

Evaluierung verschiedener Saatguternte- und Behandlungsvarianten für Bestände der Stiel- und Trauben-Eiche

ANDRÉ HARDTKE, MEIK MEIßNER und WILFRIED STEINER

Zusammenfassung

Aktuelle und zukünftige Entwicklungen wie Klimawandel, Kalamitäten und gestiegene Nachfrage nach Eichensaatgut verdeutlichen die Notwendigkeit zur Erzeugung leistungsfähigeren Forstvermehrungsgutes. Saatgut aus zugelassenen Saatguterntebeständen besitzt die erwünschte Leistungsfähigkeit nur bedingt. Samenplantagen erfüllen die Anforderungen besser, tragen aber nur in geringem Maße zur Saatgutversorgung bei. Die Situation kann durch die Anlage neuer Samenplantagen nur mittelfristig verbessert werden. Im Projekt „FitForClim“ wurde daher nach Wegen gesucht, den Markt kurzfristig mit höherwertigem Vermehrungsgut zu versorgen. Dazu wurde ein Saatguterntekonzept erstellt, welches auf einer Einzelbaumberntung von phänotypisch hervorragenden Individuen basiert. Hierbei wurden waldbauliche Behandlungsvarianten für Erntebestände zur Verbesserung der Saatgutqualität erarbeitet und miteinander verglichen. In Saatguterntebeständen wurden Testflächen angelegt auf denen alle Bäume auf ihre Eignung als Saatguterntebäume geprüft und entsprechend ihrer Vitalität, Wuchsqualität und -leistung in Qualitätsstufen eingeteilt wurden.

In den Testbeständen wurde untersucht, wie hoch der Fremdsamenanteil bei Einzelbaumberntungen ist und wie sich die Behandlungsmaßnahmen auf die Bestände, die potentielle genetische Vielfalt des Saatguts und die Bestäubungssituation innerhalb der Testbestände auswirken. Zusätzlich wurde mit Hilfe eines Qualitätsmodells der theoretisch erzielbare Mehrgewinn an Leistung und Form bei unterschiedlichen Beerntungs- und Behandlungsvarianten abgeschätzt.

Abschließend wurden die einzelnen Varianten bezüglich ihrer praktischen Umsetzbarkeit, der realisierbaren Leistungssteigerung und der Auswirkung auf die genetische Vielfalt evaluiert. Der Forstpraxis werden hier für sie angepasste Beerntungs- und Behandlungsvarianten angeboten.

Schlüsselworte: Eichensaatgut, Einzelbaumberntung, Qualitätssteigerung, genetische Vielfalt

Abstract

Evaluation of different seed harvesting and treatment options for common oak and sessile oak.

Current and future developments illustrate the need to produce more high-quality forest reproductive material. Seeds from seed stands have only a limited potential to fulfill the requirements. Seed orchards meet the requirements, but contribute only slightly to the seed supply. The situation can only be improved in the medium term through the establishment of new seed orchards. The project „FitForClim“ aims to supply the market with higher quality propagation material in the short term. Thus, we developed a concept on how to improve seed quality by focusing seed harvests on phenotypically excellent trees coupled with the removal of low-quality trees. Four test sites were established on which every single oak trees' value for seed production was rated according to its vitality, growth performance and stem form quality.

On these test sites we analyzed the proportion of seed input from neighboring trees when only single high-quality trees are harvested. We implemented a model to estimate the effects of single tree harvesting and different intensity levels of silvicultural operations on the potential genetic diversity of the

seed and on the pollination situation. In addition, we applied another model to evaluate the potential gain in growth performance and stem quality through single tree harvest and silvicultural operations.

We ran ten different scenarios and evaluated them according to their potential to increase seed quality while maintaining a sufficient genetic diversity and their feasibility.

Keywords: oak seed, single tree harvest, quality improvement, genetic diversity

Einleitung

Das Klima in Mitteleuropa befindet sich im Wandel. Prognosen deuten darauf hin, dass die Sommermonate deutlich trockener und vor allem wärmer werden (IPCC 2014). Das begünstigt im besonderen Maße die heimischen Eichenarten, da diese im Vergleich zu anderen mitteleuropäischen Laubbaumarten deutlich unempfindlicher gegenüber Trockenstress sind (HANEWINKEL et al. 2013, METTE et al. 2013, BONFILS et al. 2015). Untersuchungen zeigen ebenfalls, dass sich das Verbreitungsgebiet der Eichen weiter vergrößern wird. Besonders in höheren Lagen wird die Eiche in Zukunft zunehmend waldbaulich interessanter werden (BRANG et al. 2008, JANDL et al. 2012, LEUCH et al. 2017). Während die auf Klimahüllen basierenden Areale der Fichte und Buche um 65 % bzw. 13 % abnehmen, nehmen die Areale der Stiel- und Trauben-Eiche um 8 % bzw. 2 % zu (KÖLLING & ZIMMERMANN 2007). Die klimatischen Verhältnisse in den Jahren 2018 und 2019 haben bereits jetzt zu massiven Schäden, besonders an Nadelholzbeständen geführt. Es sind viele Freiflächen entstanden, die wieder aufgeforstet werden müssen. Den Eichen wird daher schon heute eine besondere waldbauliche Rolle aufgetragen, sie wird für den Aufbau neuer klimastabilerer Bestände vermehrt benötigt.

