

Ist unsere Buchenwirtschaft noch zeitgemäß?

Stellungnahme von H. Spellmann, R.-V. Nagel, J. Nagel und M. Schmidt zu der Veröffentlichung:

„Competition response of European beech *Fagus sylvatica* L. varies with tree size and abiotic stress: minimizing anthropogenic disturbances in forests“ von A. Fichtner, K. Sturm, C. Rickert, W. Härdtle und J. Schrautzer, Journal of Applied Ecology 2012 (doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02196.x)

1. Anlass

Auf der Grundlage von Betriebsinventuren in den Stadtwäldern Lübeck und Mölln wurde von den genannten Autoren eine Untersuchung zum Zuwachsverhalten von Buchenbeständen in Abhängigkeit von Konkurrenz und Standort durchgeführt, die in der angesehenen Zeitschrift Journal of Applied Ecology veröffentlicht wurde und weit reichende Schlüsse zur künftigen Bewirtschaftung von Buchenbeständen enthält. Die Ergebnisse wurden mittlerweile an diverse Tageszeitungen herangetragen, als „Revolution in der Forstwirtschaft“ veröffentlicht und durch Umweltverbände über die Grenzen Schleswig-Holsteins hinaus in die politische Diskussion eingebracht.

Als forstliche Forschungseinrichtung der Länder Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen, die auf der Grundlage eines langfristigen Versuchswesens und angewandter Forschung für die Beratung der Waldbesitzer und der Politik in den genannten Trägerländer zuständig ist, wird zu der Studie aus der Sicht der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt nachfolgend Stellung genommen, weil sie methodische Mängel aufweist, die die gezogenen Folgerungen nicht zulassen.

2. Datengrundlagen

Die Untersuchung basiert auf den Einzelbaum- und Bestandesdaten derjenigen Probekreise mit führender Buche, die im Rahmen der Betriebsinventuren 1992 und 2003 in Lübeck bzw. 1999 und 2009 in Mölln aufgenommen wurden. Während in Lübeck die Bäume ≥ 7 cm in Abhängigkeit von ihrem Brusthöhendurchmesser in konzentrischen Probekreisen aufgenommen wurden ($r = 5,64$ m [100 m²] BHD ≥ 7 –20 cm, $r = 7,98$ m [200 m²] BHD > 20 –30 cm, $r = 12,62$ m [500 m²] BHD > 30 cm), erfolgten in Mölln Vollaufnahmen ab ≥ 7 cm BHD auf 250 m² großen Probekreisen [$r = 8,92$ m].

Zu den Bestockungsinformationen ist anzumerken, dass Betriebsinventuren ein geeignetes Mittel sind, um für bestimmte Gebiete bzw. Befundeinheiten repräsentativ Informationen über Zustände und – im Falle von Wiederholungsinventuren – über Veränderungen zu erhalten. Sie unterscheiden sich von Versuchsflächen dadurch, dass es auf ihnen keine aktive Variation einer Variablen mit dem Ziel der Untersuchung einer Ursache-Wirkungs-Beziehung gibt. Die meisten Stichprobenpunkte bilden mittlere Verhältnisse und nur sehr selten die für das Verständnis und die Modellbildung wichtigen Randbereiche ab. Zudem sind die Datenerhebungen auf die jeweiligen Fragestellungen optimiert, d. h. es werden so wenig Daten wie möglich erfasst, um eine Variable, wie zum Beispiel den Vorrat, mit einer vorgegebenen Genauigkeit zu erfassen (vgl. Nagel et al. 2012). Außerdem bergen relativ kurze Zeiträume die Gefahr, dass sie in Perioden fallen, die für das Baumwachstum zufällig relativ günstig oder ungünstig sind. Dies kann zu gravierenden Fehlschlüssen führen, wie Prognosen mit einer ersten Version des Waldwachstumssimulators PROGNAUS, parametrisiert mit Daten der österreichischen Waldinventur 1980, belegt haben (Sterba et al. 2000). Um die Auswirkungen langfristiger Umweltveränderungen (Klima, Stoffeinträge, etc.) beschreiben zu können, sind daher

längere Zeitreihen und die Berücksichtigung von Witterungseinflüssen notwendig (Kindermann 2010).

