

Bestandesentwicklung, Einzelbaumwachstum und Qualitätsentwicklung von Stiel- und Traubeneichenbeständen in Nordwestdeutschland unter dem Einfluss unterschiedlicher Durchforstungsstärken

Ralf-Volker Nagel

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum

1 Einleitung

Die Eichenwirtschaft verfolgt in der Regel die Produktion wertvollen, starken Holzes der 6. Stärkeklasse und stärker in Produktionszeiträumen von bis zu 240 Jahren (u. a. OTTO 1990). Dabei gehen die Auffassungen über die geeignete Bestandesbehandlung zur Erreichung dieses Ziels weit auseinander. Während traditionelle Vertreter der Eichenwirtschaft für vorsichtige Durchforstungen ohne frühe oder zumindest dauerhafte Auswahl zu fördernder Bäume plädieren (FLEDER 1981, zit. nach MOSANDL et al. 1990, POLGE 1984), sehen vor allem neuere Behandlungskonzepte unter bestimmten Bedingungen eine frühzeitige positive Auslese (MOSANDL 1990) und in der Durchforstungsphase die dauerhaften Festlegung und starke bis sehr starke Förderung einer geringen Anzahl von Z-Bäumen im Umfang der erwarteten Endbaumzahl bei Erreichen des Produktionsziels vor (SPIECKER 1983 a und b, KENK 1984, HOLTEN 1986, WILHELM et al. 1999 a-c). Eingriffe in den Zwischenfeldern und eine anfängliche Auswahl eines größeren Z-Baumkollektivs mit der Möglichkeit der allmählichen Auslese werden in diesen Konzepten abgelehnt.

SPELLMANN u. v. DIEST (1990) zeigen anhand der Ergebnisse von Versuchsflächen der damaligen Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, dass die Möglichkeit des negativen Umsetzens und des Ausfalls von Z-Bäumen auch bei starker Förderung im Herrschenden besteht. Sie weisen in diesem Zusammenhang auf die Risiken hin, die mit der ausschließlichen Beschränkung der Auslesedurchforstung auf eine dem Endbestand entsprechende Anzahl von Zukunftsbäumen verbunden sein können. Vor überhöhten Erwartungen bezüglich der positiven Wirkung starker bis sehr starker Eingriffe auf den Zuwachs und die Qualitätsentwicklung von Eichenbeständen warnen PRETZSCH u. UTSCHIG (1995) anhand der Ergebnisse langfristig beobachteter Traubeneichen-Durchforstungsversuche im Pfälzer Wald. Sehr starke Eingriffe mit gegenüber der Nullfläche bis zu 50% geringerer Grundflächenhaltung erbrachten im Bestandesalter 108 Jahre zwar deutlich größere Kronen der Ausleseebäume bei einer aber vergleichsweise bescheidenen Durchmessersteigerung. Gleichzeitig nahm der Wasserreiserbesatz der Schäfte der Ausleseebäume deutlich zu und es waren erhebliche flächenbezogene Zuwachseinbußen zu verzeichnen.

Wert bestimmende Merkmale des Eichenstammholzes sind neben der Stärkeklasse die Farbe, der Jahrringaufbau und die Astfreiheit. Die Farbgebung des Holzes ist durch die waldbauliche Behandlung kaum zu beeinflussen, vielmehr scheint sie durch v. a. durch den Standort bestimmt zu sein (OTTO 1990). Bezüglich der Jahrringbreite galten früher 2 mm als Obergrenze für mildes, d. h. frühholzreiches und damit wertvolles Eichenholz. POLGE (1984) zeigt anhand eingehender Holzanalysen, dass eine starke Zunahme des Spätholzanteils jedoch bereits bei Jahrringbreiten zwischen 1 mm und unter 2 mm erfolgt. In jüngerer Zeit wird dann auch der Gleichmäßigkeit des Jahrringaufbaus als Qualitätsmerkmal gegenüber der Jahrringbreite eine größere Bedeutung beigemessen (KENK 1984). Gute Qualität des unteren wertbildenden Stammabschnitts der Eiche bezüglich der Astfreiheit setzt eine entsprechende Astreinigung voraus. Dabei wird die natürliche Astreinigung der Eiche bei entsprechendem Bestandesschluss als sehr gut eingeschätzt (MOSANDL 1990) und künstliche Maßnahmen zur Astreinigung des unteren Stammabschnitts werden als nicht notwendig erachtet. In der Phase der Durchforstungen ist jedoch die Vermeidung entwertender Wasserreiser bzw. Klebäste geboten. Als Ursachen für die Bildung dieser sekundären Triebe werden sowohl zu großer Dichtstand („Angstreiser“) als auch eine zu starke und vor allem plötzliche Belichtung des Stammes angenommen (BOSSE 1991, SÖDING 1991), wobei jedoch vor allem für den zweiten Fall die genetische Veranlagung eine bedeutende Rolle spielt (SPELLMANN 1995). Bäume die von vornherein viele Wasserreiser v. a. gehäuft in Form von Rosen ausweisen, sollten nicht als Z-Bäume ausgewählt werden. Als waldbauliche Maßnahmen gegen die Entwertung von Eichenholz durch Wasserreiser bzw. deren Erstarren zu Klebästen werden die Schaftbeschattung durch dienende Baumarten und die vorsichtige Kronenpflege der Ausleseebäume genannt. Dänische Behandlungskonzepte der Eichenwirtschaft mit sehr kurzer Produktionszeit von ca. 120 Jahren beinhalten das jährliche (!) Abstoßen der Wasserreiser an den künftigen Endbestandsbäumen (HOLTEN 1986).

Zum Gewinn fundierter Erkenntnisse zu den skizzierten Fragestellungen der Bestandesbehandlung der Eiche wurden von der damaligen Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt im Jahre 1983 Versuchsflächen für die Anlage einer Eichen-Durchforstungsversuchsserie in jüngeren Eichenbeständen ausgewählt. Zwischen 1988 und 2006 wurden diese Versuchsflächen nunmehr 5 Mal gemäß Versuchskonzept behandelt und aufgenommen. Das bietet den Anlass, das bisher vorhandene Datenmaterial einer ersten Auswertung zu unterziehen. Es handelt sich hierbei um eine erste orientierende Auswertung, die einige Aspekte zunächst nur anreißt oder exemplarisch an

einzelnen Versuchen der Versuchsserie behandelt. Im Einzelnen soll folgenden Fragestellungen nachgegangen werden:

- Auswirkungen früher und unterschiedlich starker Hochdurchforstungen auf die ertragskundlichen Bestandesdaten
- Wachstum und Entwicklung der zu Durchforstungsbeginn ausgewählten Z-Bäume
- Wirkung des wiederholten Abstoßens der Wasserreiser an Z-Bäumen (Neuaustrieb, Qualitätsentwicklung).

2 Material und Methoden

2.1 Das Versuchskonzept

Die Serie jüngerer Eichen-Durchforstungsversuche der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt wurde 1983 angelegt. Seit 1988 werden die Versuche nach dem von SPELLMANN (1988) neu gefassten Versuchskonzept behandelt.

Bei Versuchsanlage waren die Eichenbestände zwischen 30 und 40 Jahre alt und bis dahin abgesehen von vorsichtigen Läuterungen zur Entnahme schädigender Mischbaumarten und schlechter vorwüchsiger Eichen unbehandelt. Alle Versuchsbestände wurden um 1988 mit Winterlinde (Neuhaus 1278) bzw. Hainbuche (die übrigen Versuche) unterbaut. Bei Durchforstungsbeginn betrug die erreichte astfreie Schaftlänge zwischen 6 und 8 m. Ebenfalls 1988 wurden die Wasserreiser an allen Z-Bäumen bis in 6 m Höhe abgestoßen, um für nachfolgende Wasserreiseruntersuchungen einen gleichen Ausgangszustand herzustellen. Der Durchforstungsturnus lag anfänglich bei 4 Jahren und wurde inzwischen auf 5 Jahre verlängert. In jedem Versuch der Serie wurde eine undurchforstete Nullfläche eingerichtet. Die quantitative Steuerung der Eingriffe erfolgt über die Staffelung der Grundflächenhaltung bezogen auf die Grundflächenhaltung der Nullfläche, die sich zunehmend dem standörtlich möglichen Maximum der Grundflächenhaltung annähern wird. Weitere quantitative Kriterien für die Stärke und Art der Eingriffe auf den behandelten Parzellen sind die unterschiedliche Anzahl anfänglich ausgewählter Zukunftsbaume, die angestrebte Endbaumzahl sowie die zu entnehmende Anzahl von Bedrängern je Z-Baum. In den behandelten Parzellen wird zwischen mäßigen, starken und sehr starken sowie zwei gestaffelten Auslesedurchforstungen unterschieden (siehe Tab. 1). Nicht aufgeführt sind in der Tabelle die beiden Lichtungspartellen des Versuchs Neuenburg 317, deren Grundfläche bei 45% der Nullfläche gehalten wird.

Tab. 1: Quantitative Steuerung der Durchforstungsstärke für die Eichen-Durchforstungsversuchsserie

Versuchssteuerung	Durchforstung					
	ohne (Nullflä.)	mäßig	stark	sehr stark	gestaffelt stark mäßig	gestaffelt sehr stark - stark
Grundflächen- haltung [%] Z-Bäume [N/ha]:	100	80	65	50	65 / 80	50 / 65
zu Beginn	(100)	300	240	180	240	180
am Ende	?	100	80	60	100	80
Bedränger je Z- Baum bei Durch- forstungsbeginn	-	0,5	1	1,5	1	1,5

Neben der Förderung der Z-Bäume sind Eingriffe in den Zwischenfeldern vor allem zur Entnahme schlechter herrschender Bäume zulässig. In der Nullfläche wurde ein Vergleichskollektiv von 100 Z-Bäumen/ha ausgewählt. Mit dem Ziel der künftigen Senkung des hohen Messaufwandes wurden bei Versuchsbeginn in zwei Eingriffen (1983 und 1988) alle Bäume der Kraft'schen Klasse 4 und 5 entnommen, da sie mittelfristig ohnehin ausgefallen wären und ihr Einfluss auf die weitere Bestandesentwicklung als zu vernachlässigen eingeschätzt wurde. Aufgrund der jeweiligen Flächengröße und der örtlichen Situation bei Versuchsbeginn umfasst nicht jeder Versuch der Serie alle Varianten. Die Varianten liegen im jeweiligen Einzelversuch i. d. R. nur einmal vor. Die gestaffelten Durchforstungen befinden sich seit der Aufnahme 2006 nach Erreichen der für den Übergang vorgesehenen Oberhöhe (z.B. I. Ekl. $H_{100} = 23$ m) in allmählicher Anhebung der Bestandesgrundfläche. Für die hier folgenden Auswertungen wurden diese Parzellen nicht berücksichtigt. Das anfänglich ausgewählte Z-Baumkollektiv war deutlich größer als die angestrebte Endbaumzahl und markiert den Ausgangspunkt einer kontinuierlichen Überprüfung und Auslese. Ausnahmen bilden der schon bei Durchforstungsbeginn stark ausdifferenzierte (und nicht unbehandelte) Versuch in Ahlhorn und die beiden Lichtungspartellen in Neuenburg, wo das Z-Baumkollektiv

nur die erwarteten Endbestandsbäume umfasst. Zum Versuchsprogramm gehörte weiterhin das periodische Erfassen und Abstoßen der Wasserreiser auf den unteren 6 m des Stammes der Z-Bäume.

In die Auswertungen zu den Bestandesdaten wird der jüngere Eichen-Durchforstungsversuch Schleswig 779 (Versuchsanlage 1990; Durchforstungsbeginn im Alter 23 Jahre), der ursprünglich nicht zu dieser Versuchsserie gehörte, mit einbezogen.

2.2 Charakterisierung der einzelnen Versuchsflächen

Bei fast allen Versuchen der Versuchsserie handelt es sich um Stieleichenbestände, nur in Neuhaus 1278 sind zumindest nach phänotypischer Bestimmung auch Traubeneichen und intermediäre Typen vorhanden. Die Versuchsflächen waren ausnahmslos sehr stammzahlreich, teilweise durch Saat begründet worden.

Die Versuche liegen in 4 Wuchsgebieten und 7 verschiedenen Wuchsbezirken Niedersachsens und Schleswig-Holsteins. Sie decken damit ein gewisses Spektrum der klimatischen Bedingungen Nordwestdeutschlands gut ab. Ein Schwerpunkt liegt auf den stärker atlantisch geprägten Bereichen des Tieflandes. Eine gewisse Abnahme des atlantischen Klimaeinflusses gibt es für den Versuch Wolfenbüttel 2201. Deutlicher von den klimatischen Bedingungen der anderen Versuche unterscheidet sich der Versuch in Neuhaus 1278 mit vergleichsweise kühl-feuchtem Berglandklima (Tab. 2).