Aktuell wird ein immer größer werdender Waldanteil mit Nutzungsrestriktionen belegt oder aus der Nutzung genommen. Zwei Drittel der Waldfläche Deutschlands sind bereits mit einem mehr oder weniger intensiven Schutzstatus belegt (POLLEY 2009). Bis 2020 sollen 5 % aller Waldflächen oder 10 % aus öffentlicher Hand gänzlich von der Nutzung ausgenommen sein (BMUB 2014). Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach Holz kontinuierlich an (MANTAU 2006, 2012). Daher müssen für die kontinuierliche nachhaltige Versorgung des Holzmarktes neu angelegte Bestände deutlich leistungsfähiger sein.

Der Phänotyp eines Baumes wird durch die Genetik und seine Umwelt bestimmt (ROHMEDER & SCHÖNBACH 1959). Während Leistungsparameter wie das Höhen- und Dickenwachstum bis zu 25 % von genetischen Faktoren abhängig sind, werden Drehwuchs und Geradschaftigkeit bis zu 60 % von der Genetik bestimmt (GEBUREK 2004). Die Ausführungen verdeutlichen, dass mit der genetischen Qualität des Saatgutes der Grundstein für den wirtschaftlichen Erfolg eines Bestandes gelegt wird.

Das Saatgut der Eichen wird hauptsächlich in zugelassenen Saatguterntebeständen gewonnen. Aktuell sind 9.672 ha Stiel-Eichenbestände und 30.296 ha Trauben-Eichenbestände für die Beerntung zugelassen (BLE 2013). Bei der üblichen flächigen Beerntung der Bestände kann jedoch eine Leistungssteigerung weitestgehend ausgeschlossen werden. Die Qualität des Saatgutes entspricht der des Bestandes. Als weitere Quelle können Samenplantagen genannt werden. Diese stellen Saatgut mit einem gesteigerten Leistungspotential und besseren Formeigenschaften bereit (GROTEHUSMANN und SCHÖNFELDER 2011). Mit insgesamt 38 ha Fläche tragen Samenplantagen jedoch nur gering zur Saatgutversorgung bei.

Im Rahmen des Verbundprojektes „FitForClim“ werden aktuell Plusbäume vegetativ vermehrt. Das genetische Potenzial dieser Plusbäume wird im Projekt „AdaptForClim“ in Klonarchiven gesichert. Später sollen mit ihnen neue Samenplantagen angelegt werden (MEISSNER et al. 2015). Die neu angelegten Samenplantagen werden jedoch frühestens in 15 Jahren den Markt mit leistungsfähigerem Saatgut versorgen. Um die Versorgungssituation auch kurzfristig verbessern zu können wurde in „FitForClim“ zusätzlich ein Konzept erarbeitet, welches die Möglichkeiten der Gewinnung von höherwertigem Vermehrungsgut aus zugelassenen Saatguterntebeständen analysiert.

Kern des Konzeptes ist die Beerntung von phänotypisch guten Einzelbäumen. Zusätzlich sollen waldbauliche Eingriffe die Saatgutqualität steigern.

Material und Methoden

Zu Beginn wurden fünf Testflächen in Saatguterntebeständen eingerichtet, um unterschiedliche Varianten für die Saatguternte und waldbauliche Behandlung zu erarbeiten und zu simulieren. Innerhalb der Testflächen wurden alle Bäume kartiert und bonitiert. Anschließend wurden die Bäume entsprechend ihrer Eignung als Erntebaum in fünf Qualitätsstufen eingeteilt (HARDTKE et al. 2016). Relevante Parameter für die Einteilung waren Vitalität, Wuchsleistung und Stammqualität.

Qualitätsstufen:

Stufe 1: weit überdurchschnittliche Bewertung bei allen drei Parametern

Stufe 2: überdurchschnittliche Leistungs- und Formeigenschaften

Stufe 3: durchschnittliche Leistungs- und Formeigenschaften

Stufe 4: unterdurchschnittliche Leistungs- und Formeigenschaften

Stufe 5: Individuen mit einer stark eingeschränkten Vitalität

Tabelle 1: Übersicht über die einzelnen Beerntungs- und Behandlungsvarianten

Variante	Beschreibung
0	Status quo – flächige Beerntung der Bestände
1.1	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufen 1 und 2, keine waldbaulichen Eingriffe, Fremdsameneintrag wird toleriert
1.2	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufe 1, keine waldbaulichen Eingriffe, Fremdsameneintrag wird toleriert
2.1	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufen 1 und 2, die Erntebäume werden frei gestellt, Fremdsameneintrag wird nicht toleriert
2.2	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufe 1, die Erntebäume werden frei gestellt, Fremdsameneintrag wird nicht toleriert
3.1	Beerntung Bäume mit Qualitätsstufen 1 und 2, die Erntebäume werden frei gestellt, zusätzlich werden die unterdurchschnittlich veranlagten Bäume entfernt, Fremdsameneintrag wird nicht toleriert, Pollenbeitrag der unterdurchschnittlichen Bäume wird minimiert
3.2	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufe 1, die Erntebäume werden frei gestellt, zusätzlich werden die unterdurchschnittlich veranlagten Bäume entfernt, Fremdsameneintrag wird nicht toleriert, Pollenbeitrag der unterdurchschnittlichen Bäume wird minimiert
4.1	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufen 1 und 2, die Erntebäume werden frei gestellt, zusätzlich werden die Bäume der Qualitätsstufen 3, 4 und 5 entfernt, Fremdsameneintrag wird nicht toleriert, Pollenbeitrag anderer Bäume wird minimiert
4.2	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufe 1, die Erntebäume werden frei gestellt, zusätzlich Bäume der Qualitätsstufen 3, 4 und 5 entfernt, Fremdsameneintrag wird nicht toleriert, Pollenbeitrag der anderen Bäume wird minimiert
4.3	Beerntung der Bäume mit Qualitätsstufe 1, alle anderen Individuen werden entfernt, Pollenbeitrag der Bäume mit Qualitätsstufen 2 bis 5 wird minimiert

