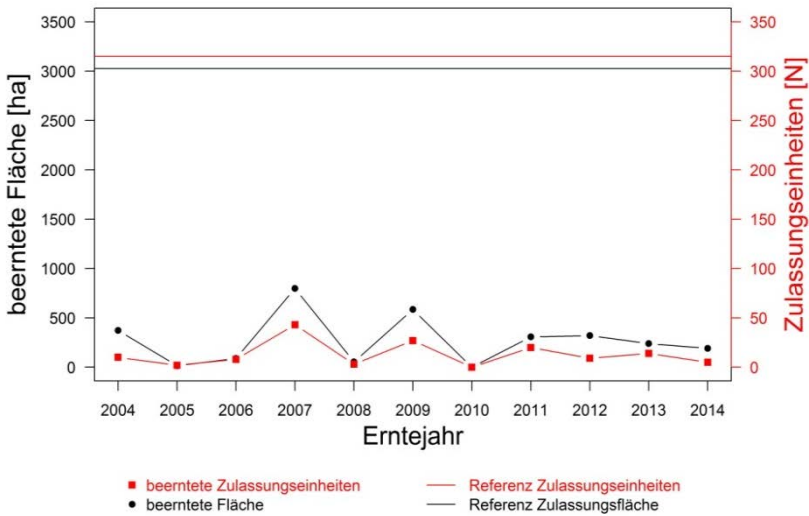


Abbildung 5: Nutzungsstatus von Saatguterntebeständen der Trauben-Eiche in Hessen. Die Referenz bezieht sich auf die gemeldeten Einheiten und Flächen aus dem Jahr 2014.

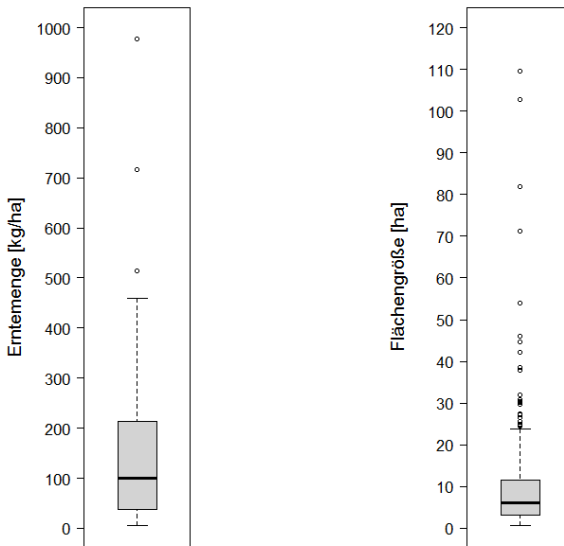


Abbildung 6: Durchschnittliche Saatgutmenge (links) einer Saatgutbestandesbeerntung bei der Trauben-Eiche und Flächengröße (rechts) der Trauben-Eichen-Saatguterntebestände in Hessen (Zeitraum 2004-2014)



Betrachtet man nur die durchgeführten Ernten und deren Ernteertrag in kg/ha (s. Abb. 6), so zeigt sich, dass im Mittel pro Hektar lediglich 100 kg Saatgut in den einzelnen Zulassungseinheiten geerntet werden. Selten werden Mengen von über 500 kg geerntet. Bei einer möglichen Erntemenge von bis zu 2.000 kg je Hektar (REICHWALDT 2011) ist auch hier die Kapazitätsgrenze bei weitem nicht erreicht. Dies kann auch darin begründet sein, dass die Ernteeinheiten eine zum Teil enorme Flächengröße aufweisen. Große Ernteeinheiten werden in der Regel nicht vollständig beerntet, sondern nur in Teilbereichen. Die angestrebte Erntemenge orientiert sich dabei am voraussichtlichen Bedarf. Selbst innerhalb der beernteten Saatguterntebestände ist Potenzial zur Erhöhung der Saatgutmenge vorhanden.

## 4 Ausblick

Zur vollständigen Bearbeitung des Konzeptes bedarf es noch weiterer Arbeiten. Diese sind notwendig, um der Forstpraxis ein wissenschaftlich fundiertes und in der Praxis erprobtes Beerntungs- und Behandlungskonzept vorlegen zu können.