Tab. 2: Lage und Klima der Versuchsflächen der Eichen-Durchforstungsversuchsserie

Versuch	Schleswig 779	Neuenburg 317	Ahlhorn 21	Rotenburg 1079	Fuhrberg 1231	Wolfenbüttel 2201	Neuhaus 1278
Wuchsgebiet	Schleswig-Holstein Nordwest	Mittel-West-nds. Tiefland	Mittel-West-nds. Tiefland	Mittel-West-nds. Tiefland	Nds. Berglandsch welle	Nds. Berglandschw elle	Südnds. Bergland
Wuchsbezirk	Holstein. Geest	Ems-Hase- Hunte-Geest	Ems-Hase- Hunte-Geest	Geest-Mitte	Nds. Lössbörden	Ost- braunsch. Flachland	Unterer Solling
Höhe ü. NN	5 m	28 m	46 m	22 m	53 m	110 m	210 m
Neigung	eben	eben	eben	eben	eben	eben	3° NW
Niederschlag [Jahr/ Vegetationszeit]	840 mm/ 400 mm	760 mm/ 360 mm	760 mm/ 360 mm	670 mm/ 315 mm	661 mm/ 330 mm	651 mm/ 317 mm	750 mm/ 400 mm
Temperatur [Jahr/ Vegetationszeit]	8,3 °C/ 14,4°C	8,6 °C/ 14,5 °C	8,6 °C/ 14,5 °C	8,6 °C/ 14,7°C	8,7 °C/ 15,2°C	8,8 °C/ 15,5°C	7,5 °C/ 13,4 °C

Bezüglich der standörtlichen Verhältnisse sind die Versuchsflächen in Tabelle 3 näher charakterisiert. Die Befunde sind durch Feinkartierungen und Bodenanalysen abgesichert. Im Ergebnis der Feinkartierungen sind die einzelnen Versuchsanlagen als jeweils standörtlich einheitlich zu betrachten mit Ausnahme des Versuchs Neuhaus 1278, wo die Nullfläche am Unterhang standörtlich etwas besser zu beurteilen ist.

Alle Versuchsstandorte sind überdurchschnittlich mit Nährstoffen versorgt. Eine ausgewogene, gleichmäßig gute Wasserversorgung gewährleisten die Standorte der Versuche Schleswig 779 und Neuhaus 1278. In den anderen Versuchen liegen bezüglich der Wasserversorgung durch Grund- aber vor allem Stauwassereinfluss problematischere Standorte vor. Entwässerungsgräben in allen 4 Versuchen sind inzwischen verfallen, was noch zur Verschlechterung der Bedingungen geführt haben dürfte. Es handelt sich hier um typische „Eichenzwangsstandorte“.

Tab. 3: Standörtliche Verhältnisse der Versuchsfelder der Eichen-Durchforstungsversuchsreihe

Versuch	Schleswig 779	Neuenburg 317	Ahlhorn 21	Rotenburg 1079	Fuhrberg 1231	Wolfenbütte 12201	Neuhaus 1278
Wasser-versorgung	schwächer wechsel-feucht	mäßig GW beeinflusst, deutlicher Staueinfluss	mäßig GW beeinflusst, deutlicher Staueinfluss	schw. GW beeinflusst, deutlicher Staueinfluss	schw. GW beeinflusst, deutlicher Staueinfluss	mäßig bis stark wechselfeucht	frisch bis vorratsfrisch
Nährstoff-versorgung	mäßig (Tendenz zu besserer)	ziemlich gut bis gut	gut	gut	ziemlich gut	gut	ziemlich gut
Bodenbildung	mächtiger Geschiebedecksand über lehmigen Schichten; Ackeraufforst.	schwach lehmiger Sand über Geschiebemergel	Wasserabsätze über Geschiebemergel	lehmig-toniger Auelehm	mächtiger Löss	Tonmergel des Lias; typischer Pseudogley	90 cm Löss über mittl. Buntsandstein

2.3 Aufnahme- und Auswertungsmethodik

18 Jahre nach Durchforstungsbeginn gemäß Versuchskonzept von 1988 wurden die Versuche im Frühjahr 2006 zuletzt aufgenommen. Bis zu diesem Zeitpunkt umfasste die Beobachtungszeitreihe 6 ertragskundliche Aufnahmen. Die erste Aufnahme 1983 bleibt in den nachfolgenden Betrachtungen weitgehend unberücksichtigt, weil erst zur zweiten Aufnahme mit der konzeptgemäßen Behandlung begonnen wurde. Bei jeder Aufnahme wurden die Brusthöhendurchmesser voll erhoben. Außerdem erfolgten repräsentative Messungen der Höhen und seit der dritten Aufnahme der Kronenansätze (Ansatz des ersten grünen Primärastes) an ca. 35 über das gesamte Durchmesserpektrum verteilten Bäumen je Parzelle. Zur 3., 4. und 5. Aufnahme wurden in allen Versuchen an den Z-Bäumen die Wasserreiser bis in 6 m Höhe abgestoßen und dabei gezählt, sowie nach ihrer Lage am Stamm 3 Höhenstufen (0-2, 2-4, 4-6 m) und 4 Sektoren gemäß ihrer Exposition (N, S, O, W) zugeordnet sowie das Wasserreiserauftreten am Baum (einzeln, gehäuft, beide) eingeschätzt. Für den Versuch Neuhaus 1278 wurde die Wasserreiseraufnahme bei der 6. Aufnahme 2006 erneut wiederholt und mit einer Kronenablotung der Z-Bäume verbunden. Die Urdaten einer weiteren, nämlich der ersten Wasserreiseraufnahme im Jahre 1990 einschließlich Kronenablotungen an den Z-Bäumen im Rahmen von zwei Diplomarbeiten sind leider verloren gegangen. Für den Versuch Fuhrberg 1231 waren bislang die Daten der 6. ertragskundlichen Aufnahme noch nicht verfügbar, deshalb wurde der Versuch in den Einzelbaumbetrachtungen nicht berücksichtigt, ebenso der Versuch Neuenburg 317, für den die Einzelbaumdaten der 6. Aufnahme zum Auswertungszeitpunkt noch nicht genutzt werden konnten. Die Berechnung der Versuchsergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programms Viswin06 (NAGEL, J., 2006). Für die Auswertungen zum Einzelbaumwachstum wurde das Programmpaket SPSS Version 14.0 genutzt.

3 Ergebnisse

3.1 Bestandesentwicklung

3.1.1 Höhenentwicklung

Im Folgenden werden die Entwicklungen der wichtigsten ertragskundlichen Kennwerte zu den Behandlungsvarianten der einzelnen Versuche mit den Werten der Eichen-Ertragstafel von JÜTTNER (1955), mäßige bzw. starke Durchforstung, verglichen.

Der Vergleich der Höhenentwicklung des Grundflächenmittelstamms mit der Ertragstafel (Abb. 1) zeigt, dass der Verlauf des Höhenwachstumsgangs der Ertragstafel offensichtlich den Wachstumsverlauf jüngerer Eichenbestände in Nordwestdeutschland relativ gut abbildet. Ein andeutungsweise steilerer Verlauf der Wachstumsgänge einzelner Versuchsfelder im letzten Abschnitt kann derzeit noch nicht fundiert beurteilt werden. Die Parzellen des Versuchs Neuenburg 317 liegen nach der Höhenentwicklung des Grundflächenmittelstamms zwischen der I. und II. Ertragsklasse, während alle anderen Versuche im Mittel mindestens der I. Ertragsklasse angehören bzw. diese zum Teil deutlich übertreffen.

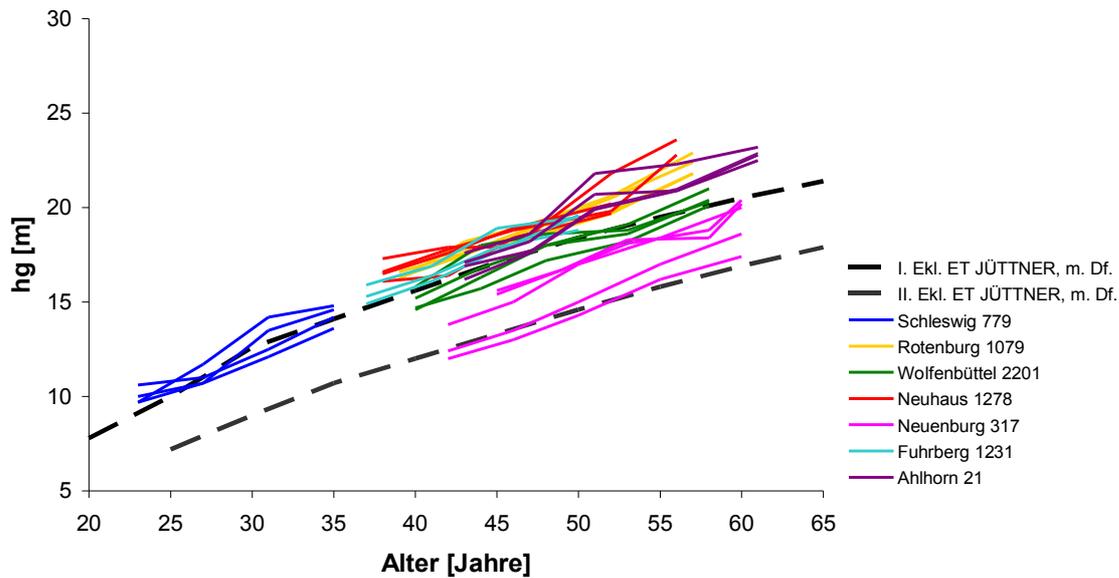


Abb. 1: Höhenentwicklung des Grundflächenmittelstamms über dem Alter im Vergleich zur Eichen-Ertragstafel JÜTTNER, maß. Df., I. und II. Ertragsklasse

Eine zunächst zu vermutende positive rechnerische Beeinflussung der Höhenentwicklung des Grundflächenmittelstamms durch die anfängliche Entnahme des arteiligen Unterstands (siehe 2.1) führt offensichtlich nicht zur Überschätzung der Leistungsfähigkeit. Diesen Schluss lässt ein Vergleich der Oberhöhenentwicklung der Versuche mit der Ertragstafel, in diesem Fall für die starke Df., zu (Abb. 3). Allerdings wird hier die Spitzenhöhe (h_{100}), die in der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt standardmäßig verwendet wird, aus den Versuchspartellen mit der Oberhöhe nach WEISE aus der Ertragstafel miteinander verglichen. Hier deutet sich für die jüngste Zeit ebenfalls ein positives Abweichen der Höhenentwicklung der Versuchsfelder gegenüber dem Ertragstafelverlauf an, das aber erst durch künftige Aufnahmen zu bestätigen wäre.

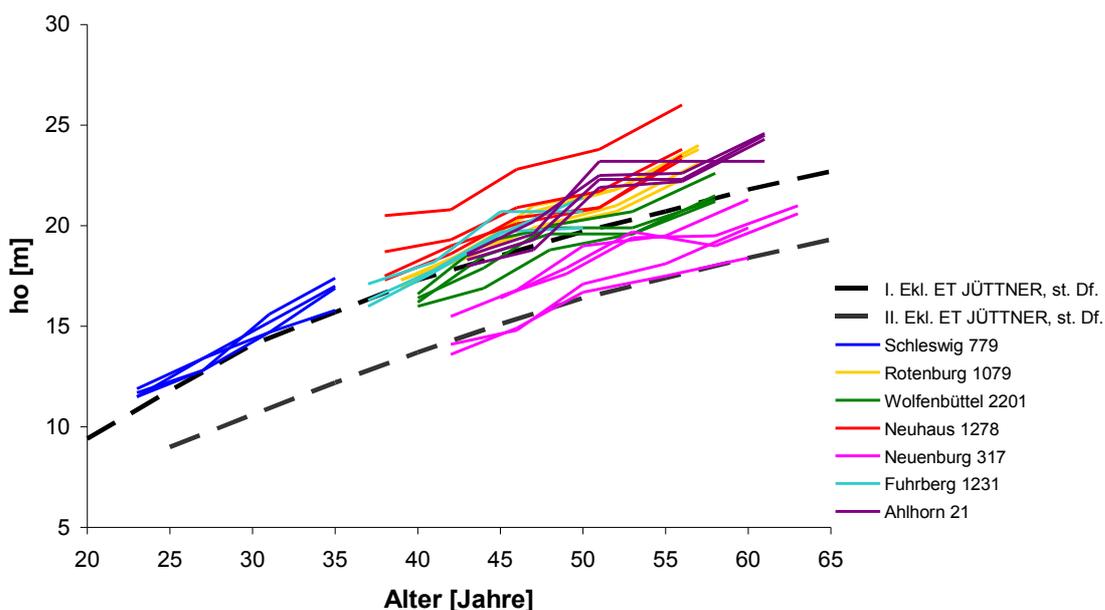


Abb. 2: Spitzenhöhe (h_{100}) für die Versuchsfelder über dem Alter im Vergleich zur Weise'schen Oberhöhe der Eichen-Ertragstafel JÜTTNER, starke Df., I. und II. Ertragsklasse

3.1.2 Stammzahl

Abbildung 3 zeigt die Stammzahlentwicklung des verbleibenden Bestandes der Nullfläche, der mäßigen, starken und sehr starken Durchforstung für vier Versuche im Vergleich zur Stammzahlentwicklung der Ertragstafel, I. Ekl., starke Df. und mäßige Df.. Die Parzellen aller Durchforstungsstärken aller dargestellten Versuche liegen mit ihrer Stammzahl im betrachteten Zeitraum unter der Stammzahllhaltung der mäßigen Durchforstung der Ertragstafel mit Ausnahme der Nullfläche des Versuchs Neuhaus 1278, deren Stammzahlentwicklung fast genau mit der der mäßigen Df. der Ertragstafel übereinstimmt.