Für die Erntebestände wurden Beerntungs- und Behandlungsvarianten erarbeitet, die den theoretischen Handlungsspielraum darlegen, um die Saatgutqualität zu verbessern. Die Varianten unterschieden sich

hinsichtlich der zu beerntenden Qualitätsstufen und damit in der Anzahl der Erntebäume und der waldbaulichen Eingriffsintensität, mit der die genetische Qualität des Saatgutes gesteigert werden kann. Aus praktischen Gründen wird als Sammelbereich für die Saatguternte die Kronenprojektion der Erntebäume angenommen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die einzelnen Varianten.

Die Beerntungs- und Behandlungsvarianten werden im Folgenden am Beispiel eines Saatguterntebestandes bei Reinhardshagen (Hessen) dargestellt. Hierfür wird der Lageplan der bonitierten Eichen auf der Testfläche sowie deren Kronenprojektionsfläche (graue Umrandung) verwendet. Abbildung 1 zeigt den Status quo und steht für die Variante 0 mit flächiger Beerntung ohne waldbauliche Eingriffe.

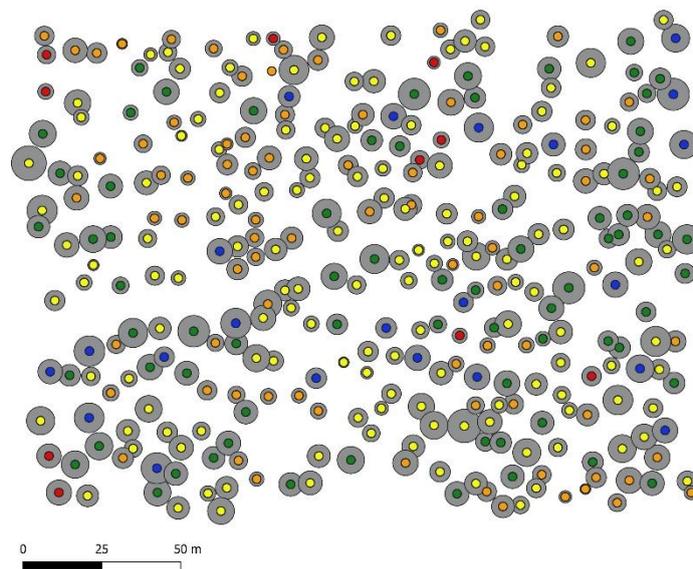


Abbildung 1: Testbestand Reinhardshagen, Stammverteilung der Ausgangslage. Farbige Punkte stellen den Standort der Eichen und die verschiedenen Qualitätsstufen dar (blau = weit überdurchschnittliche Eigenschaften, grün = überdurchschnittliche Eigenschaften, gelb = durchschnittliche Eigenschaften, orange = unterdurchschnittliche Eigenschaften, rot = stark eingeschränkte Vitalität). Die graue Umrandung stellt den Kronenbereich maßstabsgetreu dar.

Ergebnisse

Nach der Einteilung in Qualitätsstufen entfallen im Testbestand Reinhardshagen (322 Bäume) 6,8 % der Bäume auf die erste Stufe und 22,0 % auf die zweite Stufe. 42,9 % und 25,2 % entfallen auf die dritte und vierte Stufe. 3,1 % entfallen auf die letzte Stufe. Damit sind bei Beerntung der ersten und zweiten Stufe maximal 28,8 % der Bäume für die Saatguternte geeignet. Ein Großteil der Bäume ist umgekehrt für die Ernte nicht oder nur mäßig geeignet.

Anhand eines Qualitätsmodells wurde der Mehrgewinn der einzelnen Varianten abgeschätzt. Nach einer Vorgabe kann durch die Variante 4.3 bzw. für Eltern der Qualitätsstufe 1 ein Mehrgewinn an Leistung und Form von bis zu 10 % erzielt werden (HARDTKE et al. 2017). Davon ausgehend berechnen sich die Mehrgewinne der anderen Beerntungs- und Behandlungsvarianten.

Ab der Variante 2.1 wird ein Fremdsameneintrag durch benachbarte Bäume nicht mehr toleriert. Daher wurde in den Testbeständen ebenfalls untersucht, wie hoch der Fremdsamenanteil unter dem Kronenbereich eines Erntebaumes ist und wie weit dieser frei gestellt werden muss, um Fremdsameneintrag zu vermeiden. Simulationen auf der Basis von Elternschaftsanalysen an gesammelten Eicheln zeigten, dass im Mittel die Erntebäume um 3,45 m frei gestellt werden müssen. Dadurch kann der

Fremdsameneintrag auf ca. 5 % begrenzt werden. Auf Grundlage der Ergebnisse wurden die waldbaulichen Auswirkungen der Freistellung und der einzelnen Behandlungsvarianten ermittelt.

Saatgut aus der selektiven Beerntung von Einzelbäumen soll nicht nur leistungsfähig sein, sondern muss auch eine hohe Vielfalt aufweisen. Daher wurde jeder Baum in den Testflächen mit Hilfe von acht Mikrosatelliten genetisch charakterisiert. Auf Grundlage der Beerntungs- und Behandlungsvarianten wurden Auswirkungen auf die Variabilität berechnet. Zusätzlich wurde die Bestäubungssituation innerhalb der Testbestände ermittelt. Hier zeigte sich, dass ca. 50 % des Pollenanteils von außerhalb der Testflächen kam. Innerhalb der Testflächen wurden z.T. große Bestäubungsdistanzen festgestellt.