### 4.1 Fremdsamenanteil bei Einzelbaumberntung

Eine systematische Eichelernte aus dem Jahr 2015 liefert erste Hinweise über die Notwendigkeit einer Freistellung der Samenbäume. Die Auswertung erfolgte jedoch nur an wenigen Individuen und bei einer guten Halbmast. Zur Evaluation der Ergebnisse bedarf es weiterer systematischer Ernten bei einer Vollmast. Um gesicherte Aussagen über den Freistellungsgrad tätigen zu können, sind ebenfalls weitere Saatgutuntersuchungen (DNA-Analysen) notwendig.

### 4.2 Auswirkungen auf die Genetik des Altbestandes und des Saatgutes

Waldbauliche Maßnahmen wie die Freistellung der Samenbäume und das Entfernen der schlechten Vererber stellen massive Eingriffe in die Genetik des Altbestandes dar. Auch die selektive Beerntung hat einen großen Einfluss auf die genetische Diversität des gewonnenen Saatgutes. Jedoch darf das Saatgut weder durch die selektive Beerntung noch durch die Umbaumaßnahmen größere Verluste an Diversität erfahren. Zur Klärung der Frage sind daher genetische Inventuren des Altbestandes und des Saatgutes notwendig. Mit Hilfe von DNA-Analysen kann die genetische Diversität der Testbestände bestimmt und die Auswirkungen der einzelnen Varianten ermittelt werden.

### 4.3 Bestäubungsverhältnisse

Zur Evaluierung der Varianten 3 und 4 sind die Bestäubungsverhältnisse innerhalb des Bestandes und von außen von besonderem Interesse. So entscheidet der

Pollenbeitrag von Bäumen der Qualitätsstufe 4 über die Effektivität der dritten Behandlungsvariante und der Polleneintrag von außen über den Nutzen der Varianten 3 und 4. Elternschaftsanalysen am Saatgut aus den Testbeständen werden Informationen hierzu liefern.

#### 4.4 Qualität des Saatgutes

Das Konzept beabsichtigt eine merkliche Steigerung der genetischen Qualität des Saatgutes. Zur Überprüfung des grundsätzlichen Konzeptes einer selektiven Beerntung von Einzelbäumen wurde im Oktober 2015 von 16 Einzelbäumen Saatgut gesammelt. Acht Saatgutpartien stammen von phänotypisch guten bis sehr guten Bäumen. Die übrigen acht Parteien stammen von Bäumen der Stufe 4. Das Saatgut wurde im Frühjahr 2016 ausgesät und wird für die Anlage einer Vergleichsprüfung verwendet. Der Vergleich von Einzelbaumabsaaten und weiteren Bestandesabsaaten soll qualitative Unterschiede im Saatgut und späteren Wuchsverhalten aufzeigen. Im Beobachtungsfokus liegen zuerst die Höhenwuchsleistung und zu einem späteren Zeitpunkt die Stamm- und Kronenausprägungen.

#### 4.5 Weitere Überlegungen

Neben den einzelnen Hauptpunkten, die es im Zuge des Konzeptes zu klären gilt, gibt es noch einige Unterpunkte die ebenfalls behandelt werden müssen.

##### 4.5.1 *Begrenzungen durch die Forstvermehrungsgut-Zulassungsverordnung*

Die FoVZV schreibt für die Eichen die Mindestzahl von 20 zu beerntenden Bäumen vor. Es bedarf daher einer Prüfung, in wie vielen Saatguterntebeständen das Konzept umsetzbar ist. Zusätzlich wäre zu prüfen, welche Vorschriftenänderungen oder Ausnahmeregelungen für eine Umsetzung des Konzeptes erforderlich wären. Interessant wären Regelungen, die eine Beerntung von weniger als 20 Bäumen unter der Auflage zulassen, dass solche Ernten mit denen anderer Bestände gemischt werden, um die Mindestbaumzahl zu erreichen.

##### 4.5.2 *Waldbanliche Konsequenzen*

Die einzelnen Behandlungsvarianten stellen zum Teil massive Eingriffe in den Altbestand dar. Diese Eingriffe haben Konsequenzen, die es zu berücksichtigen gilt. Unter keinen Umständen darf die Stabilität der Bestände durch biotische und abiotische Ursachen ernsthaft gefährdet werden. Bei der vorzeitigen Entnahme von nicht hiebsreifen Bäumen entstehen Zuwachseinbußen auf Bestandesebene. Gleichzeitig findet eine Entwertung des Verbleibenden Bestandes statt. Ebenfalls dürfen die Varianten die Beerntung durch starken Bodenbewuchs als Folge der

Durchforstung nicht negativ beeinträchtigen. Oder die Beerntbarkeit muss durch zusätzliche Maßnahmen zur Freihaltung der Erntebereiche gewährleistet werden.