Für die Stammzahllhaltung der behandelten Parzellen hat die Entnahme des Unterstandes zu Versuchsbeginn in den ursprünglich sehr stammzahlreich begründeten Beständen zu einer erheblichen Reduktion der Stammzahl beigetragen, die bis zum derzeitigen Zeitpunkt durch den natürlichen Absterbeprozess des Unterstandes wahrscheinlich noch nicht erreicht worden wäre. Die Tatsache jedoch, dass auch die Nullflächen vergleichsweise geringe Stammzahlen aufweisen, die gerade das Niveau der Ertragstafel, starke Df., erreichen, deutet auf eine gegenüber der Ertragstafel schnellere Selbstdifferenzierung und natürliche Ausscheidung in diesen durchweg wüchsigen Beständen hin. Zu einer überdurchschnittlichen Stammzahlreduktion in der vorletzten dargestellten Periode, die sich allerdings in der logarithmischen Darstellung nicht mehr sehr stark abzeichnet, hat eine Welle des Eichensterbens in Nordwestdeutschland in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre geführt, die mehr oder weniger in allen Versuchen außer Schleswig 779 zu einer höheren Mortalität führte. Außerdem zeigt die Abbildung die Stammzahlentwicklung der beiden Lichtungsparzellen des Versuchs Neuenburg 317. Hier sind im Alter 63 Jahre durch planmäßige Entnahmen und Absterbeerscheinungen nur noch 129 bzw. 161 Stämme je ha vorhanden.

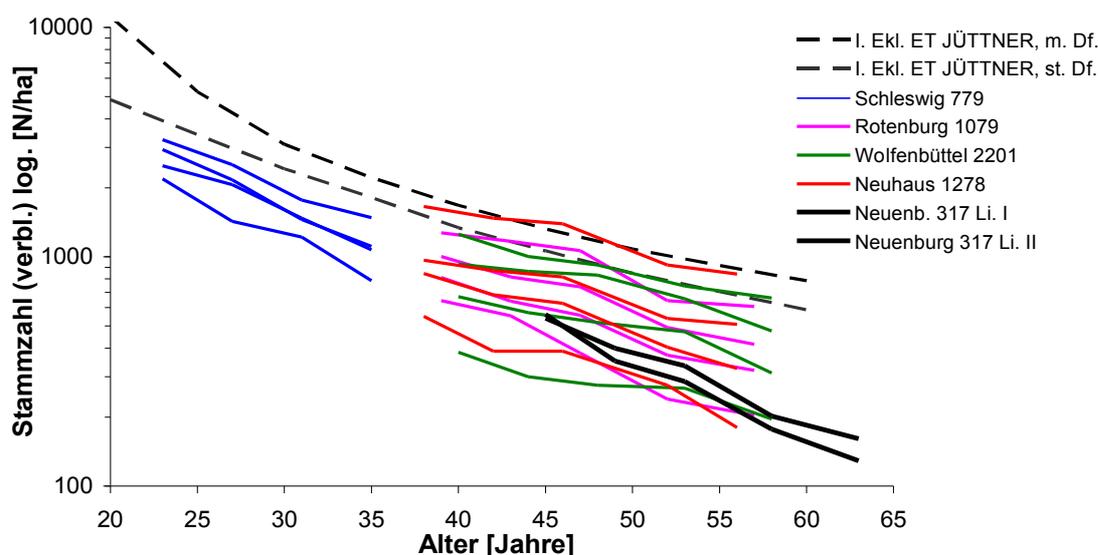


Abb. 3: Stammzahlentwicklung für die Versuchsflächen über dem Alter; Reihenfolge für die Varianten eines Versuchs - von oben: Null, mä., st., s. st. Df.; Vergleich: Stammzahlentwicklung der ET JÜTTNER, I. Ekl., mäß. u. st. Df.

3.1.3 Grundflächenhaltung und Vorratsentwicklung

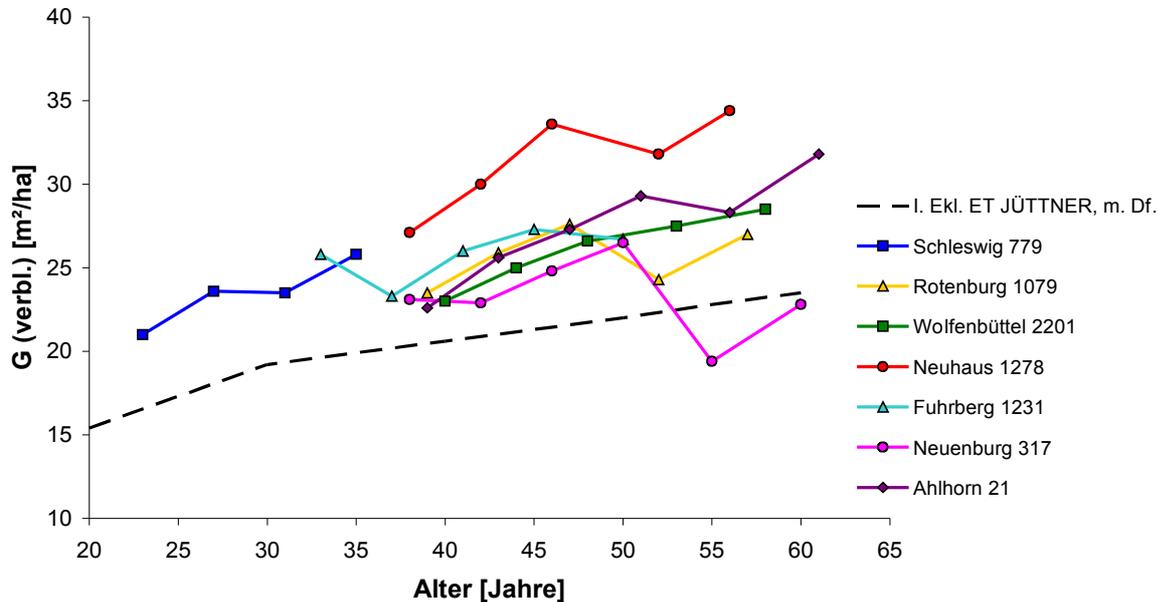


Abb. 4: Entwicklung der Grundfläche des verbleibenden Bestandes der Nullflächen der Eichen-Durchforstungsversuchsserie; Vergleich mit der Grundflächenhaltung (verbl. Bestand) der ET JÜTTNER, I. Ekl., mäß. Df.

Während die Stammzahlen der Nullflächen kaum die Werte der mäßigen Df. der Ertragstafel erreichen, liegen die Grundflächenhaltungen der Nullflächen in fast allen Versuchen im Betrachtungszeitraum bereits zum Teil erheblich über der Grundflächenhaltung der Ertragstafel, mäß. Df.. Nur die Nullfläche Ahlhorn 317 hat die starke, durch Eichensterben verursachte Grundflächenabsenkung in der vorletzten Periode bis zur letzten Aufnahme 2006 noch nicht ausgleichen können. Auch in der Grundflächenentwicklung der anderen Versuche zeigt sich die Wirkung dieses überregionalen Schadereignisses, jedoch weniger stark. Insgesamt scheint die Tendenz einer weiteren Zunahme der Grundfläche in den undurchforsteten Parzellen in allen Versuchen weiter zu bestehen.

Dem entsprechend liegen die Bestockungsgrade der behandelten und in der Grundflächenhaltung auf 80 %, 65 % bzw. 50 % der Grundfläche der Nullfläche abgesenkten Parzellen gemessen an der Ertragstafel z. T. deutlich höher als 0,8, / 0,65 / 0,5 und das Ertragsniveau des jeweiligen Versuchsstandort wird somit berücksichtigt.

In der Vorratsentwicklung (siehe Abb. 5) kommt die hohe Ertragsleistung insbesondere der Versuche Schleswig 779, Neuhaus 1278 und Ahlhorn 21 (in Abb. 5 nicht dargestellt) zum Ausdruck. Hier liegen die Vorräte der Variante „starke Durchforstung“ bei der Höhe des Vorrats der I. Ekl. mäß. Df. der Ertragstafel JÜTTNER. Bezüglich des Derbholzvorrats ungefähr auf dem Niveau der Ertragstafel liegen die Versuche Wolfenbüttel 2201 sowie Fuhrberg 1231 und Neuenburg 317 (in Abb. 5 nicht dargestellt). Hier werden in den Varianten „mäßige Durchforstung“ und „starke Durchforstung“ in etwa die Werte der entsprechenden Tafel (für Neuenburg 317 – II. Ekl.) erreicht. Mit nur ca. 75 % bzw. 65 % des Derbholzvorrats der starken Durchforstung der Ertragstafel (II. Ekl.) offenbaren die beiden Lichtungspartellen des Versuchs Neuenburg 317 zum derzeitigen Zeitpunkt erhebliche Nachteile dieser Variante in der Massenleistung.

3.1.4 Laufender jährlicher Derbholzzuwachs

Für den Vergleich des laufenden jährlichen Derbholzzuwachses sollen drei Aspekte näher betrachtet werden: die absolute Höhe des Zuwachses in den Durchforstungsstärken im Vergleich zu den Angaben der Ertragstafel, der Zuwachsverlauf über den Beobachtungszeitraum mit seinen periodische Schwankungen und die Relation des laufenden Zuwachses zwischen den einzelnen Durchforstungsstärken.

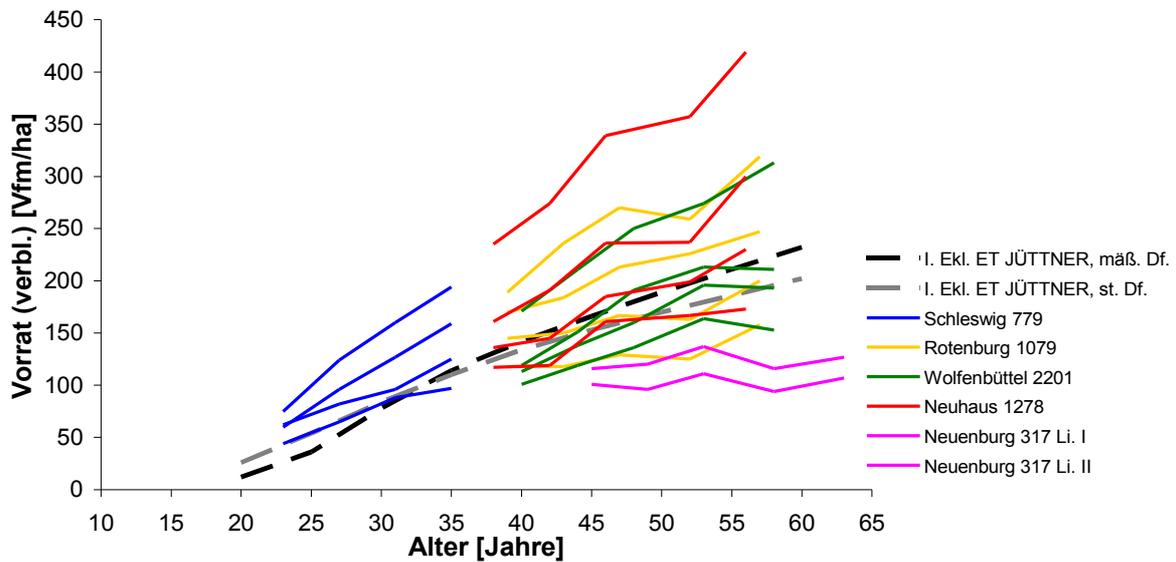


Abb. 5: Entwicklung des Derbholtvorrats (verbleibender Bestand) über dem Alter; Reihenfolge für die Varianten eines Versuchs - von oben: Null, mäß., st., s. st. Df.; Vergleich zur Eichen-Ertragstafel JÜTTNER, I. Ekl., mäßige Df. und starke Df.