Diese Problematik ist auch für die Untersuchungen in Lübeck und Mölln relevant, die sich nur auf eine Periode beziehen. Die Betriebsinventuren 1992 bis 2003 bzw. 1999 bis 2009 fielen in einen Zeitraum mit einer relativ warmen Witterung, in der die älteren und damit meist auch stärkeren Buchen häufig fruktifiziert haben (vgl. Dammann et al. 2012). Es wurden vier Voll- und fünf Halbmasten verzeichnet, die dazu führten, dass die Kohlenstoffallokation verstärkt in den Früchten und zulasten des Derbholzzuwachses stattfand (s. Tab. 1) (vgl. Eichhorn et al. 2008, Beck u. Müller 2007, Beck 2012). Somit sind die Zuwachsreaktionen der stärkeren Buchen nicht allein eine Folge ihrer jeweiligen Wuchskonstellationen, sondern ebenso ihrer Fruktifikation.

Tabelle 1: Oberirdische Nettoprimärproduktion (in t Biomasse ha⁻¹ a⁻¹) im Jahr 2004 im Vergleich zum Mittel der Jahre 1998 bis 2002, sieben Level II-Flächen in Hessen (Eichhorn et al. 2008)

Bildung oberirdischer Biomasse	Mittel 1998-2002	2004	
	Biomasse t ha ⁻¹ a ⁻¹	Biomasse t ha ⁻¹ a ⁻¹	% vom Mittel 1998-2002
Derbholz, Äste Annahme: 12 m ³ ha ⁻¹ a ⁻¹	6,7	3,3	49
Blätter	3,3	3,6	108
Fruchtkompartimente	1,8	4,6	255
Summe	11,8	11,5	97

Standörtlich wird in der Studie zwischen eutrophen, vorratsfrischen Standorten (Geschiebemergel), mesotrophen Standorten mit zeitweiligem Wasserüberschuss (Beckentone mit Schluff- oder Sandüberlagerung) und oligotrophen Standorten mit zeitweiligem Wassermangel (podsolige Parabraunerden, die sich aus stärker lehmigen Sanden entwickelt haben müssen) unterschieden, die pflanzensoziologisch dem Galio-Fagetum bzw. dem Deschampsio-Fagetum zuzuordnen sind. Die mittleren absoluten Oberhöhenbonitäten der Buchenbestände reichen von 33,4 m auf dem Geschiebemergel, über 31,2 m bei den überlagerten Tonböden bis hin zu 29,6 m auf den stärker lehmigen Sanden. Die mittleren Alter liegen zwischen 71,1, 74,9 und 94 Jahren, die mittleren Grundflächen zwischen 27,6, 28,2 und 27,3 m², die Buchenanteile betragen 76,6 %, 64,2 % und 73,8 %. Die Bestandesmerkmale weisen z. T. beträchtliche Streuungen auf. Die drei Standortseinheiten sind durch eine stark divergierende Anzahl Forstorte, Stichproben und Bäume repräsentiert.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der standörtlichen Abgrenzung der Straten. Die in der Tabelle 1 zu den Nährstoffstufen genannten Indizes legen den Schluss nahe, dass es sich hierbei um die 6 Stufen der forstlichen Standortskartierung in Schleswig-Holstein handelt. Sie passen jedoch bei dem Stratum oligotroph weder zum genannten Bodentyp (podsolige Parabraunerde) noch zu den Bonitäten. Angesichts der beachtlichen Oberhöhenbonität und des 20 Jahre höheren Durchschnittsalters ist bei diesem Stratum anzunehmen, dass der geringe Leistungsunterschied zu den anderen beiden Straten weniger eine standortsabhängige, als vielmehr eine altersabhängig abweichende Reaktion der Bestände auf die hohen Stickstoffeinträge seit Anfang der 60er-Jahre ist. Dies hätte wiederum Konsequenzen für die Interpretation der standortsabhängigen Wirksamkeit der Konkurrenz „C_{imp}“.

3. Datenanalyse

Die Auswertungen des Grundflächenwachstums beschränken sich auf vorherrschende, herrschende und mitherrschende Buchen (Kraft'sche Klassen 1, 2 u. 3) in einem inneren Kreis von 250 m² in Lübeck (r = 8,92 m) bzw. 125 m² in Mölln (r = 6,31 m), um die Konkurrenzsituation näherungsweise zu berücksichtigen. Die Dichte der Bestände wird über die Grundfläche derjenigen Bäume beschrieben, die auf dem Probekreis stärker sind als der jeweils betrachtete Baum (BAL).