#### 4.5.3 *Saatgutkosten, Kontroll- und Ernteaufwand, Folgekosten*

Das Saatgut aus einer selektiven Beerntung wird teurer sein als herkömmliches Saatgut. Dies ist bedingt durch einen erhöhten Kontroll- und Ernteaufwand. Die bessere genetische Qualität und die dadurch erreichbare verbesserte Wachstumsleistung, Stabilität und Anpassungsfähigkeit sowie der erhöhte Wertholzanteil in den Folgebeständen sollten im Interesse einer zukunftsfähigen Forstwirtschaft aber diesen Aufwand rechtfertigen.

## Literatur

- AG DBF/LII-Kronenzustand (2001): Kronenstrukturschlüssel für Alteichen. Arbeitsgemeinschaft Dauerbeobachtungsflächen / Level II – Kronenzustand des Bundes und der Länder, 130 S.
- ASCHE, N.; DAME, G.; GERTZ, M.; HEIN, F.; KREIENMEIER, U.; LEDER, B.; NAENDRUP, G.; SONDERMANN, P.; SPELSBERG, G.; STEMMER, M.; WAGNER, H. C.; FREIHERR V. WREDE E. (2007): Empfehlungen für die Wiederbewaldung der Orkanflächen in Nordrhein-Westfalen. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, 71 S.
- BLE (2013): Zusammenfassung über zugelassenes Ausgangsmaterial für forstliches Vermehrungsgut in der Bundesrepublik Deutschland (Stand:01.07.2013) – korrigierte Fassung. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). [http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02\\_Kontrolle/07\\_SaatUndPflanzgut/Ausgangsmaterial\\_Zusfassg.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/07_SaatUndPflanzgut/Ausgangsmaterial_Zusfassg.pdf?__blob=publicationFile) (abgerufen am 04.11.2016)
- BLE (2014): Erhebung zur Versorgungssituation von forstlichem Vermehrungsgut im Bundesgebiet. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. [http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02\\_Kontrolle/07\\_SaatUndPflanzgut/Ernte2013\\_2014.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/07_SaatUndPflanzgut/Ernte2013_2014.pdf?__blob=publicationFile) (abgerufen am 05.07.2016)
- BLE (2015): Versorgungsbilanz für forstliches Saatgut (Ernteaufkommen, Einfuhr, Ausfuhr). Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. [http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02\\_Kontrolle/07\\_SaatUndPflanzgut/Bilanz\\_2014\\_2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/07_SaatUndPflanzgut/Bilanz_2014_2015.pdf?__blob=publicationFile) (abgerufen am 05.07.2016)
- BMU (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), 180 S.
- BRANG, P.; BUGMANN, H.; BÜRGI, A.; MÜHLENTHALER, U.; RIGLING, A.; SCHWITTER, R. (2008): Klimawandel als waldbauliche Herausforderung. Schweiz. Zeitung für Forstwesen, 159 Jg., 10, 362-373
- CIESLAR, A. (1923): Untersuchungen über die wirtschaftliche Bedeutung der Herkunft des Saatgutes der Stieleiche. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 49, (4/6), 97-149
- FoVG (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002 (BGBl. I S. 1658), das zuletzt durch Artikel 414 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist. <https://www.gesetze-im-internet.de/fovg/BJNR16580002.html> (abgerufen am 05.07.2016)
- FoVZV (2002): Forstvermehrungsgut-Zulassungsverordnung vom 20. Dezember 2002 (BGBl. I S. 4721; 2003 I S. 50). <http://www.gesetze-im-internet.de/fovzv/BJNR47210002.html> (abgerufen am 05.07.2016)
- GEBUREK, T. (2004): Die Weitergabe genetischer Information - eine wichtige Komponente bei der Waldverjüngung. BFW-Praxisinformation, 4, 18-20