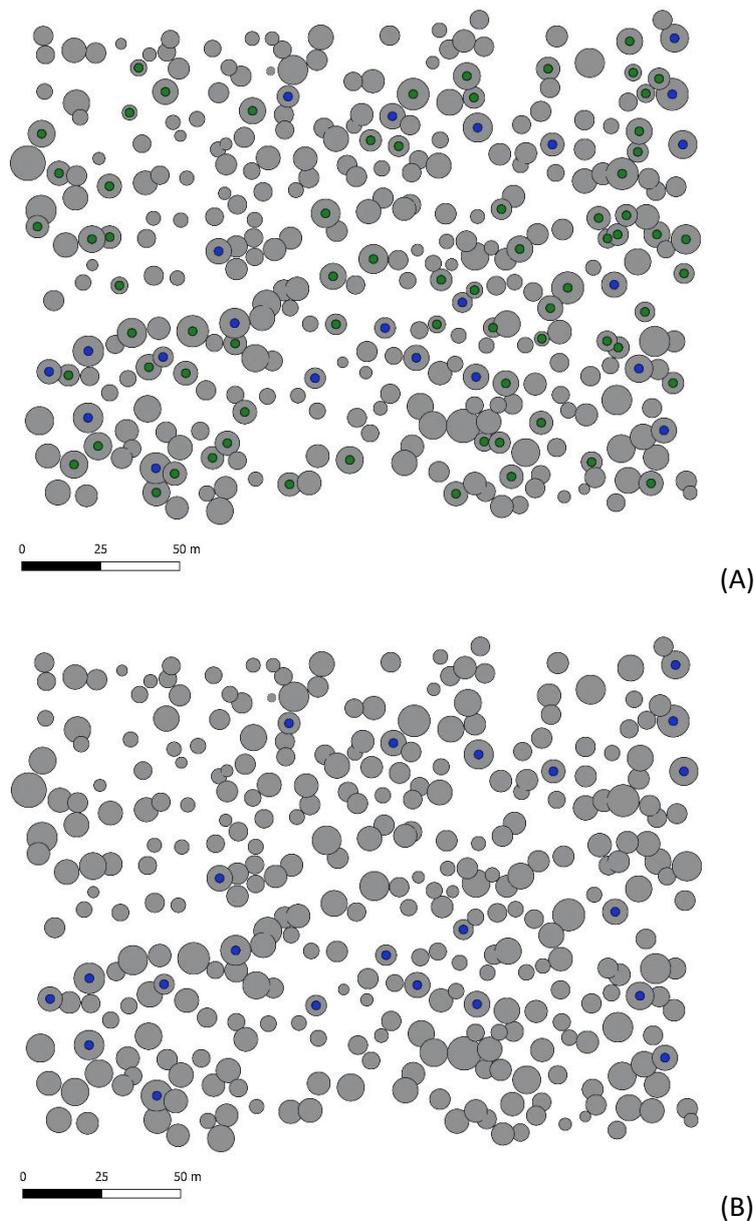


Abbildung 2: Einzelbaumweise Beerntung ohne waldbauliche Eingriffe. In Variante 1.1 (A) Beerntung der Qualitätsstufen 1 und 2, in Variante 1.2 (B) Beerntung der Qualitätsstufe 1.

Abbildung 2 zeigt die Varianten 1.1 und 1.2 bei denen eine einzelbaumweise Beerntung ohne waldbauliche Eingriffe in den Bestand durchgeführt wird. Man erkennt, dass zahlreiche nicht beerntete Bäume teilweise sehr nah an den Erntebäumen stehen und so zu Fremdsameneintrag führen. Das Leistungspotential kann daher nur gering (1.1) oder mäßig (1.2) gesteigert werden. In dieser Variante wird nur die Sammelmethode verändert, es ergeben sich damit keine Änderungen bei der Bestandesvielfalt und Struktur.

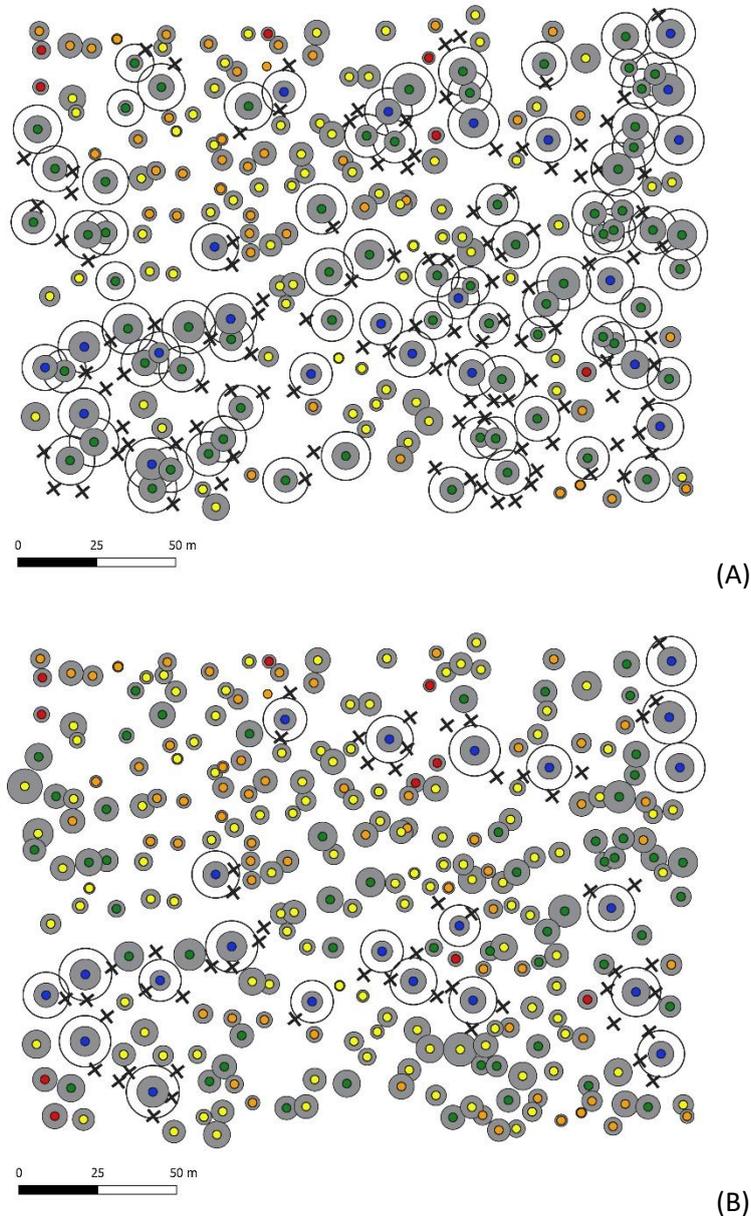


Abbildung 3: Variante 2.1 mit Beerntung der Qualitätsstufen 1 und 2 (A), in Variante 2.2 nur Beerntung der Qualitätsstufe 1 (B), um die Erntebäume wurden Nachbarbäume schlechterer Qualität entfernt (x).

Bei den in Abbildung 3 dargestellten Varianten 2.1 und 2.2 wurden im festgelegten Freistellungsbereich der Kronen (schwarze Kreise um die Kronenbereiche) die Nachbarbäume der Erntebäume entfernt (schwarze Kreuze). Bei einer Einzelbaumbeerntung der Bäume in Stufe 1 und 2 bzw. nur der Stufe 1, wird eine Steigerung des Leistungspotentials von etwa 4,0 % bzw. 5,3 % erwartet. Die genetische Vielfalt des

Erntebestandes wird bei der Variante 2.1 um 8,1 % und die Bestandesgrundfläche um 32,9 % reduziert. Bei der Variante 2.2 wird die genetische Vielfalt des Erntebestandes um 3,8 % und die Bestandesgrundfläche um 17,6 % reduziert.

Abbildung 4 zeigt die Beerntungs- und Behandlungsvarianten 3.1 und 3.2. Hier wurden die Nachbarbäume innerhalb des Freistellungsraums der Kronen (schwarze Kreise um die Kronenbereiche) und die schlechtesten Vererber (Stufen 4 und 5) entfernt (schwarze Kreuze). Das Leistungspotential wird mit 4,9 % (3.1) und 6,3 % (3.2) deutlich gesteigert. Die genetische Vielfalt des Erntebestandes wird bei den Varianten 3.1 und 3.2 um 14,9 % bzw. um 11,5 % und die Bestandesgrundfläche um 44,0 % bzw. 35,6 % reduziert.

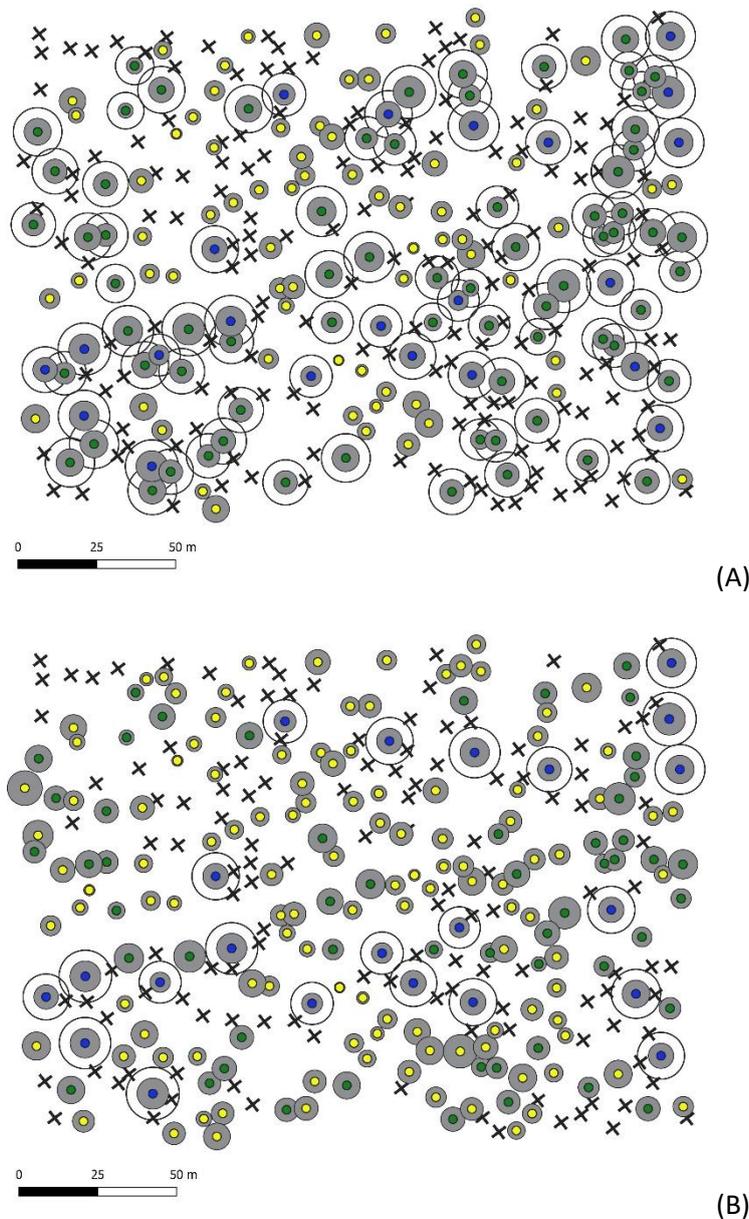


Abbildung 4: Variante 3.1. mit Beerntung der Bäume in Qualitätsstufen 1 und 2 (A), Variante 3.2. mit Beerntung der Qualitätsstufe 1 (B). Nachbarbäume schlechterer Qualität wurden entfernt, zusätzlich erfolgte die bestandesweite Entnahme der Bäume in den Stufen 4 und 5.

Abbildung 5 stellt die Umsetzung der Varianten 4.1 und 4.2 dar. Bei diesen wurden alle Bäume bis auf die Stufen 1 und 2 entfernt. Das Leistungspotential wird mit 6,2 % (4.1) und 8,2 % (4.2) deutlich gesteigert. Die genetische Vielfalt des Erntebestandes und die Bestandesgrundfläche werden um 25,5 % bzw. um 62,9 % (Variante 4.1) und um 30,6 % bzw. um 69,2 % (Variante 4.2) reduziert.

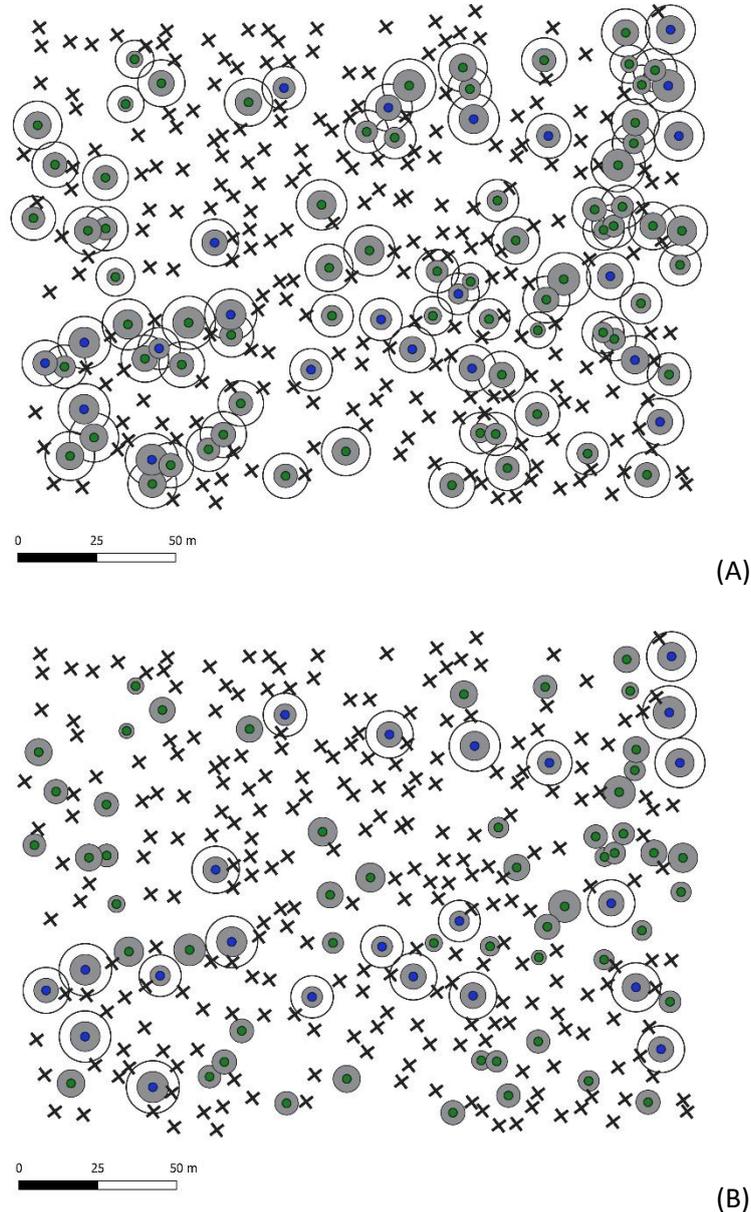


Abbildung 5: In Variante 4.1 verbleiben nur die Erntebäume der Stufen 1 und 2 im Bestand und werden beerntet (A). In Variante 4.2 werden nur Bäume der Stufe 1 beerntet, die Kronen der Erntebäume werden zusätzlich freigestellt (B).

Abbildung 6 zeigt die Variante 4.3 mit der stärksten Eingriffsintensität, bei der lediglich die sehr guten Bäume im Bestand verbleiben. In diesem Zustand entspricht die Situation annähernd der einer Samenplantage, bei der nur noch Plusbäume als Samen- und Pollenspender vorhanden sind. Für Samenplantagen werden nach KLEINSCHMIT et al. (1975) Leistungssteigerungen von 10 % angegeben, die auch hier zugrunde gelegt wurden. Jedoch kann der Polleneintrag von außen das Leistungspotential

deutlich verringern. Die Variante reduziert die Bestandesvielfalt des Erntebestandes um 56,2 % und die Bestandesgrundfläche um 90,1 %.

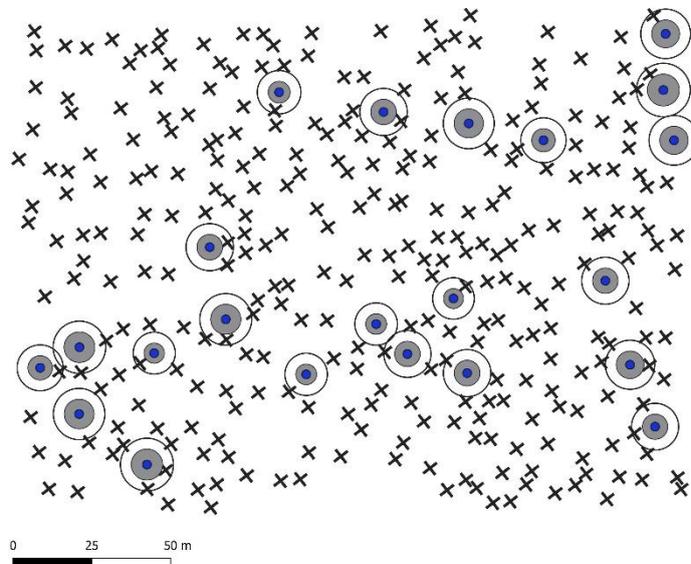


Abbildung 6: Variante 4.3, im Bestand verbleiben lediglich die Erntebäume der Stufe 1.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die zu erwartenden Auswirkungen auf den Saatguterntebestand, bei der Umsetzung der unterschiedlichen Beerntungs- und Behandlungsvarianten.

Tabelle 2: Auswirkungen der unterschiedlichen Beerntungs- und Behandlungsvarianten auf den Saatguterntebestand bei Reinhardshagen

Variante	Leistungssteigerung [%]	Reduktion der genetischen Vielfalt des Erntebestandes [%]	Reduktion der Bestandesgrundfläche [%]
0	± 0	0	0
1.1	< 4,0*	0	0
1.2	< 5,3*	0	0
2.1	4,0	8,1	32,9
2.2	5,3	3,8	17,6
3.1	4,9	14,9	44,0
3.2	6,3	11,5	35,6
4.1	6,2	25,5	62,9
4.2	8,2	30,6	69,2
4.3	10,0	56,2	90,1

*die potenzielle Leistungssteigerung ist nicht quantifizierbar, da der Einfluss des Fremdsameneintrags nicht abschätzbar ist

Schlussfolgerungen

Die Variante 0 stellt die aktuelle Praxis einer flächigen Beerntung dar. Dadurch kann kein Leistungsgewinn erzielt werden. Das Leistungspotential des Saatgutes wird dem des Altbestandes entsprechen. Zur Erzeugung von höherwertigem Vermehrungsgut ist die Variante völlig ungeeignet. Varianten 1.1 und 1.2 beinhalten bereits die Einzelbaumberntung. In direkter Nachbarschaft der Erntebäume befinden sich jedoch viele Nachbarbäume. Dementsprechend muss mit einem hohen Fremdsamenanteil gerechnet werden. Der zusätzliche Aufwand durch Einzelbaumberntung und Nutzen stehen in einem weniger guten (1.1) und recht guten Verhältnis (1.2). Geeignet wären diese Varianten für Bestände, auf denen kein waldbaulicher Zugriff erfolgen kann. Ab den Varianten 2.1 und 2.2 werden die Erntebäume mit dem definierten Abstand frei gestellt. Die Varianten haben einen geringen Einfluss auf die Bestandesvielfalt und einen mäßigen (2.1) oder geringen (2.2) Einfluss auf die Bestandesstruktur. Aufwand und Nutzen stehen in einem guten (2.1) und sehr guten Verhältnis (2.2). Geeignet wären diese Varianten für alle Bestände.

In den folgenden Varianten wird zusätzlich auf der väterlichen Seite eingegriffen, um die genetische Qualität des Saatgutes steigern zu können. Das äußert sich in einer deutlichen Steigerung gegenüber den vorherigen Varianten. Die Untersuchungen zeigen aber, dass durch den Polleneintrag von außen das Leistungspotential deutlich niedriger ausfallen kann. Für kleine bis mittlere Bestände sind die Varianten ungeeignet, wenn mit Fremdpolleneintrag aus der Umgebung zu rechnen ist. Da dies meist der Fall sein wird, sind die Varianten mit starken Eingriffen bei den Pollenspendern lediglich in großen Beständen, die flächig behandelt aber nur in einer Kernzone beerntet werden, zielführend umsetzbar.

Varianten 3.1 und 3.2 haben einen mäßigen Einfluss auf die Bestandesvielfalt und einen recht starken Einfluss auf die Bestandesstruktur. Daher stehen Aufwand und Nutzen bei beiden Varianten in einem weniger guten Verhältnis. Die Varianten 4.1 und 4.2 haben einen starken bis sehr starken Einfluss auf die Bestandesvielfalt und Bestandesstruktur. Daher stehen Aufwand und Nutzen bei beiden Varianten in einem schlechten Verhältnis. In der letzten Variante (4.3) stehen Aufwand und Nutzen in einem sehr schlechten Verhältnis.

Die Evaluation zeigt, dass sich die Varianten deutlich in ihrem Aufwand-Nutzen-Verhältnis unterscheiden (siehe Tabelle 2). Vor allem die Varianten mit starken Eingriffen sind allenfalls in öffentlichem Waldbesitz vorstellbar, wenn der Saatgutqualität eine überragende Bedeutung beigemessen wird. Die aktuellen Entwicklungen verdeutlichen, dass Handlungsbedarf bei der Begründung neuer leistungsfähiger und klimastabilerer Bestände besteht. Neben den Samenplantagen bietet die Einzelbaumberntung die Möglichkeit zur Erzeugung hochwertigem Saatgutes. Sie ist vor allem kurzfristig umsetzbar und im Verhältnis zu Samenplantagen deutlich kostengünstiger. Aktuell müssen nach der Forstvermehrungsgut-Zulassungsverordnung (FoVZV) die Mindestzahlen der fruktifikationsfähigen Bäume (40) und der beernteten Bäume (20) eingehalten werden. Besonders in kleinen und mittleren Beständen lässt sich das Konzept daher nur bedingt anwenden. Wünschenswert wäre hier, dass Saatguternten in kleinen Beständen möglich sein sollen, aber nur in Mischung mit einer ausreichend hohen Anzahl von Erntebäumen vertrieben werden dürfen. Durch die Beerntung von größeren Saatgutbeständen kann der Markt bereits jetzt mit höherwertigem Material versorgt werden.

Danksagung

Das Verbundprojekt „FitForClim“ wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen: 28WB400701).

Literatur

- BLE (2013) Zusammenstellung über zugelassenes Ausgangsmaterial für forstliches Vermehrungsgut in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 01.07.2013) - korrigierte Fassung.
- BMUB (2014) Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- BONFILS P, RIGLING A, BRÄNDLI U-B, BRANG P, FORSTER B, ENGESSER R, GUGERLI F, JUNOD P, MÜLLER R, GÜNTHARDT-GEORG MS (2015) Die Eiche im Klimawandel. Zukunftschancen einer Baumart. Eidg. Forschungsanstalt WSL. Merkblatt für die Praxis 55: 1-12.
- BRANG P, BUGMANN H, BÜRGLI A, MÜHLETALER U, RIGLING A, SCHWITTER R (2008) Klimawandel als waldbauliche Herausforderung. Schweiz. Z. f. Forstw., 159(10):362-373.
- GEBUREK T (2007) Die Weitergabe genetischer Information – eine wichtige Komponente in der Waldverjüngung. BFW-Praxisinformation, 4:18-20.
- HANNEWINKEL M, CULLMANN DA, SCHELHAAS M-J, NABUURS G-J, ZIMMERMANN N (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) Behandlungskonzept für Saatgutbestände der Eichen. AFZ-Der Wald, 71 (24): 12-16.
- HARDTKE A, MEIßNER M, STEINER W, JANSSEN A (2017) Beerntungs- und Behandlungsvarianten von Saatguterntebeständen der Eiche zur Optimierung der Saatgutqualität. In: Meißner, M. und Volmer, K., Hrsg., Hochwertiges Forstvermehrungsgut im Klimawandel – Symposium des Verbundprojektes FitForClim vom 14. bis 15. Juni 2016 in Chorin. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Universitätsverlag Göttingen. Band 16. 137 Seiten.
- IPCC (2014) Climate Change 2014. Synthesis Report. Geneva. International Panel on Climate Change.
- JANDL R, GSCHWANTNER T, ZIMMERMANN N (2012) Die künftige Verbreitung der Baumarten im Simulationsmodell. BFW-Praxisinformation, 30: 9-12.
- KLEINSCHMIT J, WITTE R, SAUER A (1975) Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung von Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* und *Quercus petraea*) I. Inventur der Eichensamenplantagen. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 146 (9): 157-166.
- KÖLLING C, ZIMMERMANN L (2007) Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 67 (6): 259-268.
- LEUCH B, STREIT K, BRANG P (2017) Der Schweizer Wald im Klimawandel: Welche Entwicklungen kommen auf uns zu? Eidg. Forschungsanstalt WSL. Merkblatt für die Praxis, 59: 1-12.
- MANTAU U (2006) Kampf um den Rohstoff Holz trotz riesiger Potentiale? AFZ-Der Wald, 61 (3): 111-113.
- MANTAU U (2012) Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklung und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015, Hamburg, 65 Seiten.
- MEIßNER M, JANSSEN A, KONNERT M, LIESEBACH M, WOLF H (2015) FitForClim – Vermehrungsgut für klima- und standortgerechten Wald. AFZ-Der Wald 70 (11): 24-26.
- METTE T, DOLOS K, MEINARDUS C, BRÄUNING A, REINEKING B, BLASCHKE M, PRETSCH H, BEIERKUHLEN C, GOHLKE A, WELLSTEIN C (2013) Climatic turning point for beech and oak under climate change in Central Europe. Ecosphere, 4 (12): 1-19.
- POLLEY H (2009) Wald in Schutzgebieten – ein Überblick. In: Seitsch, B., Dieter, M., Hrsg., Waldstrategie 2020, Tagungsband zum Symposium des BMELV, 10.-11. Dez. 2008, Berlin, Landbauforschung, Sonderheft 327, 75-82.
- ROHMEDER E, SCHÖNBACH H (1959) Genetik und Züchtung der Waldbäume. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Autoren

ANDRÉ HARDTKE, Dr. MEIK MEIßNER, Dr. WILFRIED STEINER

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), Abteilung C Waldgenressourcen, Prof.-Oelkers-Str. 6, 34346 Hann. Münden

andre.hardtke@nw-fva.de