Dieses Vorgehen ist eine Notlösung. Auf den kleinen Inventurflächen lassen sich die Nachbarschaftsverhältnisse aufgrund der erheblichen Randeffekte für stärkere Bäume nicht befriedigend beschreiben. So gehört zu einer zielstarken Buche von 60 bis 70 cm eine mittlere Kronenbreite von 11 bis 13 m bzw. ein Kronenradius von 5,5 bzw. 6,5 m (s. Abb. 1), so dass auf einem 250 m² Probekreis nur 2 bis 3 zielstarke Buchen bzw. auf einem 125 m² Probekreis nur eine zielstarke Buche Platz finden. Aufgrund dieser Unzulänglichkeiten stoßen auch die verwandten generalisierten additiven gemischten Modelle (GAMMs) zur Einschätzung des Grundflächenzuwachses in Abhängigkeit vom Ausgangsdurchmesser, der Grundfläche der stärkeren Bäume und dem Buchenanteil innerhalb der Probekreise an ihre Grenzen. Aus der Arbeit geht nicht hervor, ob die BAL zu Beginn oder am Ende der Periode oder im Anhalt an Assmann die mittlere Grundflächenhaltung als unabhängige Variable in das Modell eingegangen ist. Als erklärende Größe für eingriffsbedingte Veränderungen des Grundflächenzuwachses hätte sich auch die Veränderung der Dichte (Δ BAL) als unabhängige Variable für das Modell angeboten. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, dass die in den Beständen der untersuchten Forstbetriebe getätigten Eingriffe nicht mit den Inventurzeitpunkten zusammenfallen, so dass ihre Effekte auf die jeweilige Konkurrenzsituation nur sehr unzureichend abgebildet werden können (Unterschied zu Versuchsflächen).

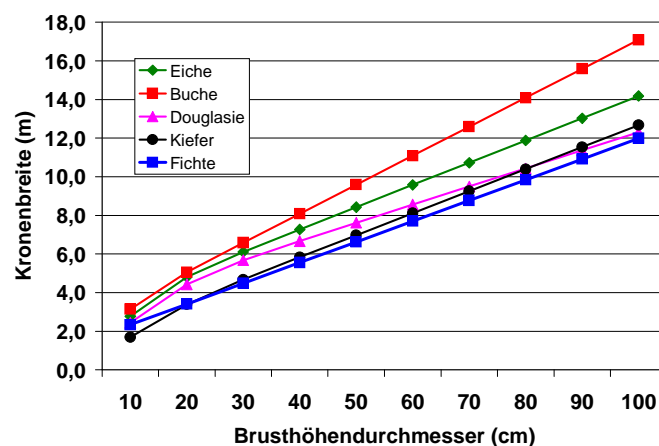


Abb. 1: Abhängigkeit zwischen Brusthöhendurchmesser und Kronenbreite (Nagel 1999)

Die Aussagekraft des gewählten Indikators (C_{imp}) zur Beschreibung des Einflusses der Umweltbedingungen auf die Wirksamkeit der Konkurrenz hängt entscheidend von der standörtlichen Stratifizierung ab. Hierzu wurden bereits Zweifel geäußert. Außerdem scheinen die Basisdaten nicht ausbalanciert zu sein.

4. Ergebnisse und deren Diskussion

Die Bestimmtheitsmaße der Grundflächenzuwachsmodele sind eher unbefriedigend und der periodische Grundflächenzuwachs erklärt sich weitgehend aus dem Ausgangsdurchmesser.

Erstaunlich gering ist der Erklärungswert der Grundfläche der stärkeren Bäume. Dies muss im Zusammenhang mit den kleinen Probekreisen gesehen werden. Nicht nachvollziehbar ist in diesem Zusammenhang die Interpretation des sehr starken Einflusses des Ausgangsdurchmessers in den Modellen als Ausdruck für die zurückliegende Konkurrenz in ungleichaltrigen Wäldern. Dieser Zusammenhang gilt allgemein und ist sowohl für gleich- als auch für ungleichaltrige Wälder in Zuwachsmodellen berücksichtigt (vgl. Nagel 1999, Pretzsch 2002, Gerold 2004).

Neben der unzureichenden Beschreibung der Konkurrenzverhältnisse besteht aber der **Hauptmangel des Modellansatzes in der fehlenden Einbeziehung der Konkurrenzveränderungen durch unterschiedliche Eingriffsstärken und des Alters** (s. Abb. 2). Mit der Eingriffsstärke nimmt der Durchmesserzuwachs in geringen Baumhölzern auch in der herrschenden Schicht deutlich zu (Abb. 2, links), wobei es sich aber um keinen linearen Zusammenhang handelt. Darüber hinaus hängt das Reaktionsvermögen einer 30 cm starken Buche entscheidend davon ab, wie alt der Baum ist (s. Abb. 2, rechts).

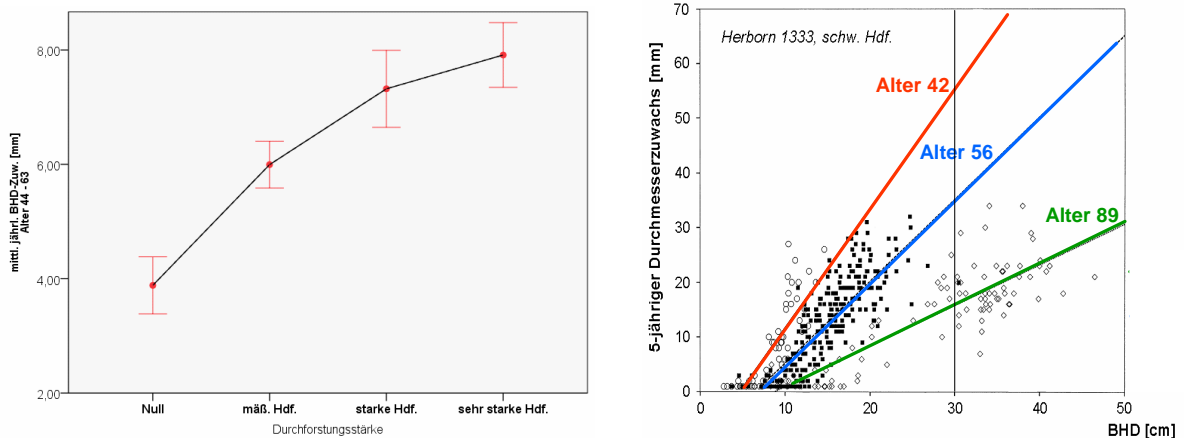


Abb. 2: Links: Durchmesserzuwachs der 100 stärksten Z-Bäume/ha in Abhängigkeit von der Durchforstungsstärke im Alter 44 bis 63 Jahr, Buchendurchforstungsversuch Münden 2028 (Nagel 2011), rechts: Durchmessergeraden in verschiedenen Altern, Buchen-Durchforstungsversuch Herborn 1333 (Nagel u. Spellmann 2008)

Junge Bäume haben ein stärkeres Reaktionsvermögen auf Freistellung als ältere Bäume, weshalb zumindest das Einzelbaumalter im Grundflächenzuwachsmodell hätte Berücksichtigung finden müssen. Des Weiteren haben aber auch ältere Buchen, die lange Zeit im Dichtstand erwachsen sind, im Vergleich zu anderen Baumarten selbst in höheren Altern noch eine bemerkenswerte Kronenplastizität, um auf Freistellungen mit einem Ausbau ihres Assimilationsapparates und einem Anstieg des Zuwachses zu reagieren. Auf diesem Reaktionsvermögen beruht das Seebach'sche Lichtwuchsverfahren, das um 1830 im hannoverschen Solling eingeführt wurde, um 70- bis

80-jährige Bestände schnell in stärkere Dimensionen zu führen. Versuche zu diesem Pflegekonzept, wie die langfristig beobachteten Ertragsversuche Harzgerode 197 und 224, belegen, dass Buchen auch in höheren Altern noch ein großes Reaktionsvermögen auf Freistellung haben (vgl. Dittmar 1991). Auf diesem Sachverhalt baut auch die von Freist beschriebene Lichtwuchsdurchforstung auf (Freist 1962). Auf die sehr umfangreiche waldwachstumskundliche Literatur, die sich seit dem 19. Jahrhundert mit dem Zusammenhang zwischen Durchforstungsstärke und Zuwachseistung bei Buche beschäftigt, kann an dieser Stelle nur verwiesen werden.

Der von Fichtner et al. des Weiteren herausgestellte Effekt, dass sich Durchforstungen mit abnehmender Standortsgüte stärker auf die Durchmesserentwicklung auswirken, ist altbekannt. Er beruht darauf, dass bei knappen Ressourcen die Konkurrenz eher verharret, während auf sehr guten Standorten die Selbstdifferenzierung gefördert wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass auf günstigen Standorten herrschende Bäume im Zuwachs überproportional profitieren, weil sie dort ihren überlegenen Zugang zum Licht ausschöpfen können. Indem sie den unterständigen Bäumen Licht vorenthalten, steigern sie ihren eigenen Zuwachs und bremsen zugleich den Zuwachs kleinerer Nachbarn. Dagegen können herrschende Bäume auf armen Standorten, wo der Zuwachs aufgrund des Wasser- und Nährstoffangebotes limitiert ist, ihre Größenüberlegenheit weniger nutzbar machen (vgl. Pretzsch 2010).

Inwieweit in Lübeck und Mölln derartige Effekte durch eine unterschiedliche Entwicklungsgeschichte der Bestände oder Unschärfen in der Abgrenzung der drei ausgewiesenen Standortstypen überlagert sind, lässt sich auf Grundlage des Artikels nicht klären. Die springenden Grenzwerte der „Durchforstungseffizienz“ von 42 cm bei den besten, 27 cm bei den mittleren und 45 cm bei den schlechteren Standorten sind aber diesbezüglich zumindest ein Hinweis auf Unzulänglichkeiten (vgl. Fig. 1). Auch die Unterschiede in der Konkurrenzintensität zwischen schwächeren, mittleren und starken Buchen in Abhängigkeit von der Standortsgüte bilden nur eingeschränkt den von den Autoren angesprochenen abiotischen Stressgradienten ab. Dies kann ebenfalls mit den zuvor genannten Gründen oder auch mit den in den Straten variierenden Bestandesdichten und Anteilen der Mischbaumarten zusammenhängen (vgl. Fig. 2). Festhalten lässt sich jedenfalls, dass die Zuwachsreaktionen von Buchen keinen einfachen Mustern folgen. Um die Wirkung des Standortes bzw. seiner Veränderung auf den Grundflächen- bzw. den Durchmesserzuwachs zu untersuchen, sollte man langfristig beobachtete Versuche auswerten, deren Bestandesgeschichte bekannt ist, die unter kontrollierten Bedingungen angelegt wurden und auf denen die Bestandesmerkmale auf größerer Fläche mit hoher Qualität aufgenommen werden.

5. Folgerungen für den naturnahen Waldbau

Im letzten Kapitel ihres Beitrages weisen die Autoren darauf hin, dass sie die Ersten sind, die sich mit Baum-zu-Baum-Interaktionen entlang von Standortgradienten beschäftigt hätten. Dies trifft nicht zu. An dieser Stelle sei nur exemplarisch an die einschlägigen Arbeiten von Wiedemann (1932), Mitscherlich (1950), Assmann (1961), Kramer 1963, Altherr (1971), Schober (1972), Dittmar et al. (1985), Röhe (1985) oder zuletzt an Pretzsch et al. (2010, 2013) erinnert.

In den Ergebnissen sehen die Autoren eine Bestätigung für die dem Lübecker Modell zugrunde liegende Strategie der geringen Eingriffsstärken (Minimum Prinzip). Dies ist wenig überzeugend, wenn man bedenkt, dass das Lübecker-Modell erst 1994 eingeführt wurde (Fährer 1997), also zwei Jahre nach der ersten Betriebsinventur, und dass die Dimensionen der in den beiden Betriebsinventuren erfassten Buchen weitgehend von der Vorbehandlung der jeweiligen Bestände geprägt sind (vgl. Tab. 2 des Artikels).

Grundsätzlich kann man sich der Folgerung anschließen, dass sich für die Buchenwirtschaft eine gestaffelte Durchforstung mit starken Eingriffen in der Jugend, mäßig starken Eingriffen in mittleren Altern und schwachen bis aussetzenden Eingriffen in höheren Altern vor dem Einsetzen der Zielstärkennutzung empfiehlt. Hier besteht auch kein Widerspruch zu Nagel u. Spellmann (2008), wie fälschlicherweise behauptet wird. Jedoch kann man nicht davon ausgehen, dass jeder Bestand von Jugend an so gepflegt worden ist, weshalb man in der Praxis von der jeweiligen waldbaulichen Ausgangssituation ausgehen muss. In schlecht vorgepfleg-

ten Beständen, in denen es versäumt wurde, qualitativ unbefriedigende vorherrschende Bäume zugunsten von gut veranlagten herrschenden Bäumen zu entnehmen (vgl. Abb. 3), bietet gerade die plastische Buche die Möglichkeit, Versäumtes nachzuholen (s. Lichtwuchsdurchforstung). Außerdem werden oftmals bestimmte Qualitätsmängel, wie der Drehwuchs, erst ab mittleren Altern sichtbar, so dass Eingriffe zur Hebung der Wertleistung noch in fortgeschrittenen Altern notwendig sein können.

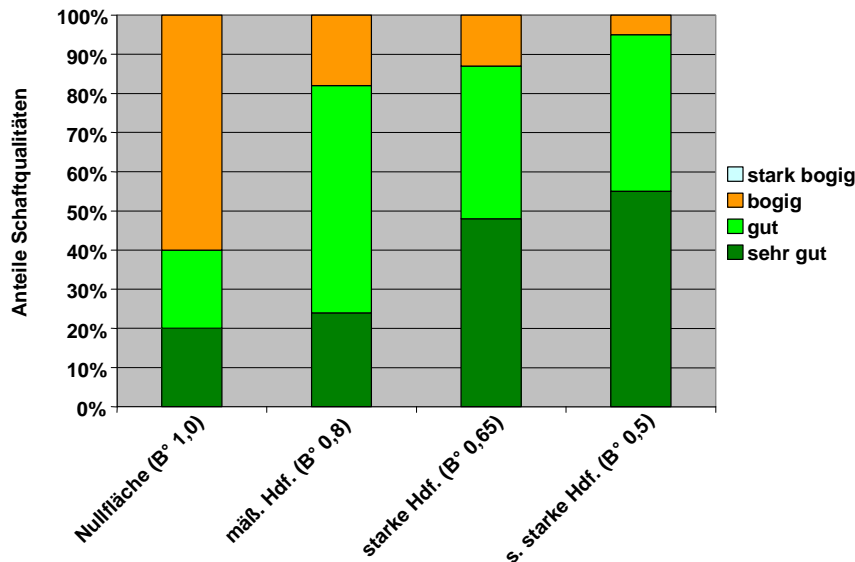


Abb. 3. Qualitätsförderung durch Hochdurchforstung: Schaftqualität der 100 stärksten Bäume je ha im Buchen-Durchforstungsversuch Münden 2028 im Alter 63 (Anteil Z-Bäume am Kollektiv der 100 stärksten Bäume: Nullfläche 30 %, mäßige Hdf. 56 %, starke Hdf. 59 %, sehr starke Hdf 80 %) (Nagel 2011).

Zu den vorrangigen Zielen des Lübecker-Modells zählt auch die Erhaltung bzw. Entwicklung ungleichaltriger, mehrschichtiger Bestände mit einer hohen Biodiversität. Diese Ziele sind mit den in dem Beitrag empfohlenen Durchschnittsvorräten für Buchenbetriebsklassen nicht vereinbar. So sollen die Durchschnittsvorräte auf sehr gut versorgten Standorten 600 m³/ha und auf mittleren und mäßig nährstoffversorgten Standorten ca. 450 m³/ha betragen. Ein Verzicht auf Eingriffe ab einem Durchmesser von 40 cm und eine anschließende Zuwachsakkumulation bis zum Einsetzen der Zielstärkennutzung ab einem Brusthöhendurchmesser von 65 cm würde aber dazu führen, dass Lichtbaumarten (Edellaubbäume, Eichen) verdrängt bzw. in der Verjüngung ausgedunkelt würden, der Buchenunter- und -zwischenstand abstirbt und die Buchen-Naturverjüngung im Wachstum verharren würde. Dass dem so ist, zeigen z. B. Strukturanalysen im Solling, im schon lange naturgemäß bewirtschafteten Forstrevier Erdmannshausen oder auch vor Ort im Schattiner-Zuschlag (vgl. Spellmann 1999, Spellmann et al. 2004, Nagel u. Spellmann 2008, Exkursion anlässlich des Abschlusses des DBU-Projektes „Nutzung ökologischer Potenziale von Buchenwäldern für eine multifunktionale Bewirtschaftung“ 2009). Außerdem würde die mit der Vorratsanhebung einhergehende Verlängerung der Produktionszeiträume zu einer steigenden Entwertungsgefahr bei der Buche führen, da mittlerweile eindeutig erwiesen ist, dass in Abhängigkeit vom geologischen Ausgangssubstrat die Verkernung der Buche mit zunehmendem Alter und Durchmesser beschleunigt steigt (vgl. Schmidt et al. 2011). In erwerbswirtschaftlichen Forstbetrieben darf dieser Aspekt nicht vernachlässigt werden, ebensowenig wie die Bedeutung von Vornutzungserträgen in mittleren Baumhölzern für deren Liquidität.

Fazit: Jeder Waldeigentümer hat im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften das Recht, seinen Wald nach den von ihm als richtig angesehenen Grundsätzen zu bewirtschaften. Dies gilt natürlich auch für die Umsetzung der Grundsätze des „Lübecker Modells“ in Lübeck und Mölln. Mit der Untersuchung von Fichtner et al. wurde versucht, dieses Konzept wissenschaftlich zu untermauern. Aufgrund der aufgezeigten methodischen Mängel und der daraus resultierenden Fehlschlüsse kann aber anderen Waldbesitzern nicht empfohlen werden, die Grundsätze des „Lübecker Modells“ zu übernehmen.

Literatur

- ALTHERR, E. 1971: Wege zur Buchenstarkholzproduktion. Festschrift z. 15. Hauptvers. Bad. Württ. Forstverein u. 100-Jahr-Feier Bad.-Württ. Forstl. Versuchsanst., 123-127
- ASSMANN, E. 1961: Waldertragskunde. München (BLV)
- BECK, W. 2012: Auswirkungen von Trockenheit und Hitze auf die Produktivität von Waldbeständen in Thüringen. In: ThüringenForst Anstalt öffentlichen Rechts: Wie belastbar ist unser Wald? Ergebnisse des Forstlichen Umweltmonitoring in Thüringen, 94-113
- BECK, W. u. MÜLLER, J. 2007: Impact of Heat and Drought on Tree and Stand Vitality - Dendroecological Method and first Results from Level II-Plots in Southern Germany. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 142, 120-127
- DAMMANN, I.; PAAR, U.; WENDLAND, J.; WEYMAR, J. u. EICHHORN, J. 2012: Waldzustandsbericht 2012, Schleswig-Holstein. Eigenverlag NW-FVA, 32 S.
- DITTMAR, O.; KNAPP, E. u. LEMBKE, G. 1985: Die DDR-Buchenertragstafel 1983 als Grundlage für zweckmäßige Durchforstungskonzeptionen der Buche. Soz. Forstw., 35, 82-86
- DITTMAR, O. 1991: Der Seebach'sche Lichtungsbetrieb – Ein interessanter Außenseiter der Buchenwirtschaft des 19. Jahrhunderts. Der Wald, 41, 165-168
- EICHHORN, J.; DAMMANN, I.; SCHÖNFELDER, E.; ALBRECHT, M.; BECK, W. u. PAAR, U. 2008: Untersuchungen zur Trockenheitstoleranz der Buche am Beispiel des witterungsextremen Jahres 2003. Beiträge aus der Nordwestdt. Forstl. Versuchsanstalt, Band 3, 109-134
- FÄHSER, L. 1997: Umweltpolitik: Naturnahe Waldnutzung – Das Beispiel Lübeck. in: Hansestadt Lübeck (Hrsg.): Handbuch Kommunalpolitik, 13. Ergänzungslieferung. II/E 4.2, 1-17, Raabe, Berlin
- FREIST, H. 1962: Untersuchungen über den Lichtungszuwachs der Rotbuche und seine Ausnutzung im Forstbetrieb. Forstwiss. Forsch., Beiheft zum FwCbl., 81. Jg., 17
- GEROLD, D. 2004: Zuwachssteuerung im Buchenplenterwald. Tagungsbericht der Sektion Ertragskunde im DVFFA vom 24. – 26.5.2004 in Stift Schlägel, Eigenverlag, 180-187
- KINDERMANN, G. 2010: Eine klimasensitive Weiterentwicklung des Kreisflächenzuwachmodells aus PrognAus. Austrian Journal of Forest Science 127(3): 147-178
- KRAMER, H. 1963: Der Einfluss von Großklima und Standort auf die Entwicklung von Waldbeständen am Beispiel langfristig beobachteter Versuchsflächen von Douglasie, Fichte, Buche und Eiche. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, Band 131/32, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., 140 S.
- MITSCHERLICH, G. 1950: Die Bedeutung der Wuchsgebiete für das Bestandeswachstum von Buche, Eiche, Erle und Birke. FwCbl., 69, 184-211
- NAGEL, J. 1999: Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumkundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, Band 128, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., 122 S.
- NAGEL, J.; SPELLMANN, H.; PRETZSCH, H. 2012: Zum Informationspotenzial langfristiger forstlicher Versuchsflächen und periodischer Waldinventuren für die waldwachstumkundliche Forschung. Allg. Forst u. Jagdztg., 183. Jg., 111-116
- NAGEL, R.-V. 2011: Vortrag gehalten bei der Jahrestagung des Nordwestdeutschen Forstvereins am 16.06.2011 in Uslar-Volpriehausen
- NAGEL, R.-V. u. SPELLMANN, H. 2008: Wachstum, Behandlung und Ertrag von Reinbeständen der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) in Nordwestdeutschland. In: NORDWESTDT. FORSTL. VERSUCHSANSTALT (HRSG.) 2008: Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche. Beiträge aus der Nordwestdt. Forstl. Versuchsanstalt, Band 3, 221-265
- PRETZSCH, H. 2002: Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 414 S.
- PRETZSCH, H. 2010: Zur Verteilung des Zuwachses zwischen den Bäumen eines Bestandes und Abhängigkeit des Verteilungsschlüssels von den Standortbedingungen. Allg. Forst u. Jagdztg., 181. Jg., 4-13
- PRETZSCH, H.; BLOCK, J.; DIELER, J.; DONG, P.H.; KOHNLE, U.; NAGEL, J.; SPELLMANN, H.; ZINGG, A. 2010:

- Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Ann. For. Sci* 67, 712 ff, DOI: 10.1051/forest/2010037
- PRETZSCH, H.; BIELAK, K.; BOCK, J.; BRUCHWALD, A.; DIELER, J.; EHRHART, H.-P.; KOHNLE, U.; NAGEL, J.; SPELLMANN, H.; ZASADA, M. u. ZINGG, A. 2013: Produktivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (Matt) Liebl. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient. *Eur. J. Forest Re.* (doi:10.1007/s10342-012-0673-y)
- RÖHE, P. 1985. Untersuchungen über das Wachstum der Buche in Baden-Württemberg. *Schriftenr. Landesforstverw. Bad.-Württemb.*, 61
- SCHMIDT, M.; NOWACK, S. u. RIEBELING, R. 2008: Methodische Ansätze und Ergebnisse zur Quantifizierung des Buchen-Rotkerns in Hessen. In: NORDWESTDT. FORSTL. VERSUCHSANSTALT (HRSG.) 2008: Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche. *Beiträge aus der Nordwestdt. Forstl. Versuchsanstalt*, Band 3, 267-290
- SCHÖBER, R. 1972: Die Rotbuche. *Schr. Forstl. Fak. Universität Göttingen*, Bd. 43/44
- SPELLMANN, H. 1999: Überführung als betriebliche Aufgabe. *Forst u. Holz*, 54. Jg., 110-116
- SPELLMANN, H.; MEYER, P. u. ALBERT, M. 2004: Strukturbildung durch gezielte Pflegestrategien im Vergleich zur natürlichen Strukturentwicklung in Naturwäldern. In: FORSCHUNGSZENTRUM WALDÖKOSYSTEME (HRSG.): Indikatoren und Strategien für eine nachhaltige, multifunktionelle Waldnutzung - Fallstudie Waldlandschaft Solling. Abschlussbericht 1999-2003 zum BMBF-Verbundforschungsvorhaben. Teil 2: Ausführliche Teilvorhabenberichte, B 71/2004, 339-3
- STERBA, H.; GOLSER, M.; MOSER, M. u. SCHADAUER, K. 2000: A Timber Harvesting Model for Austria. *COMPAG* 28, 2, 133-149
- WIEDEMANN, E. 1932: Die Rotbuche 1931. *Mitt. a. Forstw. u. Forstwissen.*, 3, 96-285