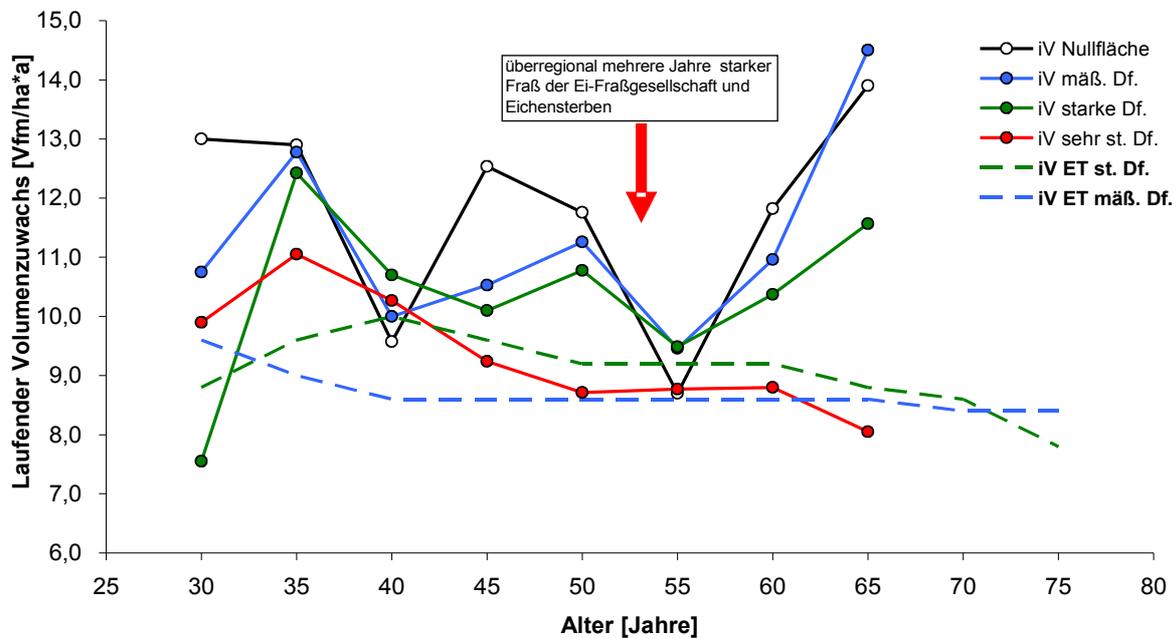


Abb. 6: Entwicklung des laufenden jährlichen Derbholtzuwachses; arithmetisches Mittel aller Versuche für eine Behandlung jeweils bezogen auf das Ende einer 5-Jahresperiode; Vergleich zur Eichen-Ertragstafel JÜTTNER, I. Ekl., mäßige Df. und starke Df.

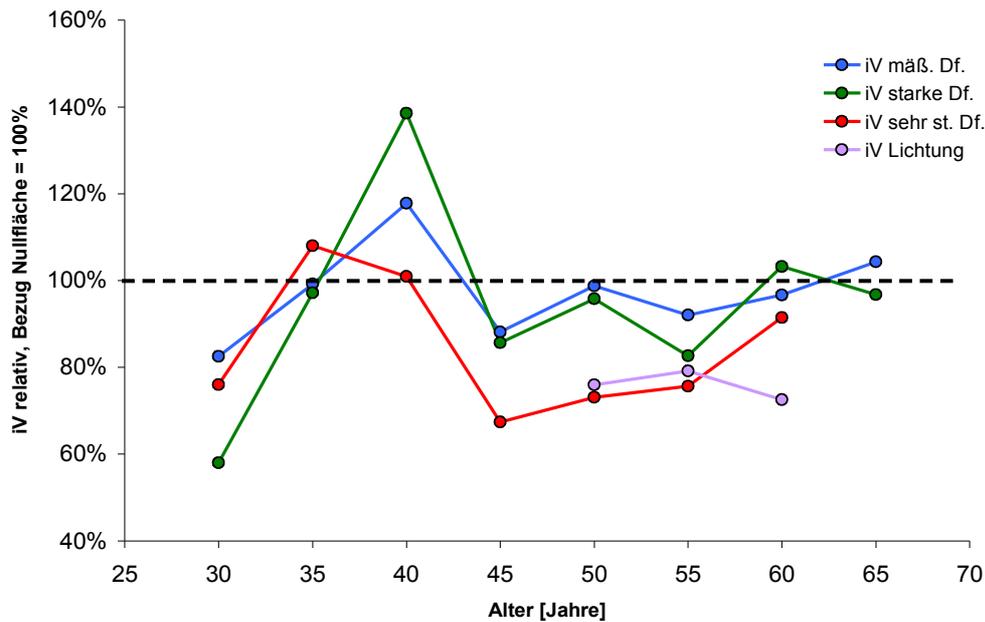


Abb. 7: Relative Höhe des laufenden jährlichen Derbhholzzuwachses; arithmetisches Mittel aller Versuche für eine Behandlung jeweils bezogen auf das Ende einer 5-Jahresperiode; Nullflä. zum entsprechenden Zeitpunkt = 100 % Vergleich zur Eichen-Ertragstafel JÜTTNER, I. Ekl., mäßige Df. und starke Df.

Abbildung 6 zeigt die Entwicklung des laufenden jährlichen Derbhholzzuwachses für die unterschiedlichen Durchforstungsstärken der Versuchsserie. In diese Darstellung nicht mit einbezogen wurde der im Vergleich zu den anderen deutlich jüngere Versuch Schleswig 779. Für die bessere Übersichtlichkeit wurden die Daten in der Darstellung zusammengefasst. Da das Alter der Versuchsbestände nur um wenige Jahre voneinander abweicht, wurden die beobachteten Zuwachswerte jeweils auf das Ende einer 5-Jahresperiode bezogen und zu diesem Zeitpunkt das arithmetische Mittel für den Zuwachs einer Durchforstungsstärke über alle Versuche gebildet. Die Werte der beiden Lichtungspartellen in Neuenburg 317 wurden für Abb. 6 der starken Durchforstung zugerechnet. Die Werte für die Darstellung der Zuwachsrelationen in Abb. 7 wurden in gleicher Weise hergeleitet, allerdings sind hier die beiden Lichtungspartellen in Neuenburg 317 gesondert aufgeführt.

Es zeigt sich, dass die laufenden jährlichen Derbhholzzuwächse für den Beobachtungszeitraum im Mittel aller Versuche über den Referenzwerten der Ertragstafel Eiche, JÜTTNER, I. Ekl., mäßige bzw. starke Df., liegen. Im Verlauf zeigen sich starke periodische Schwankungen der Zuwachswerte. So kann ein Einbruch des laufenden Zuwachses in der Periode 1996 – 2001 mit dem in Nordwestdeutschland überregional starkem Fraß der Eichen-Fraßgesellschaft und einer Eichensterbewelle in diesem Zeitraum in Verbindung gebracht werden. Weiterhin auffällig ist das Abweichen des laufenden Zuwachses der sehr starken Durchforstung, der nach kurzem, vergleichsweise schwächeren Anstieg nach Durchforstungsbeginn nahezu kontinuierlich abnimmt, sich damit von zwischenzeitlich sehr zuwachsstarken Perioden in den anderen Varianten abkoppelt und zuletzt sogar den Zuwachs der Ertragstafel unterschreitet. Allerdings beeinflussen die mit zur starken Df. gerechneten Lichtungspartellen den Wert deutlich negativ. Abbildung 7 zeigt das Verhältnis des laufenden jährlichen Derbhholzzuwachses der Durchforstungsstärken bezogen auf die undurchforstete Fläche, die hier für die jeweilige Zuwachsperiode als Referenzwert gleich 100 % gesetzt wurde. Deutlich zeigt sich der Wuchsbeschleunigungseffekt kurz nach Durchforstungsbeginn, der jedoch für die sehr starke Durchforstung schwächer ausfällt als für die mäßige und starke Durchforstung. Danach bewegen sich die laufenden Zuwächse der mäßigen und starken Durchforstung ungefähr auf dem Niveau der undurchforsteten Fläche, während das Zuwachsniveau der sehr starken Durchforstung zunächst stark abfällt und erst langsam ansteigt bzw. für die Lichtung (hier für die ersten Zuwachsperioden keine plausiblen Daten) weiter deutlich reduziert bleibt.

3.2 Entwicklung der Z-Bäume

3.2.1 Durchmesserzuwachs der Z-Bäume

Neben der Betrachtung der bestandesbezogenen ertragskundlichen Kennwerte ist für Eichenbestände aufgrund des in der Regel zu unterstellenden Produktionsziels Wertholz die Betrachtung des Zuwachses und der Qualitätsentwicklung der im Rahmen einer Auslesedurchforstung geförderten Bäume von besonderem Interesse. In der untersuchten Eichen-Durchforstungsversuchsreihe sind zu Durchforstungsbeginn Z-Bäume ausgewählt und markiert worden (siehe Kap. 2.1, Tab. 1). Die Anzahl der zu Durchforstungsbeginn ausgewählten Z-Bäume nimmt

mit der Durchforstungsstärke ab, umfasste jedoch in der Regel ca. die dreifache der im Endbestand erwarteten Stammzahl, also in der sehr starken Durchforstung immer noch ca. 180 Bäume / ha. Durch die stetige kritische Prüfung und Auslese aus diesem Kollektiv soll im Zuge der Durchforstungen der qualitativ möglichst hochwertige Endbestand herausgearbeitet werden. Nur in dem bei Durchforstungsbeginn bereits stark ausdifferenzierten Versuchsbestand Ahlhorn 21 und in den Lichtungspartellen in Neuenburg 317 umfasste das Z-Baumkollektiv nur die Anzahl der im Endbestand erwarteten Bäume. In allen Nullflächen umfasste ein dauerhaft markiertes Vergleichskollektiv zu Beginn 100 Bäume / ha.

Für die weiteren Betrachtungen und Vergleiche des Radialzuwachses der Z-Bäume unter den verschiedenen Durchforstungsstärken stellten diese unterschiedlich großen Z-Baumkollektive zunächst ein gewisses Problem dar. Deshalb wird für die folgenden Vergleiche ein Kollektiv der zu Durchforstungsbeginn stärksten Z-Bäume im Umfang der anfänglichen Z-Baumzahl der sehr starken Durchforstung, also ca. 180 Bäume / ha (für Ahlhorn 21: 60 Bäume / ha) herangezogen. Dieses Kollektiv wird noch einmal unterteilt in die stärksten 100 Z-Bäume / ha und die nächst stärksten 80. Damit kann ein Vergleich zu den Nullflächen mit ihren 100 Z-Bäumen / ha gezogen werden und eventuelle Unterschiede im Zuwachsverhalten sehr starker und weniger starker Z-Bäume werden verdeutlicht. Die Grundlage der Betrachtungen bilden die Versuche Ahlhorn 21, Neuhaus 1278, Rotenburg 1079 und Wolfenbüttel 2201, da sie alle zu betrachtenden Behandlungen umfassen und mindestens der I. Ekl. angehören.

Tab. 4 zeigt zunächst die Mittelwerte (arithm. Mittel) der mittleren Brusthöhendurchmesser jeweils 100 stärksten Z-Bäume / ha (Ahlhorn 21: 60 stärkste / ha) zur letzten Aufnahme im Jahre 2006 nach vier Zuwachsperioden in der jeweiligen Behandlung. Man erkennt im Wesentlichen die erwartungsgemäße Staffelung der Durchmesser mit einer tendenziellen Zunahme mit steigender Durchforstungsstärke. Größere Zunahmen gibt es in der Regel von der Nullfläche zur mäßigen Durchforstung. Die Unterschiede der Brusthöhendurchmesser zwischen Nullfläche und sehr starker Durchforstung betragen im Durchschnitt ca. 5 cm. In der sehr starken Durchforstung werden in einem Alter von ungefähr 60 Jahren in den betrachteten Versuchsflächen von den 100 stärksten Z-Bäumen / ha mittlere Brusthöhendurchmesser von ca. 35 cm erreicht. Die statische Betrachtung der Brusthöhendurchmesser-Mittelwerte soll nur die absolut erreichten Dimensionen zum gegenwärtigen Alter und zwischen den einzelnen Versuchen verdeutlichen. Sonst ist sie nur bedingt aussagekräftig, da in einigen Fällen bereits zu Durchforstungsbeginn signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Behandlungen innerhalb des Versuchs bestanden.

Tab. 4: Mittelwerte (arithmetische Mittel) der mittleren Brusthöhendurchmesser der jeweils 100 stärksten Z-Bäume / ha für jede Durchforstungsstärke im Jahre 2006

Versuch	Alter [Jahre]	Mittelwerte der Brusthöhendurchmesser der 100 stärksten Z-Bäume / ha im Jahr 2006 [cm]			
		Nullflä.	mäßige Df.	starke Df.	sehr st. Df.
Ahlhorn 21 (60 stärkste Z.-Bäume/ha)	61	32,3	34,5	36,7	37,9
Neuhaus 1278	56	29,6	33,0	34,9	34,7
Rotenburg 1079	57	27,9	31,8	31,9	33,6
Wolfenbüttel 2201	58	28,4	30,2	33,4	34,7

Geeigneter für die Beurteilung der Wirkung der Durchforstungsstärke auf den Durchmesserzuwachs der Z-Bäume ist die Untersuchung relativer und absoluter Durchmesserzuwächse. Als Maß für den absoluten Durchmesserzuwachs wird im Folgenden die Jahrringbreite in Brusthöhe (kurz Jahrringbreite) verwendet. Sie wird

als Durchschnittswert ohne Berücksichtigung etwaiger gleichzeitiger Veränderungen der Rindenstärke aus den Differenzen gemessener Brusthöhendurchmesser berechnet.

In Abb. 8 ist die relative Zunahme des Brusthöhendurchmessers während des 18jährigen Beobachtungszeitraums über der Durchforstungsstärke dargestellt. Dabei wurde unterschieden zwischen dem Kollektiv der 100 stärksten Z-Bäume / ha und den 80 nächst stärksten Z-Bäumen / ha für die durchforsteten Varianten (außer Ahlhorn 21). Es wurden jeweils alle betrachteten Versuche zu einer Stichprobe vereinigt.

Gemäß den Erwartungen steigt der Relativzuwachs mit Durchforstungsstärke allerdings nicht linear zu dieser, sondern mit abnehmendem Anstieg. Dieser Umstand ist bei den nächst stärkeren 80 Z-Bäumen / ha noch deutlicher erkennbar. Der Relativzuwachs der schwächeren Z-Bäume befindet sich auf einem insgesamt höheren Niveau.

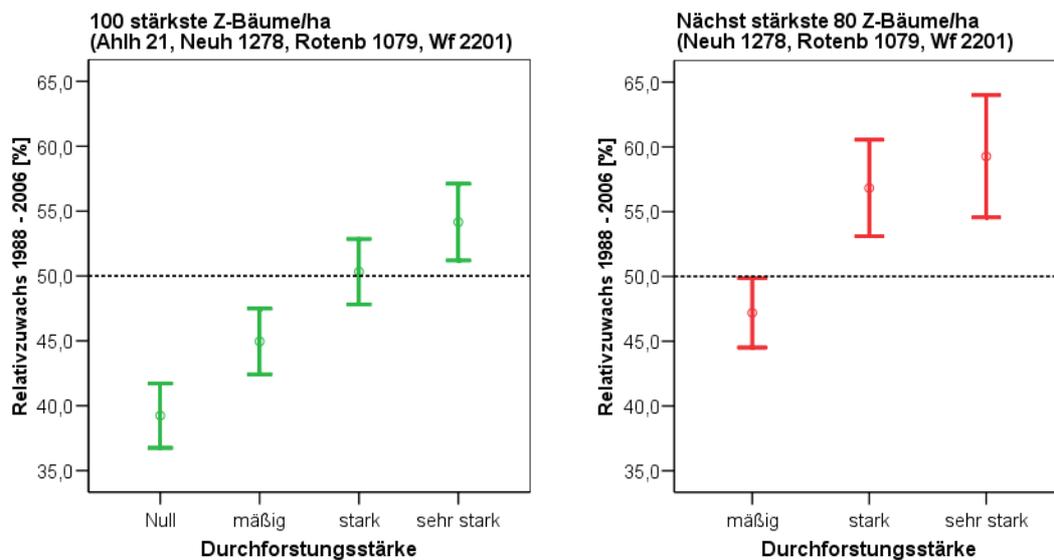


Abb. 8: Relative Zunahme des Brusthöhendurchmessers während des 18jährigen Beobachtungszeitraum über der Durchforstungsstärke; 100 stärkste Z-Bäume / ha (Ahlhorn 21: 60) und 80 nächst stärkste Z-Bäume / ha für die durchforsteten Varianten (außer Ahlhorn 21)

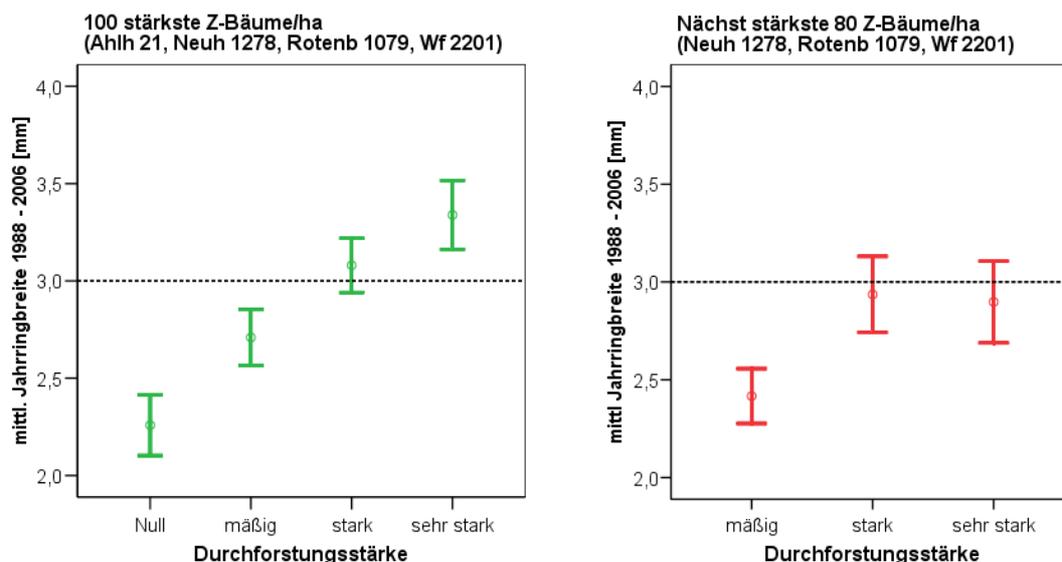


Abb.9: Mittlere Jahringbreite während des 18jährigen Beobachtungszeitraum über der Durchforstungsstärke; 100 stärkste Z-Bäume / ha (Ahlhorn 21: 60) und 80 nächst stärkste Z-Bäume / ha für die durchforsteten Varianten (außer Ahlhorn 21)

Ähnlich wie die relative Zunahme der Brusthöhendurchmesser verhalten sich die durchschnittlichen Jahrringbreiten über den 18jährigen Beobachtungszeitraum. Bei den 100 stärksten Z-Bäumen / ha steigt die mittlere Jahrringbreite mit der Durchforstungsstärke. Die Zunahme erfolgt jedoch auch hier nicht linear, sondern degressiv. In der starken und der sehrstarken Durchforstung werden mittlere Jahrringbreiten über 3 mm erreicht. Die nächst stärksten 80 Z-Bäume / ha erreichen nicht ganz diese absoluten Jahrringbreiten, jedoch immer noch ca. 2,9 mm in der starken und sehr starken Durchforstung. Auffallend ist, dass das Kollektiv der schwächeren Z-Bäume in der sehr starken Df. etwas geringere Jahrringbreiten aufweist als in der starken Durchforstung. Dieses Phänomen wird v. a. durch den Versuch Wolfenbüttel 2201 verursacht, wo ein großer Teil dieser Bäume umgesetzt hat und zwischenzeitlich nicht mehr als Z-Baum bestätigt werden konnte.

In Tabelle 5 sind die Mittelwerte der Jahrringbreiten für die einzelnen Versuche hinterlegt einschließlich der Ergebnisse einer Signifikanzprüfung. Dabei wurden in allen Versuchen keine signifikanten Unterschiede zwischen den mittleren Jahrringbreiten der sehr starken und der starken Durchforstung gefunden, abgesehen von Wolfenbüttel 2201, wo in der Gruppe nächst stärksten 80 Z-Bäume / ha die sehr starke Durchforstung aus oben beschriebenen Gründen signifikant schmalere Jahrringe aufweist als die starke Durchforstung.

Bemerkenswert scheint noch, dass auch in den mäßigen Durchforstungen und selbst in den Nullflächen im Beobachtungszeitraum mittlere Jahrringbreiten weit über 2 mm erreicht werden.

Tab. 5: Vergleich der Mittelwerte der mittleren Jahrringbreiten 1988 – 2006 der je 100 stärksten Z-Bäume / ha und der je 80 nächst stärksten Z-Bäume / ha; gleiche Symbole in der Klammer zeigen zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05\%$ gesicherte Mittelwertunterschiede dieser Paare innerhalb der jeweiligen Gruppe (einfakt. ANOVA; Test nach BONFERRONI, wo Varianzgleichheit nicht gesichert zusätzlich nach TAMHANE)

Versuch	Mittelwerte der mittleren Jahrringbreite 1988 – 2006 [mm]							
	100 stärkste Z-Bäume / ha				80 nächst stärkste Z-Bäume / ha			
	Nullflä.	mäßige Df.	starke Df.	sehr st. Df.	Nullflä.	mäßige Df.	starke Df.	sehr st. Df.
Ahlhorn 21 (60 stärkste Z.-Bäume/ha)	2,23 (., ■)	2,54 (▲)	3,10 (■)	3,65 (., ▲)	-	-	-	- (.)
Neuhaus 1278	2,36 (., ■, ▲)	3,00 (.)	3,29 (■)	3,35 (▲)	-	2,45 (.)	2,98	3,03 (.)
Rotenburg 1079	2,28 (., ■)	2,70 (▲)	2,95 (■)	3,49 (., ▲)	-	2,47 (.)	2,87	3,07 (.)
Wolfenbüttel 2201	2,14 (., ■)	2,52	2,95 (■)	3,02 (.)	-	2,32 (.)	2,97 (., ■)	2,31 (■)

Zusätzliche Erkenntnisse ergeben sich aus einer höheren zeitlichen Auflösung. Deshalb wurden die mittleren Jahrringbreiten der 100 stärksten Z-Bäume / ha nach Durchforstungsstärken auch noch in ihrer zeitlichen Abfolge über die 4 Zuwachsperioden dargestellt, die der 18jährige Beobachtungszeitraum umfasst (Abb. 11). Zunächst fällt der deutliche Einbruch der Jahrringbreiten in der dritten Zuwachsperiode auf. Die Zuwachsverluste offensichtlich auch an den Z-Bäumen in dieser Periode sind die Folge des z. T. mehrmaligen Fraßes der Eichen-Fraßgesellschaft. Am stärksten betroffen scheint hiervon die mäßige Durchforstung. Über alle Zuwachsperioden hinweg scheinen sich folgende Trends anzudeuten: für die undurchforsteten Flächen Abnahme der Jahrringbreiten, für die mäßig durchforsteten Flächen vorläufig gleichmäßiger Verlauf auf dem Niveau des Durchforstungsbeginns und in der starken und sehr starken Durchforstung nach starkem Anstieg zu Durchforstungsbeginn möglicherweise zunächst eine Stabilisierung der Jahrringbreite auf hohem Niveau. Dabei ist zu beachten, dass es sich hier immer noch um Mittelwerte über Perioden handelt; jährliche Schwankungen der Jahrringbreite können möglicherweise viel größer ausfallen.

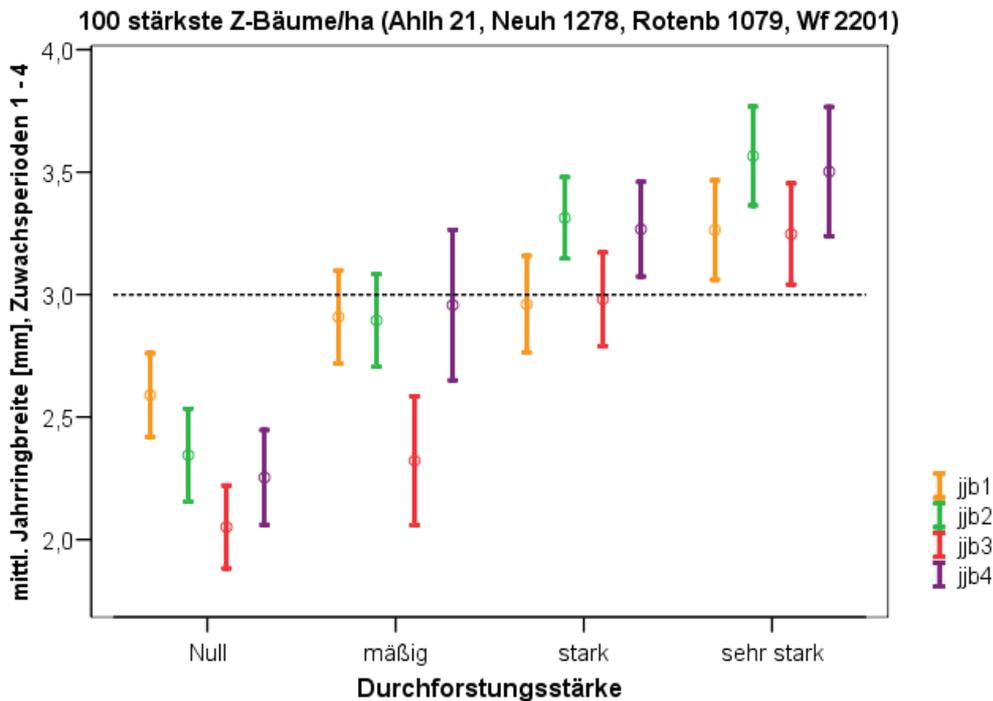


Abb.10: Mittlere Jahrringbreite der 100 stärksten Z-Bäume / ha (Ahlhorn 21: 60) in den 4 Zuwachperioden des 18jährigen Beobachtungszeitraum über der Durchforstungsstärke (jjb1=1. Zuwachperiode, jjb2=2. Zuwachperiode usw.)

3.2.2 Entwicklung der Z-Baumzahlen

Immer wieder diskutiert wird die Frage der Z-Baumzahlen zu Durchforstungsbeginn. Sollen zu Beginn einer Auslesedurchforstung nur Z-Bäume im Umfang der erwarteten Endbaumzahl ausgewählt werden oder ist es sinnvoll anfangs ein größeres Z-Baumkollektiv zu kennzeichnen, das im Zuge der kontinuierlichen Bestandespflege und der ständigen kritischen Überprüfung sich allmählich verkleinert und auf den Endbestand hinführt.

Bei der Konzeption der vorliegenden Eichen-Durchforstungsversuchsserie wurde weitgehend der zweiten Vorgehensweise gefolgt. In Ahlhorn 21 und in den Lichtungspartellen des Versuchs Neuenburg 317 wurde jedoch umfasste das Z-Baumkollektiv zu Durchforstungsbeginn nur die jeweils angestrebte Endbaumzahl bei Erreichen des Produktionsziels. Abb. 11 die Entwicklung der Z-Baumzahlen in den Versuchen Wolfenbüttel 2201, Ahlhorn 21 und der Lichtungspartellen in Neuenburg 317.

Wolfenbüttel 2201 steht exemplarisch für die Entwicklung in den anderen, mit hoher Z-Baumzahl begonnenen Versuchen, in den durchforsteten Varianten verringert sich die Z-Baumzahl allmählich. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es jedoch noch genügend „Reservebäume“ im Hinblick auf die erwartete Endbaumzahl.

Anders dagegen in den schon mit geringer Stammzahl begonnenen Versuchen. Ausfälle von Z-Bäumen durch Eichensterben, aber auch durch Umsetzen in erster Linie aufgrund starker zwischenzeitlich eingetretener Qualitätsmängel haben die Z-Baumzahl bereits im Alter 61 bzw. 63 so stark reduziert, was die künftige flächenbezogene Wertleistung der Bestände deutlich negativ beeinflussen dürfte.

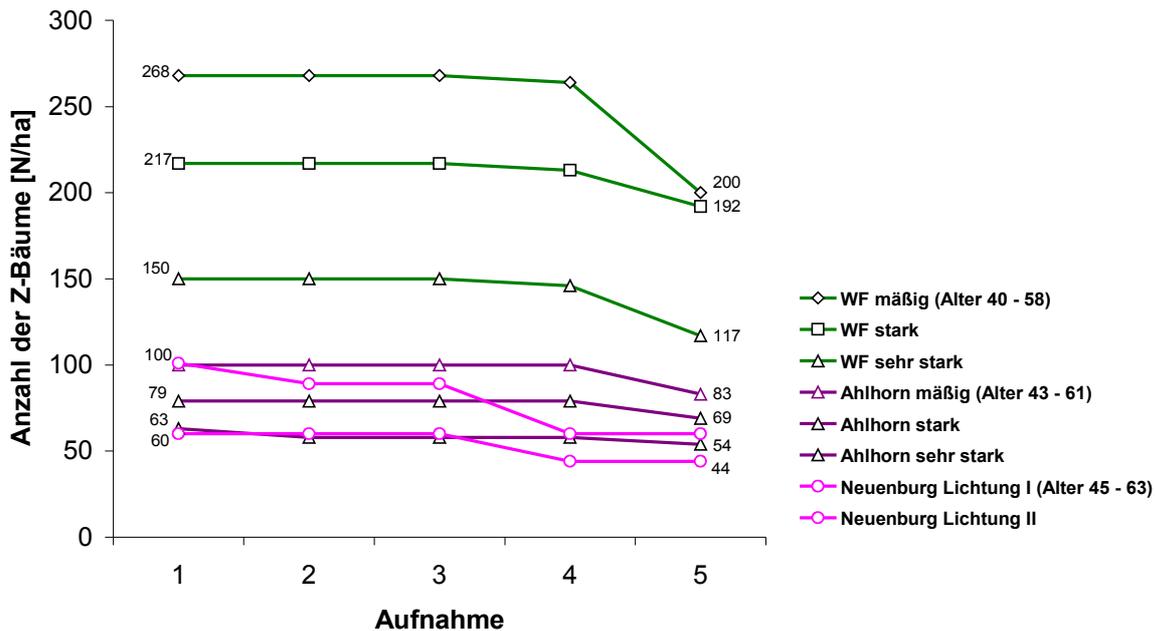


Abb. 11: Entwicklung der Z-Baumzahlen der Eichen-Durchforstungsversuche Wolfenbüttel 2201, Ahlhorn 21 und der Lichtungspartellen Neuhaus 317 über einen 18jährigen Beobachtungszeitraum

3.2.3 Verhältnis von Kronenbreite und Durchmesserentwicklung bei unterschiedlicher Durchforstungsstärke

Zur Beurteilung der Standraumökonomie von Bäumen wird häufig die Beziehung zwischen Brusthöhendurchmesser und Kronenbreite herangezogen. Zwischen diesen Werten besteht in der Regel ein Zusammenhang, der sich mit einer linearen Funktion befriedigend ausgleichen lässt.

Für den Eichen-Durchforstungsversuch Neuhaus 1278 wurden im Zuge der Wasserreiserhebung zur ertragskundlichen Aufnahme im Jahre 2006 (Bestandesalter 56 Jahre) die Kronen der zu diesem Zeitpunkt bestätigten Z-Bäume abgelotet. Aus den Werten der Ablotung auf 8 festen Radien wurde die Kronenschirmfläche mittels Teilkreisverfahren berechnet. Aus der Kronenschirmfläche wiederum wurde die durchschnittliche Kronenbreite bestimmt. Die 151 abgeloteten Kronen verteilen sich folgendermaßen auf die verschiedenen Behandlungen:

Nullfläche N = 24; mäßige Df. N = 47; starke Df. N = 44; sehr starke Df. N = 36

Auf der Grundlage dieser Erhebung wurde am Beispiel des Versuchs Neuhaus 1278 der Zusammenhang zwischen Kronenbreite und Durchmesserentwicklung untersucht. Die Beziehung zwischen Brusthöhendurchmesser und durchschnittlicher Kronenbreite ist in Abb. 12 dargestellt. Da zunächst unterstellt wurde, dass sich die Durchforstungsstärke auf die Standraumausnutzung der Z-Bäume auswirkt und gleiche Durchmesser bei weniger starker Freistellung auch mit geringerer Kronengröße erreicht werden bzw. bei übermäßig freigestellten Bäumen möglicherweise die auf die Kronenfläche bezogene Zuwachsleistung geringer ist, wurde die das Verhältnis für alle Durchforstungsstärken getrennt linear ausgeglichen. Als Referenz wurde die Kronenbreiten-BHD-Funktion für Eiche aus BWin Pro 6.2 mit dargestellt, die den linearen Ausgleich um einen Term mit einer Exponentialfunktion ergänzt. Das Ergebnis scheint die oben ausgesprochene Vermutung zunächst zu bestätigen. Für die Z-Bäume der Nullfläche, der mäßigen und der starken Durchforstung steigt die Kronenbreite als lineare Funktion des Brusthöhendurchmessers nur sehr gering an. Außerdem ist eine sehr große Streuung der Werte ist zu verzeichnen. Anders dagegen in der sehr starken Durchforstung – zu größeren Brusthöhendurchmessern gehört in diesem Fall auch eine deutlich größere Kronenbreite. Die Kronenbreiten-BHD-Funktion aus BWin Pro bildet für den gegebenen Wertebereich den Anstieg der Kronenbreite über dem BHD für die sehr starke Durchforstung bei etwas tieferer Lage gut ab. Nun handelt es sich bei dieser Betrachtung um eine reine Momentaufnahme des gegenwärtigen Zustandes. Kronenablötungen für den Zustand zu Durchforstungsbeginn lagen leider nicht vor.

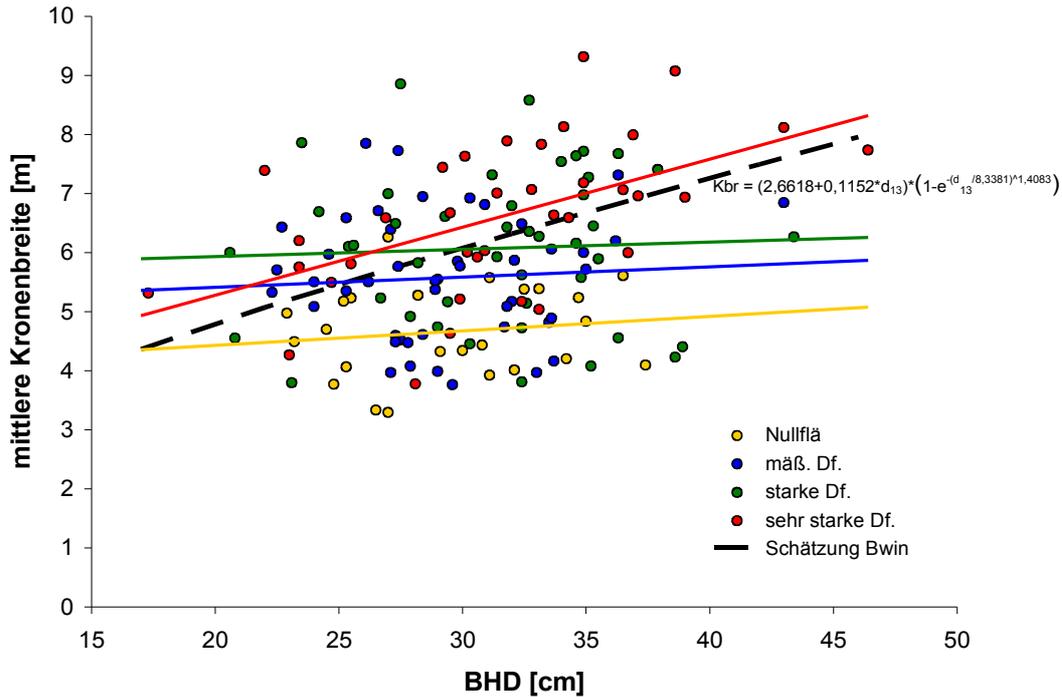


Abb. 12: Mittlere Kronenbreite über dem Brusthöhendurchmesser für die Z-Bäume des Eichen-Durchforstungsversuchs Neuhaus 1278 zum Zeitpunkt der ertragskundlichen Aufnahme 2006 (Bestandesalter 56 Jahre)

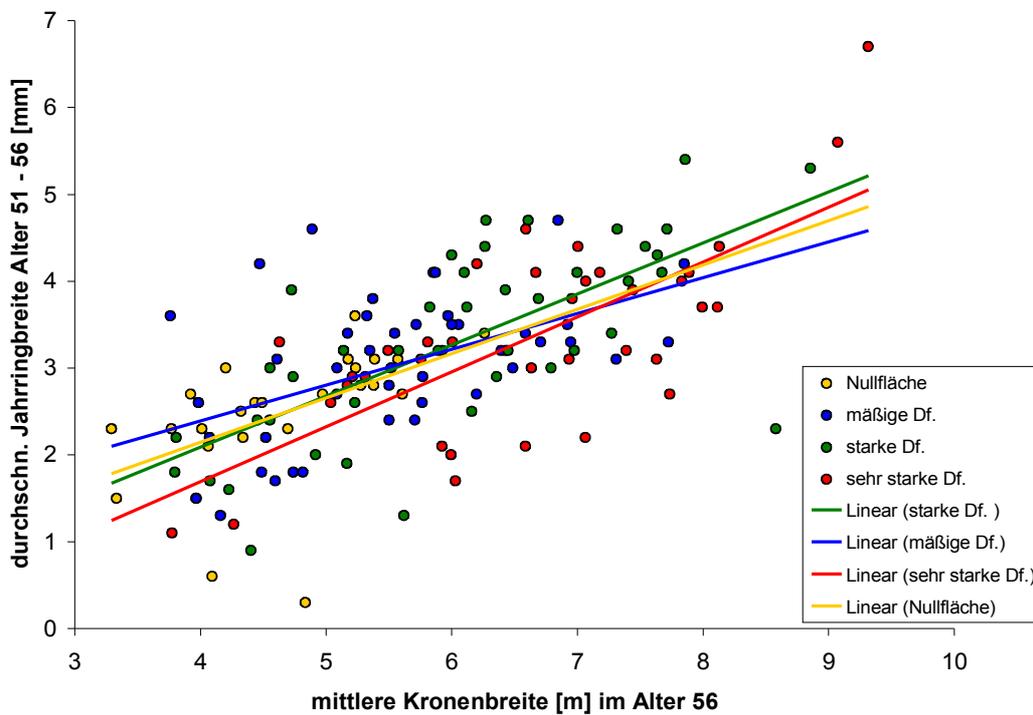


Abb. 13: Durchschnittliche Jahringbreite der Zuwachperiode 2001 bis 2006 über der mittleren Kronenbreite der Z-Bäume des Eichen-Durchforstungsversuchs Neuhaus 1278 zum Zeitpunkt der ertragskundlichen Aufnahme 2006 (Alter 56 Jahre)

Deshalb wurde als Möglichkeit zur Erfassung der gegenwärtigen Dynamik die Darstellung des Zusammenhangs zwischen mittlerer Kronenbreite und durchschnittlicher Jahringbreite der letzten Zuwachperiode vor der Kronenablotung gewählt (Abb. 13), da diese Werte auch in einer unmittelbaren zeitlichen Beziehung zueinander stehen. Auch hier wurde die Beziehung zunächst getrennt für alle Durchforstungsstärken ausgeglichen. Es bestehen hier deutlich straffere Zusammenhänge zwischen den betrachteten Größen, die Streuung ist geringer und die

linearen Ausgleichsfunktionen erzielen deutlich höhere Bestimmtheitsmaße. Der Verlauf des Geradenbündels legt die Vermutung nahe, dass der zu beschreibende Zusammenhang für alle Durchforstungsstärken der gleiche ist. Damit scheint die zu Abb. 12 geäußerte Vermutung über die Standraumökonomie der Z-Bäume in den verschiedenen Durchforstungsstärken nicht haltbar. Außerdem werden durch die Abb. 13 für diesen Standort und das betrachtete Alter die bei einer bestimmten Kronenbreite zu erzielenden durchschnittlichen Jahrringbreiten abschätzbar.

3.2.4 Der Austrieb von Wasserreisern am unteren Stammabschnitt der Z-Bäume

Zur Untersuchung der Problematik des Austreibens entwertender Wasserreiser wurden an allen Versuchen der Eichen-Durchforstungsversuchsserie mehrfach die an den unteren 6 m des Stamms der Z-Bäume ausgetriebenen Wasserreiser gezählt sowie bezüglich ihrer Lage am Stamm und ihres Auftretens charakterisiert (siehe Kap. 2.3). Damit verbunden war das Abstoßen der Wasserreiser, so dass weiterführende Betrachtungen auch die Beurteilung der Wirksamkeit dieser Maßnahme als waldbaupraktische Option beinhalten könnten.

Während für die anderen Versuche der Versuchsserie die letzte Wasserreiseraufnahme mit der ertragskundlichen Aufnahme 2001 erfolgte, wurde in Neuhaus 1278 die Wasserreiseraufnahme in Zuge einer Diplomarbeit (KANZENBACH 2007) im Jahre 2006 erneut wiederholt.

Neuhaus 1278

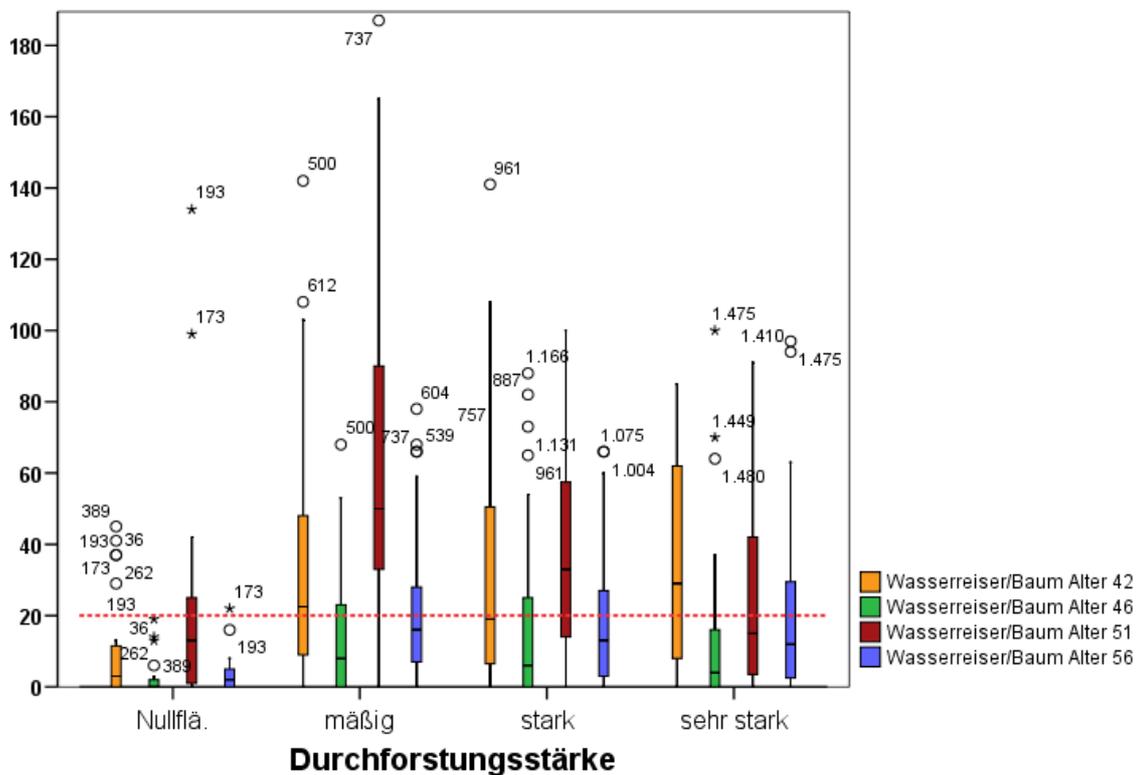


Abb. 14: Boxplot zur Anzahl der Wasserreiser/Z-Baum (Stammabschnitt 0 – 6 m) für den Eichen-Durchforstungsversuch Neuhaus 1278 in den verschiedenen Durchforstungsstärken zu den Bestandesaltern 42, 46, 51 und 56 Jahre (Mittellinie der Box: Median; obere u. untere Grenze der Box: 25%- und 75%-Perzentil, Linienenden: größter und kleinster Wert der Stichprobe; Kreis: Ausreißer; Stern: extremer Wert)

Abb. 14 zeigt die Lage und die Verteilung der Werte für die Variable Anzahl der Wasserreiser je Z-Baum am unteren 6 m-Stammabschnitt für verschiedenen Durchforstungsstärken und Aufnahmezeitpunkte. Es wird deutlich, dass die Z-Bäume in der Nullfläche zu allen Zeitpunkten erheblich weniger Wasserreiser aufwiesen als die durchforsteten Varianten. Dagegen schneidet die mäßig durchforstete Fläche zu allen Zeitpunkten am schlechtesten ab. Die starke Durchforstung weist zu allen Zeitpunkten die günstigsten Verhältnisse der durchforsteten Parzellen auf. Bei konstanter Rangfolge hat das Abstoßen der Wasserreiser in allen Parzellen zu einer Senkung des Wasserreiserbesatzes gegenüber der Ausgangssituation geführt.

Noch deutlich höher als zum Zeitpunkt der ersten in Abb. 14 erfassten Aufnahme war die Wasserreiseranzahl nämlich bei der Aufnahme im Alter 40 (BOSSE 1991) im Zuge einer Diplomarbeit, deren Urdaten leider nicht mehr zur Verfügung standen. Hier sind folgende arithmetischen Mittelwerte der Wasserreiseranzahl je untere 6 m des Z-Baums für die jeweils stärksten 100 Z-Bäume je Durchforstungsvariante angegeben:

Nullflä.: 43; mäßige Df.: 93; starke Df.: 69; sehr starke Df.: 91.

Ein zwischenzeitlich nochmals sehr starker Anstieg des Wasserreiserbesatzes in der vorletzten Zuwachsperiode steht mit hoher Wahrscheinlichkeit in Verbindung mit starkem Fraß an den Eichen durch die Eichen-Fraßgesellschaft in diesem Zeitraum. In jedem Fall wurde durch das Abstoßen der Wasserreiser ihr Erstarren zu Klebästen verhindert.

Die anderen Versuche zeigen von den gezeigten Verläufen des Versuchs Neuhaus 1278 abweichende Muster der zeitlichen Entwicklung und der Rangfolge der Durchforstungsvarianten bezüglich des Wasserreiserbesatzes. Die differenzierte Auswertung der großen vorliegenden Datenmenge und der zahlreichen zu berücksichtigenden Einflussfaktoren konnte im Rahmen der vorliegenden Auswertung nicht geleistet werden.

4 Diskussion

Die Auswertungen haben gezeigt, dass aus der jüngeren Eichen-Durchforstungsversuchsserie der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt schon nach relativ kurzer Beobachtungsdauer interessante Erkenntnisse bezüglich des Wachstums und die Bestandesbehandlung jüngerer Eichenbestände in Nordwestdeutschland gezogen werden können. In besonderem Maße trägt dazu die weit gestreute räumliche Verteilung der Versuchsanlagen im Untersuchungsraum in besonderem Maße aber auch das Extreme einschließende Spektrum der Behandlungen.

Der Vergleich der bisherigen Versuchsergebnisse mit den ertragskundlichen Kennwerten der Eichen-Ertragstafel von JÜTTNER (1955) erlaubt eine Einschätzung der Anwendbarkeit des dort hinterlegten Bestandesentwicklungsmodells für wüchsige Stieleichen-Bestände in Nordwestdeutschland. Der Höhenwachstumsgang der betrachteten Versuchsbestände über den Beobachtungszeitraum wird durch die Ertragstafel zutreffend abgebildet. Ein von PRETZSCH und UTSCHIG (1995) in rheinland-pfälzischen Traubeneichenversuchsflächen gefundener Bonitätsanstieg ab der IV. Altersklasse konnte bislang nicht gefunden werden, da die Versuchsbestände das entsprechende Alter gerade erst erreichen. Ein zum vorläufigen Beobachtungsende angedeuteter Anstieg des Höhenwachstums müsste sich erst noch bestätigen. Offensichtlich liegt für gut nährstoffversorgte und klimatisch begünstigte Standorte selbst bei physiologisch ungünstiger Stau- und Grundwasserbeeinflussung die durch das Höhenwachstum ausgedrückte Standortleistungsfähigkeit mindestens auf dem Niveau der I. Ertragsklasse Eichen-ertragstafel JÜTTNER (1955), tendenziell jedoch höher. Es handelt sich dabei um die Standorte, für die die Richtlinie zur Baumartenwahl in den Niedersächsischen Landesforsten auch vorrangig Waldentwicklungstypen mit führender Eiche vorsieht. Eine deutlich geringere Stammzahlhaltung im Vergleich zur Ertragstafel in den durchforsteten Parzellen aller Versuche kann zunächst mit der Entnahme des Unterstands zu Versuchsbeginn erklärt werden. Da jedoch auch die Stammzahlhaltungen der Nullflächen auffallend niedrig liegen, scheinen in wüchsigen nordwestdeutschen Eichenbeständen auch die frühen natürlichen Differenzierungs- und Ausscheidungsprozesse gegenüber der Ertragstafel schneller abzulaufen. Die der Grundflächenhaltung der undurchforsteten Parzellen aller Versuche liegt deutlich über der Grundflächenhaltung der Ertragstafel, maß. Df., I. Ekl.. Eine Ausnahme bildet die Nullfläche Neuenburg 317, die in allen Versuchen in der vorletzten Zuwachsperiode durch Eichensterben zu verzeichnende Grundflächenverluste noch nicht ausgleichen konnte. Ein weiterer Anstieg der Grundflächen zeichnet sich ab. Damit erweist sich die Versuchssteuerung über die Grundfläche einer Nullfläche zur Versuchsanlage als sinnvoll, da ein gegenüber der Tafel lokales höheres Ertragsniveau Berücksichtigung findet. In der Vorratshaltung zeigt sich die hohe Leistungsfähigkeit der Versuchsbestände insbesondere in Schleswig 779 und Neuhaus 1278. Es zeigt sich jedoch auch dass sehr starke Eingriffe wie in den Lichtungspartellen in Neuenburg 317 zu auf niedrigem Niveau stagnierenden Vorräten führen. Die Erklärung dafür liegt im Zusammenhang zwischen Grundflächenhaltung und laufendem Zuwachs. Schon in der relativ frühen Phase der Bestandesentwicklung, die der Beobachtungszeitraum abbildet, und in der der laufende Zuwachs noch auf insgesamt hohem Niveau liegt, führen übermäßig starke Grundflächenabsenkungen um 50% der standörtlich möglichen Grundflächenhaltung zu deutlichen Zuwachsverlusten. Starke Eingriffe mit bis zu 65% Grundflächenabsenkung führen dagegen im Beobachtungszeitraum noch nicht zu Zuwachsverlusten gegenüber nicht und mäßig durchforsteten Flächen. Damit decken sich die Versuchsergebnisse sehr gut mit den Erkenntnissen aus dänischen Eichen-Durchforstungsversuchen, die BRYNDUM (1966) mitteilt. Sie gehen auch konform mit den Erkenntnissen von PRETZSCH u. UTSCHIG (1995) sowie KRAMER (1987) und ERTELD (zit. Nach KRAMER 1988). Diese Autoren sprechen allerdings bezogen auf eine längere Bestandesentwicklung von deutlichen Zuwachsverlusten schon bei starker Durchforstung. Für den im vorliegenden Beispiel beobachteten Altersrahmen zwischen ca. 40 und 60 Jahren wäre hier näher zu differenzieren. Über das gesamte Bestandesleben scheint eine gestaffelte Durchforstung mit anfangs starken, jedoch nicht übermäßig starken und später mäßigen Eingriffen unter dem Gesichtspunkt der Flächenproduktivität aber auch der Pflege der wertbestimmenden Z-Bäume die angepasste Behandlung für Eichenbestände zu sein (KRAMER 1988). Außerdem zeigen sich in den vorliegenden Versuchsergebnissen starke periodische Schwankungen des laufenden Zuwachses als Reaktion auf biotische und abiotische Einflüsse, die in dichteren Beständen größer zu sein scheinen.

Die Durchmesserentwicklung der Z-Bäume zeigt zunächst, dass aufgrund der im Alter von ca. 60 Jahren erreichten Dimensionen der 100 stärksten Z-Bäume / ha auf leistungsfähigen Standorten zielstarkes Holz ab 6. Stärkeklasse in deutlich kürzeren Zeiträumen als 240 Jahren erzielbar scheint. Insofern bestätigen sich Erkenntnisse von KENK (1984) und SPIECKER (1983 a, b) sowie WILHELM et al. (1999). Übermäßig starke Freistellungen der Z-Bäume

mit Entnahme von mehr als einem Bedränger bei 4 bis 5jähriger Durchforstungswiederkehr, wie hier in der sehr starken Durchforstung praktiziert, erscheinen schon zu Beginn der Durchforstungsphase nicht sinnvoll, da sie gegenüber der starken Förderung der Z-Bäume (Entnahme durchschnittlich eines Bedrängers) keine signifikante weitere Steigerung des Durchmesserzuwachses bewirken. Schon bei starker Durchforstung werden teilweise maximale durchschnittliche Jahrringbreiten von deutlich über 4 mm an Z-Bäumen erreicht. Die entsprechenden Bäume in einem 56jährigen sehr leistungsfähigen Bestand haben dabei durchschnittliche Kronenbreiten von 7 – 8 m. Diese Werte liegen bezüglich der Kronenbreite zu dem entsprechenden Ausgangs-BHD's und der erzielten durchschnittlichen Jahrringbreite oberhalb des Rahmens der Orientierungshilfe von SPIECKER (1983 b) zur Steuerung des Dickenwachstums von Eichen-Z-Bäumen.

Zu Durchforstungsbeginn schwächere, aber qualitativ gute Z-Bäume zeigen bei entsprechender Förderung größere relative Durchmesserzuwächse als die stärksten Z-Bäume und erreichen durchaus durchschnittliche Jahrringbreiten von 3 mm. Das spricht dagegen, das Merkmal Vitalität bei der Z-Baumauswahl in Eichenbeständen weit über das Kriterium Qualität zu stellen. Diese Erkenntnis steht im Gegensatz zu WILHELM et al. (1999), für den nur Supervitale als Z-Bäume infrage kommen, qualitativ gute schwächere Bäume jedoch nicht ausgewählt werden sollen. Geringe Z-Baumzahlen zu Durchforstungsbeginn wie von KENK (1983), SPIECKER (1983 a, b) und WILHELM et al. (1999) empfohlen, scheinen durch mögliche Ausfälle und qualitatives Umsetzen mit höheren Risiken für die Erreichung des Produktionsziels verbunden zu sein. Das zeigen zumindest Beispiele aus der vorliegenden Versuchsserie. Sie bestätigen insofern die Erkenntnisse von SPELLMANN u. v. DIEST (1990) aus älteren Eichenversuchsflächen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Dagegen hatten HOLTEN u. v. DIEST (1996) in dänischen Eichen-Durchforstungsversuchen ein stärkeres soziales Umsetzen von Z-Bäumen nur in innerhalb der mittleren Stärkeklassen und damit in einem für das Produktionsziel relativ unbedeutenden Maß gefunden.

Das Abstoßen von Wasserreisern als Maßnahme der Sicherung astfreier Schäfte vermag den Neuaustrieb tendenziell zu senken, verhindert ihn jedoch nicht, wobei insbesondere der ungünstige äußere Einflüsse (z. B. Fraß) zu erneut stärkerem Wasserreisertrieb führen. Ein Erstarken der Wasserreiser zu Klebästen kann durch das periodische Abstoßen (alle 5 Jahre) verhindert werden. Nach den vorliegenden Versuchsergebnissen zeigen abgesehen von genetischen Einflüssen Nullflächen den geringsten Wasserreiserbesatz an Z-Bäumen. Untersuchungen im Rahmen von Diplomarbeiten (BOSSE 1991, SÖDING 1991 u. KANZENBACH 2007) und aus Zwischenauswertungen der Wasserreiserentnahmen (SPELLMANN 1995) zeigen, dass hinsichtlich der Wasserreiserzahl und ihres gehäuft Vorkommens (Rosen) schon zu Beginn schlechte Z-Bäume auch nach wiederholtem Abstoßen der Wasserreiser zu starkem Neuaustrieb neigen. Solche offensichtlich aufgrund ihrer Genetik zu starker Wasserreiserbildung neigenden Bäume sollten daher nicht als Z-Bäume ausgewählt werden. Ansonsten ergab die letzte Untersuchung (KANZENBACH 2007) keine abgesicherten Erkenntnisse zu Zusammenhängen zwischen Wasserreiserauftreten und Exposition am Stamm. Durchforstung und damit stärkere Belichtung am Stamm führte auf den unteren 6 m in allen Durchforstungsstärken zu in etwa gleich starker Wasserreiserneubildung. Damit scheint eine Schaftbeschattung durch den Unterstand einer dienenden Baumart für die Erziehung qualitativ hochwertigen Eichenholzes nach wie vor unverzichtbar (u. a. KRAMER 1988), denn das Abstoßen der Wasserreiser über die gesamte Durchforstungsphase wie von HOLTEN (1986) für die dänische Eichenwirtschaft in kurzen Produktionszeiten beschrieben, scheint dauerhaft nur schwer praktikabel. Jedoch kann diese Maßnahme eine Option bis zum Wirksamwerden des nachträglichen Unterbaus mit einer dienenden Baumart sein.

5 Zusammenfassung

Der Beitrag wertet eine Serie jüngerer Eichen-Durchforstungsversuche der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt nach bisher 18jährigem Behandlungszeitraum aus. Die Versuchsserie umfasst undurchforstete Parzellen, sowie Parzellen mit an der Grundflächenhaltung der Nullfläche gestaffelten mäßigen, starken und sehr starken Durchforstungen sowie zwei Lichtungspartellen. Während sich der Höhenwachstumsgang der Ertragstafel bestätigt, liegt die Mehrzahl der untersuchten Bestände in ihrer Leistungsfähigkeit über der ersten Ertragsklasse der Ertragstafel. Sehr starke Eingriffe führen schon in der frühen Durchforstungsphase zu deutlichen Zuwachsverlusten, während dies für starke Eingriffe im Beobachtungszeitraum noch nicht der Fall war. Der laufende Zuwachs unterliegt offensichtlich großen durch äußere Einflüsse verursachten Schwankungen. Auch bezüglich der Durchmesserentwicklung der Z-Bäume sind übermäßig starke Freistellungen schon zu Beginn der Durchforstungsphase nicht sinnvoll, da sie gegenüber starker Förderung der Z-Bäume keine weitere Steigerung des Durchmesserwachstums bewirken. Schon bei starker Durchforstung werden teilweise maximale durchschnittliche Jahrringbreiten von deutlich über 4 mm an Z-Bäumen erreicht. Die entsprechenden Bäume in einem 56jährigen sehr leistungsfähigen Bestand haben dabei durchschnittliche Kronenbreiten von 7 – 8 m. Zu Durchforstungsbeginn schwächere, aber qualitativ gute Z-Bäume zeigen bei entsprechender Förderung größere relative Durchmesserzuwächse als die stärksten Z-Bäume und erreichen durchaus durchschnittliche Jahrringbreiten von 3 mm. Geringe Z-Baumzahlen zu Durchforstungsbeginn scheinen durch Ausfälle und qualitatives Umsetzen mit höheren Risiken für die Erreichung des Produktionsziels verbunden zu sein. Das Abstoßen von Wasserreisern als Maßnahme der Sicherung astfreier Schäfte vermag den Neuaustrieb tendenziell zu senken, verhindert ihn jedoch

nicht, wobei insbesondere der ungünstige äußere Einflüsse (z. B. Fraß) zu erneut stärkerem Wasserreiserantrieb führen. Ein Erstarken der Wasserreiser zu Klebästen kann durch das periodische Abstoßen (alle 5 Jahre) verhindert werden. Nach den vorliegenden Versuchsergebnissen zeigen abgesehen von genetischen Einflüssen Nullflächen den geringsten Wasserreiserbesatz an Z-Bäumen. Damit scheint eine Schaffbeschattung durch den Unterstand einer dienenden Baumart für die Erziehung qualitativ hochwertigen Eichenholzes nach wie vor unverzichtbar.

6 Literatur

- BOSSE, J.-B. (1991): Wasserreiserbildung an Eiche nach Durchforstungen. Diplomarbeit des Forstwissenschaftlichen Fachbereichs der Universität Göttingen. 83 S.
- BRYNDUM, H. (1966): Eichen-Durchforstungsversuche in Dänemark. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, 15. Jg., Heft 2, TU Dresden, Fakultät für Forstwirtschaft. Institut für Ertragskunde, 353-358.
- DÖBBELER, H., ALBERT, M., SCHMIDT, M. u. J. NAGEL (2003): BWIN Pro – Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Handbuch zur Version 6.2. Nds. Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen. 124 S.
- HOLTEN, N. E. (1986): Eichenwirtschaft – dargestellt an Beispielen aus dem dänischen Forstamt Bregentved. Forstarchiv, 57. Jg., Heft 6, 221-227.
- HOLTEN, N. E. u. DIEST, W. v. (1996): Über das Umsetzen in dänischen Eichenbeständen. Eine Untersuchung über Zuwachs und finanziellen Ertrag von Einzelbäumen. Forstarchiv, 67. Jg., 160-174.
- JÜTTNER, O. (1955): Ertragstabellen für Eichen. Ertragstabellen wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung, neu bearbeitet von R. SCHÖBER, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt, 3. neu bearbeitet und erweiterte Auflage 1987 (166 S.), 12-25.
- KANZENBACH, G. (2007): Untersuchungen zur Wasserreiserbildung an Eiche. Diplomarbeit im Studiengang Forstwirtschaft der HAWK, Göttingen, 71. S.
- KENK, G. (1984): Werteichenproduktion und ihre Verbesserung in Baden-Württemberg. Allg. Forstzeitschrift, 39. Jg., 428-429.
- KRAMER, H. (1988): Waldwachstumslehre: ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistung und die Bestandessicherheit. Vlg. Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1. Auflage, 374 S., 230-236.
- MOSANDL, R., KATEB, H. EL u. J. ECKER (1991): Untersuchungen zur Behandlung von jungen Eichenbeständen. Forstw. Cbl., 110. Jg., 358-370.
- Nds. Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg., 2004): Langfristige ökologische Waldentwicklung: Richtlinie zur Baumartenwahl. Heft 54 der Schriftenreihe: Aus dem Walde. Hannover, 145 S.
- OTTO, H.-J. (1990): Die Eichenwirtschaft Frankreichs. Holz-Zentralblatt, 116. Jg., Heft 36, 559-562.
- POLGE, H. (1984): Werteichenproduktion in Frankreich. Allg. Forstzeitschrift, 39. Jg., 430-434.
- PRETZSCH, H. u. UTSCHIG, H. (1995): Die Eichen-Versuchsflächen im Forstamt Elmstein-Nord. Allg. Forstzeitschrift, 50. Jg., Heft 2, 67-71.
- SÖDING, H. (1991): Wasserreiser an Stieleiche. Untersuchungen in Durchforstungsversuchen. Diplomarbeit des Forstwissenschaftlichen Fachbereichs der Universität Göttingen. 79 S.
- SPELLMANN, H. (1988): Versuchsprogramm für die Eichen-Durchforstungsversuche ,81. Göttingen, unveröffentlicht, 5 S.
- SPELLMANN, H. u. DIEST, W. v. (1990): Entwicklung von Z-Baum-Kollektiven in langfristig beobachteten Eichen-Versuchsflächen. Forst u. Holz, 45. Jg., Heft 19, 573-580.
- SPELLMANN, H. (1995): Holzqualität als Beurteilungskriterium im langfristigen Versuchswesen. Forst u. Holz. 50. Jg., Heft 23, 743-747.
- SPIECKER, H. (1983 a): Durchforstungsansätze bei Eiche unter besonderer Berücksichtigung des Dickenwachstums. Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung, 154. Jg., Heft 2, 21-36.
- SPIECKER, H. (1983 b): Orientierungshilfe für die Steuerung des Dickenwachstums von Eichen-Z-Bäumen. Allg. Forstzeitschrift, 38. Jg., Heft 22, 569-570.
- WILHELM, G. J., LETTER, H.-A. u. W. EDER (1999 a): Zielsetzungen und waldbauliche Prinzipien. Allg. Forstzeitschrift, Jg. 54. Jg., Heft 5, 232-233.
- WILHELM, G. J., LETTER, H.-A. u. W. EDER (1999 b): Die Phase der Qualifizierung. Allg. Forstzeitschrift, Jg. 54. Jg., Heft 5, 234-236.
- WILHELM, G. J., LETTER, H.-A. u. W. EDER (1999 c): Zielsetzungen und waldbauliche Prinzipien. Allg. Forstzeitschrift, Jg. 54. Jg., Heft 5, 236-240.