- GROTEHUSMANN, H. (2014): Prüfung von Fichten-Samenplantagen. AFZ/Der Wald, 69 Jg., 5, 6-9
- GROTEHUSMANN, H.; SCHÖNFELDER E. (2011): Comparison of French and sessile oak (*Quercus petraea* (Matt. Lieb.) provenances. *Silva Genetica*, 60 Jg., 5, 186-196
- HANEWINKEL, M.; CULLMANN, D. A.; SCHELHAAS, M. J.; NABUURS, G. J.; ZIMMERMANN, N. E. (2013): Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3, 203-207
- HARDTKE, A.; MEIßNER M.; STEINER, W.; JANßEN; A. AMMER, C. (2016): Entwicklung eines Behandlungs- und Bewirtschaftungskonzeptes für Saatgutbestände der Eichen. AFZ/Der Wald (eingereicht)
- JANßEN, A.; RAU, H. M. (2008): Leistungssteigerung durch klassische forstliche Züchtung. *Archiv f. Forstwesen u. Landschökol.*, 42 Jg., 3, 127-133
- KLEINSCHMIT, J.; OTTO, H.; SAUER, A. (1975): Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung von Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* und *Quercus petraea*). *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 146 Jg, 9, 157-166
- KÖLLING, C. (2007): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. AFZ/Der Wald, 62 Jg., 23, 1242-1245
- KÖLLING, C.; ZIMMERMANN L. (2007): Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. *Gefährstoffe – Reinhaltung der Luft*. 67 Jg., 6, 259-268
- LIESEBACH, M.; DEGEN, B.; GROTEHUSMANN, H.; JANßEN, A.; 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. Braunschweig, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Report 7, 78 S.
- LINGREN, D.; PRESCHER, F.; EL-KASSABY, Y.; ALMQVIST, C.; WENNSTRÖM, U. (2015): Considerations about life time and graft density of future Scots pine seed orchards. <http://slideplayer.com/slide/4308758/> (abgerufen am 28.01.2016)
- MANTAU, U. (2006): Kampf um den Rohstoff Holz trotz riesiger Potentiale? AFZ/Der Wald, 61 Jg., 3, 111-113
- MANTAU, U. (2012): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklung und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015. Hamburg,, 65 S.
- MATTHÄI (1922): Die waldbauliche Bedeutung der Samenprovenienz bei der Eiche. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 44 Jg. 12., 405-419
- MEIßNER, M.; JANßEN, A.; KONNERT, M.; LIESEBACH, M.; WOLF, H. (2015): Vermehrungsgut für den Klima- und standortgerechten Wald. AFZ/Der Wald, 70 Jg., 11, 24-26
- MKULNV (2015): Wald und Waldmanagement im Klimawandel. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2. Auflage, 64 S.
- NANSON, A. (2002): Natural regeneration seen from the genetic stand point. In: MEIER-DINKEL, A.; STEINER, W. (Hrsg.): *Forest Tree Breeding in an Ecologically Orientated Forest Management System*, Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 134, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 75-83
- NIEDERSÄCHSISCHE LANDESREGIERUNG (1991): Niedersächsisches Programm zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung in den Landesforsten, 24 S.
- PROQUERCUS (2010): Die Samenernte bei der Eiche. Merkblatt 02. ProQuercus (Hrsg.) 2. überarbeitete Auflage, 7 S.
- RAU, H.-M. (1998): Vermehrungsgut von Samenplantagen im Vergleich zu handelsüblichen Material. AFZ/Der Wald, 58 Jg., 8, 236-239
- REICHWALDT, G. (2011): Saatguternte im Bestand und in der Samenplantage sowie Saatgutkosten. In: FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE: Gülzower Fachgespräche Band 36, Tagungsband zum Workshop Forstpflanzenzüchtung am 7. Und 8. November 2011 in Berlin, 282 S.
- REICHWALDT, G. (2012): Verjüngungspraxis und nachhaltige Holzproduktion deutscher Wälder. AFZ/Der Wald, 67 Jg., 8, 11-18

- STEINER, W. (2012): Hochwertiges Vermehrungsgut durch züchterische Verbesserung: Ein Vergleich verschiedener Möglichkeiten am Beispiel der Roteiche (*Quercus rubra* L.). Forstarchiv, 83 Jg., 2, 85-92
- VIDAKOVIC, M.; KAJBA, D.; BOGDAN, S.; PODNAR, V.; BECAREVIC, J. (2000): Estimation of Genetic Gain in a Progeny Trial of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.). Glas. sum. Pokuse, 37, 375-381

Korrespondierender Autor:

André Hardtke  
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt  
Abteilung Waldgenressourcen  
Prof.-Oelkers-Str. 6  
D-34346 Hann. Münden  
andre.hardtke@nw-fva.de  
www.nw-fva.de  
www.fitforclim.de

Dr. Meik Meißner  
Dr. Wilfried Steiner  
Dr. Alwin Janßen  
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt