

Struktur und Dynamik von Buchen-Douglasien-Mischbeständen in Niedersachsen

K. de WALL¹, G. DREHER¹, H. SPELLMANN¹ und H. PRETZSCH²

¹Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Göttingen, Abteilung Waldwachstum

²Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Ludwig-Maximilians-Universität München/Freising

Kurzfassung: Der Beitrag liefert waldwachstumskundliche Informationen über die Struktur und das Wuchsverhalten von Buchen-Douglasien-Mischbeständen. Die zahlenmäßige Grundlage bilden verschieden alte Versuchsflächen dieses Mischbestandstyps im Solling und im nordwestniedersächsischen Forstamt Hasbruch. Sie stocken jeweils auf vergleichbaren Standorten und sind zu zwei Wuchsreihen verknüpft. Es werden die wichtigsten ertragskundlichen Kennwerte der ca. 30- bis 130jährigen Mischbestände vorgestellt, ihre Bestandesstrukturen analysiert, ihr Zuwachsverhalten und das ausgewählter Einzelbäume in unterschiedlichen Wuchskonstellationen beschrieben und aus den Ergebnissen waldbauliche Konsequenzen gezogen.

Structure and Dynamic of Beech-Douglas Fir-Mixed Stands in Lower Saxony

Abstract: One growth series was established in the Solling and one in the forest district of Hasbruch to investigate structure and growth of mixed beech-douglas fir stands. The experimental plots are between 30-130 years old and located on comparable sites. The most important yield parameters are discussed, stand structures are analysed, the growth development of the stands as well as that of single trees under different growth conditions are described. Finally, conclusions are drawn for future silvicultural treatment.

Keywords: beech, douglas fir, mixed stand, stand structure, growth model

Mischwaldvermehrung

Strukturreiche Mischbestände werden heute in vielen Forstbetrieben anstelle strukturarmer Reinbestände angestrebt. Mit ihnen sollen die Produktionsrisiken gesenkt bzw. verteilt, die Arten- und Habitatvielfalt erhöht und wirtschaftlich wichtige Baumarten außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes besser in die heimische Fauna und Flora integriert werden. Nach den Ergebnissen der Standortkartierung sind in Niedersachsen 90 % der Landesforsten mischwaldfähig. Das niedersächsische Programm zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung (LÖWE) fordert darauf fußend, „Mischwälder im größtmöglichen Umfang zu erziehen“ (Niedersächsische Landesregierung 1991; OTTO 1989, 1991, 1992). In diesem Zusammenhang werden auch die Mischungen aus Buche und Douglasie wesentlich an Bedeutung gewinnen.

Die zwei Baumarten Buche und Douglasie sind in Niedersachsen vor allem in den beiden Waldentwicklungstypen* (WET) 26 und 62 miteinander kombiniert. Leitbild der Waldentwicklung sind strukturreiche, sich femelartig verjüngende Mischbestände. Nach Abschluß des Haupthöhenwachstums werden beim WET 26 Buchenanteile von 60–70 % und Douglasienanteile von 20–30 % angestrebt, während beim WET 62 die Douglasie mit 50–70 % gegenüber der Buche mit 30–50 % dominiert. Für die Begründung, Pflege und Nutzung sowie zur Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Buchen-Douglasien-Mischbeständen fehlen noch viele waldwachstumskundliche Entscheidungsgrundlagen. Mit diesem Beitrag wird versucht, einige wichtige Basisinformationen zu geben. Sie stammen aus zwei Buchen-Douglasien-Wuchsreihen, die im Bergland (Wuchsbezirk Unterer Solling) und im Mittelwestniedersächsischen Tiefland (Wuchsbezirk Ems-Hase-Hunte-Geest) angelegt wurden und als Dauerbeobachtungsflächen Bestandteil des Mischbestandsforschungskonzeptes der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt sind.

* Waldentwicklungstypen: Waldbauliche Zielsetzungen, die Leitbilder des angestrebten Waldaufbaus beschreiben, ihre sukzessionale Stellung einordnen und Entwicklungsziele hinsichtlich der Holzerzeugung, der Schutz- und Erholungsfunktionen und der Baumartenanteile nennen.

Mischbestandsforschung

Die Vermehrung und Erforschung von Mischwäldern wurde bereits Ende des letzten Jahrhunderts gefordert (GAYER 1886). Erst in den vierziger Jahren wurden verstärkt waldwachstumskundliche Untersuchungen auf diesem Gebiet durchgeführt (BONNEMANN 1939; CHRISTMANN 1939; WIEDEMANN 1942; BAADER 1942, 1943; u. a.). Es schlossen sich die Arbeiten von ASSMANN (1953/54); MAGIN (1959); KENNEL (1965); MITSCHERLICH et al. (1965/66) und PETRI (1966) an. Vor dem Hintergrund veränderter waldbaulicher Zielvorstellungen erhielt die Mischbestandsforschung durch die modellorientierten Untersuchungen von PRETZSCH (1992, 1993) wesentliche neue Impulse. Heute nimmt die Mischbestandsfrage eine zentrale Rolle in der waldwachstumskundlichen Forschung ein. Damit verbunden ist ein Übergang von der bestandesweisen zur Einzelbaumbetrachtung (PRETZSCH 1992; SPELLMANN et al. 1996). Es werden die baumartentypischen Reaktionen des Durchmesser- und Höhenwachstums, der Kronenentwicklung und der Mortalität von Einzelbäumen bei verschiedenen Konkurrenz- und Nachbarschaftsverhältnissen untersucht. Dahinter steht die Überzeugung, daß sich die Entwicklung verschiedenartig aufgebauter Rein- und Mischbestände nur dann besser verstehen und modellmäßig nachbilden läßt, wenn man den Bestand in seine Einzelbäume auflöst und deren Entwicklung beschreibt.

In Ermangelung von Dauerversuchsflächen wird bei Mischbestandsuntersuchungen vielfach das Wuchsreihenkonzept gewählt (PRETZSCH u. SPELLMANN 1992). Hierbei wird das zeitliche Nacheinander einer Entwicklung auf einer Fläche durch das räumliche Nebeneinander verschieden alter Bestände des gleichen Mischungstyps auf vergleichbarem Standort ersetzt (s. Abb. 1). Durch Bohrkernanalysen läßt sich eine stetige Altersentwicklung der Ertrags Elemente Durchmesser, Grundfläche und Volumen ableiten (PRETZSCH u. SPELLMANN 1992; PRETZSCH 1994). Die Flächen einer Wuchsreihe werden so ausgewählt und behandelt, daß ein möglichst breites Spektrum von Mischungsformen und Vertikalstrukturen vorhanden ist bzw. erhalten bleibt. Gerade hierdurch können wertvolle Informationen über die Reaktionskinetik von Einzelbäumen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Wuchskonstellationen

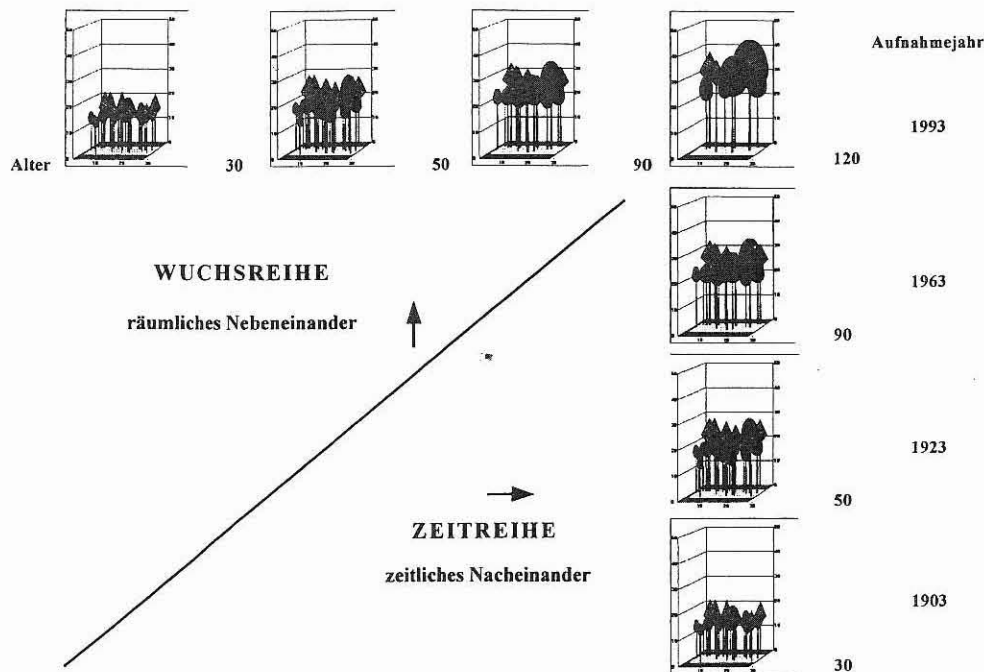


Abb. 1. Das Wuchsreihenkonzept.
Growth series concept.

gewonnen werden, die u. a. als Datengrundlage für die Parametrisierung einzelbaumorientierter Wachstumsmodelle für Rein- und Mischbestände dienen können.

Untersuchungsbestände im Solling und im küstennahen Raum

Die Versuchsflächen der Wuchsreihe Solling sind auf die Forstämter Dassel und Winnefeld verteilt und liegen auf Meereshöhen zwischen 240 und 410 m ü. NN. Der Witterungsverlauf ist gekennzeichnet durch kühle Temperaturen von 7,5 °C im Jahresdurchschnitt und 13,4 °C in der Vegetationszeit mit einer mittleren Jahresschwankung von 16,5 °C sowie durch hohe mittlere Niederschlagssummen von 900 mm (davon etwa 350 mm in der Vegetationszeit). Aus unterschiedlich mächtigen Lößlehmdecken oder lößlehmbeeinflussten Hangfließerden über basenarmem Silikatgestein haben sich als Bodentyp durchweg Braunerden mit typischen Moderhumusformen entwickelt. Die Standorte in sonn- oder schattseitiger Hanglage sind ausschließlich als frisch bis vorratsfrisch mit mäßig bis ziemlich guter Nährstoffversorgung zu charakterisieren.

Alle Versuchsflächen der nordwestniedersächsischen Wuchsreihe liegen im Bereich des Forstamtes Hasbruch zwischen 0 und 50 m über NN. Die mittlere jährliche Lufttemperatur beträgt 8,8 °C, in der Vegetationszeit 14,5 °C, und unterliegt einer mittleren Jahresschwankung von 15,9 °C. Durchschnittlich fallen jährlich rund 760 mm Niederschlag, davon mit 360 mm knapp die Hälfte in der Vegetationszeit. Die Untersuchungsbestände sind geprägt durch grund- und stauwasserfreie Standorte mit nachhaltig sehr frischen bis vorratsfrischen bzw. mäßig wechselfeuchten, ziemlich gut mit Nährstoffen versorgten Geschiebelehmen mit verlehmteter Sandüberlagerung und überwiegend mullartigen Humusformen.

Ertragskundliche Kennwerte

Die wichtigsten ertragskundlichen Kennwerte der beiden Wuchsreihen sind in den Tabellen 1 und 2 sowie in Abbildung 2 zusammengefasst.

Die Wuchsreihe Solling deckt für die natürlich verjüngte Buche einen Altersrahmen von 36 bis 128 Jahren ab, für die nachträglich eingebrachte Douglasie von 26 bis 112 Jahren (s. Tab. 1). Der Buchenanteil an der Gesamtstammzahl überwiegt stets, während der Beitrag der Douglasienbeimischung zur Grundflächen- und Volumenleistung mit zunehmendem Alter steigt (s. Abb. 2, oben). Die Versuchsfläche BD1 erreicht bezüglich der Stammzahl weder das Niveau eines Douglasien- noch das eines Buchenreinbestandes. BD2 übertrifft dagegen sogar die Stammzahl des Buchenreinbestandes, während die älteren Versuchsflächen jeweils zwischen den Ertragstafelwerten der beiden Baumarten angeordnet sind. Ebenfalls zwischen den Ertragstafelangaben liegen die Versuchsflächen BD1 bis BD4a hinsichtlich Grundflächen und Volumina. Lediglich die älteren Bestände BD4b und BD5 fallen durch ihre ungewöhnlich hohe bzw. niedrige Grundflächen- und Vorratshaltung auf. Diese Beobachtungen sind im Fall der Versuchsfläche BD4b auf den bedeutenden Anteil starker Douglasien am Bestandaufbau, bei der Versuchsfläche BD5 demgegenüber auf den durch Sturmwurf abgesenkten Bestockungsgrad (0,81) zurückzuführen. Trotz eines grundflächenbezogenen Mischungsanteils der Buche von 25 % wird auf der Versuchsfläche BD4b (in direkter Nachbarschaft zu BD4a, gleiches Alter) mit knapp 850 Vfm/ha fast das Volumen eines vergleichbaren Douglasienreinbestandes I. Bonität (876 Vfm/ha) erreicht. Der laufende jährliche Volumenzuwachs im Durchschnitt der letzten 10 Jahre ist in dem 60jährigen Versuchsbestand BD3 mit über 22 Vfm/ha am höchsten. Die über die WEISE'sche Oberhöhe hergeleiteten Ertragsklassen liegen für beide Baumarten meist im Bereich der I. Bonitäten.

Tabelle 1

Übersicht über die wichtigsten ertragskundlichen Zustands- und Leistungsdaten der Parzellen BD1 bis BD5 der Buchen-Douglasien-Mischbestands-Wuchreihe im Solling

Summary of the most relevant yield parameters of plot BD1-BD5 of the beech-Douglas fir mixed stand growth series in the Solling

Solling		Alter 1993	N/ha	h_g [m]	h_{ow} [m]	d_g [cm]	d_{ow} [cm]	G/ha [m ²]	V/ha [VFm]	iv/ha [VFm]	Ertragsklasse
BD1	BUCHE	36	888	13,36	15,08	16,18	24,11	18,25	122,2	9,2	0,2
B° 1.36	DOUGLASIE	26	352	12,93	15,92	13,93	21,61	5,38	34,3	2,78	1,5
	Sonstige		156					1,38	7		
	SUMME		1396					25,01	163,5	11,98	
BD2	BUCHE	46	2114	14,41	16,75	10,4	15,39	17,96	108,7	5,9	1,2
B° 1.27	DOUGLASIE	37	320	21,49	23,78	22,85	33,46	13,11	126,2	8,37	1,1
	Sonstige		26					0,46	3,6		
	SUMME		2460	31,53	238,5	14,27					
BD3	BUCHE	60	341	18,54	21,68	16,57	24,44	7,37	67,6	2,53	1,3
B° 1.08	DOUGLASIE	58	188	31,03	32,61	46,66	57,79	32,22	401,2	19,67	1,5
	Sonstige		21					1,08	11,9		
	SUMME		550					40,67	480,7	22,2	
BD4a	BUCHE	97	300	25,17	29,47	31,78	48	23,79	316,3	7,22	1,5
B° 1.29	DOUGLASIE	97	44	36,17	37,61	69,34	82,82	16,52	229,6	5,24	11,3
	Sonstige		25					6,2	85,1		
	SUMME		369					46,51	631	12,46	
BD4b	BUCHE	97	176	23,3	32,2	27	41,2	10,1	133	0,9	
B° 1.32	DOUGLASIE	92	105	39,2	41,5	75,9	92,1	47,4	702,6	1,5	
	Sonstige		5					0,9	13,3		
	SUMME		286					58,4	848,9		
BD5	BUCHE	128	111	28,71	35,22	35,91	52	11,28	177,6	4,25	1,5
B° 0.81	DOUGLASIE	112	30	42,95	47,73	75,34	95,52	13,45	223,2	3,42	1,3
	Sonstige	109	21	27,95	29,42	53,05	60,31	4,62	68,7		
	SUMME		162					29,35	469,5	7,67	

Abkürzungen:

N Stammzahl; G Grundfläche; V Vorrat (VFm.m.R.); d_g Durchmesser des Grundflächenmittelstammes; d_{ow} Durchmesser des WEISE'schen Oberhöhenstammes; h_g Höhe des Grundflächenmittelstammes; h_{ow} Höhe des WEISE'schen Oberhöhenstammes; iv/ha/a Mittlerer jährlicher Volumenzuwachs (Zeitraum 1983 bis 1992)

Abb. 2. Ertragskundliche Kennwerte der Wuchseries Solling (oben) und Nordwestniedersachsen (unten). Die Nummern unter den Säulen stehen für die einzelnen Versuchsflächen. Die Abbildungen zeigen die absoluten Größen von Stammzahl, Grundfläche und Volumen jeweils im Vergleich zu den Ertragstafelwerten für Douglasie I. Ertragsklasse, mittleres Ertragsniveau, mäßige Durchforstung nach BERGEL (1985) (durchgezogene Linie) und Buche I. Ertragsklasse, mäßige Durchforstung nach SCHÖBER (1987) (gestrichelte Linie). Yield parameters of the growth series in the Solling (top) and north-west Lower Saxony (below). The numbers below the columns indicate the plots. The figures show the absolute values of stem numbers, basal area and volume in comparison to the yield table values for Douglas fir (yield class I, medium yield level, moderate thinning; according to BERGEL 1985; black line) and beech (yield class I, moderate thinning, according to SCHÖBER 1987; broken line).

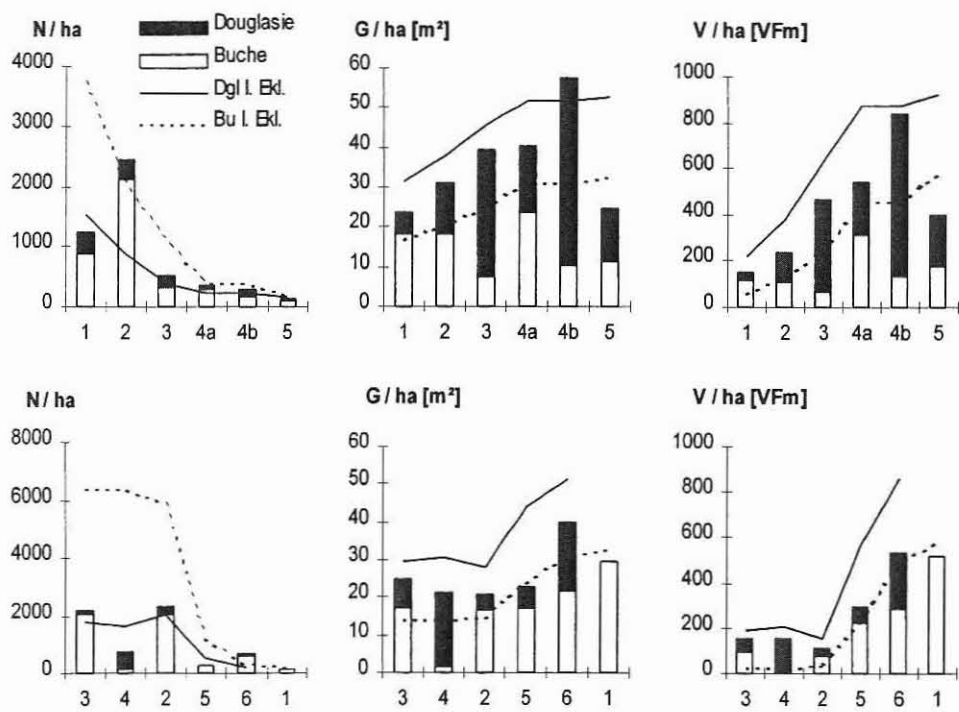


TABELLE 2

Übersicht über die wichtigsten ertragskundlichen Zustands- und Leistungsdaten der Parzellen BD1 bis BD5 der Buchen-Douglasien-Mischbestands-Wuchsreihe in Nordwestniedersachsen

Summary of the most relevant yield parameters of plot BD1-BD5 of the beech-Douglas fir mixed stand growth series in Northwest Lower Saxony

NW-Niedersachsen		Alter 1992	N/ha	h_g [m]	h_{ow} [m]	d_g [cm]	d_{ow} [cm]	G/ha [m ²]	V/ha [VFm]	iv/ha [VFm]	Ertrags- klasse
BD1 B° 0,56 (Schirm)	BUCHE	128	119	34,22	34,78	56,07	71,95	29,31	513,5	15,81	1.4
	DOUGLASIE										
	Sonstige SUMME		119					29,31	513,5	15,81	
BD2 B° 0,9	BUCHE	31	2030	11,6	12,46	10,16	14,83	16,47	78,1	7,31	0.4
	DOUGLASIE	22	280	14,23	17,17	14,12	22,73	4,38	31,1	2,45	0.2
	Sonstige SUMME		30 2340					0,21 21,06	0,9 110,1		
BD3 B° 1,07	BUCHE	30	2037	13,25	15,03	10,32	15,35	17,03	93,8	7,86	0.0
	DOUGLASIE	24	143	18,05	19,42	26,49	34,11	7,85	61,6	6,11	0.0
	Sonstige SUMME		8 2188					0,08 24,96	0,5 155,9		13,97
BD4 B° 0,86	BUCHE	30	168	11,4	12,65	11	16,2	1,59	8	0,69	0.1
	DOUGLASIE	25	610	15,91	18,39	20,27	28,55	19,69	144,6	12,78	0.5
	Sonstige SUMME		45 845					0,75 22,03	4,7 157,3		13,47
BD5 B° 0,67	BUCHE	58	271	26,29	28,93	28,39	36,89	17,16	226	12,56	0.0
	DOUGLASIE	52	27	31,07	33,29	50,64	62,24	5,53	68,7	3,14	0.8
	Sonstige SUMME		3 301					0,57 23,26	7,2 301,9		15,7
BD6 B° 0,9	BUCHE	105	620	30,23	33,44	53,31	68,1	21,56	280,7	4,42	1.0
	DOUGLASIE	90	47	35,28	38,03	71,17	92,51	18,49	250,1	1,36	11.2
	Sonstige SUMME		54 721					0,97 41,02	9 539,8		5,78

Die Altersstruktur der Wuchsreihe Nordwestniedersachsen ist weniger günstig, da ein Mischbestand um 40 Jahre fehlt (s. Tab. 2). Das Altersspektrum reicht bei der ebenfalls natürlich verjüngten Buche von 30 bis 128 Jahre, das der gepflanzten Douglasie von 22 bis 90 Jahre. Die Stammzahlen und Buchenanteile sind im Vergleich zum Solling höher, die Grundflächen- und Volumenleistungen geringer.

Bei Betrachtung der Stammzahlen in Abbildung 2 ergibt sich ein sehr inhomogenes Bild. Während die Versuchsflächen BD3 und BD2 jeweils geringfügig über der Ertragstafelangabe für Douglasie liegen und BD6 sogar die Stammzahl eines vergleichbaren Buchenreinbestandes übertrifft, sind die Versuchsflächen BD4 und BD5 stammzahlärmer als vergleichbare Douglasienreinbestände. Der Buchenschirm der Versuchsfläche BD1 entspricht hinsichtlich der Stammzahlhaltung dem Erwartungswert eines Reinbestandes I. Bonität im gleichen Alter.

Bezüglich der Grundflächen liegen die Bestände der Versuchsflächen BD3, BD4, BD2 und BD6 jeweils zwischen den ertragstafelgemäßen Angaben, wobei die relativ hohen Grundflächenanteile der Douglasie auf den Versuchsflächen BD4 und BD6 hervorzuheben sind. Die Untersuchungsbestände BD1 und BD5 erreichen knapp die Werte der Buchenertragstafel. Die Derbholzvorräte liegen mit Ausnahme der Versuchsfläche BD1 zwischen den Erwartungswerten für vergleichbare Buchen- und Douglasienreinbestände der I. Bonität. Die Volumina der jüngeren Bestände sind dabei im Schwerpunkt zum Douglasienbestand verschoben, die älteren dagegen eher zum Buchenbestand. Der höchste laufende jähr-

liche Volumenzuwachs (Durchschnitt der letzten 10 Jahre) wird in dem über 50jährigen Versuchsbestand BD5 mit knapp 16 VFm/ha geleistet. Die Buchen-Oberhöhen entsprechen in den jeweiligen Altern Bonitäten zwischen 0. und I. Ertragsklasse, die Douglasien-Bonitäten sinken von 0. Ertragsklasse und besser auf eine II. Ertragsklasse im Alter 90.

Bestandesstruktur

Die **Stammzahl-Durchmesser-Verteilungen** ermöglichen einen ersten Einblick in die Struktur und Wuchsdynamik von Mischbeständen aus Buche und Douglasie. In jüngeren Entwicklungsphasen ist die Douglasie zusammen mit der Buche auch noch in den unteren Durchmesserklassen vertreten. Dieses Verteilungsmuster geht jedoch mit fortschreitender Bestandesentwicklung immer mehr verloren. Sowohl die Versuchsflächen im Solling (Abb. 3a bis 3f) als auch die Bestände in Nordwestniedersachsen (Abb. 4a bis 4f) lassen erkennen, daß die Douglasie mit zunehmendem Alter immer höhere Durchmesserstufen als die Buche besetzt und schließlich eine markante Aufteilung in ein oberes und unteres Durchmesserklassenspektrum mit Douglasie bzw. Buche entsteht. Das ausgesprochen häufige Auftreten der Douglasie in den schwächeren Durchmesserbereichen auf der Versuchsfläche BD1 im Solling (Abb. 3a, Stangenholzphase) und die enorme Durchmesserstreuung der Buche sind auf die Ungleichaltrigkeit des Buchenkollektivs zurückzuführen (langer Verjüngungszeitraum).

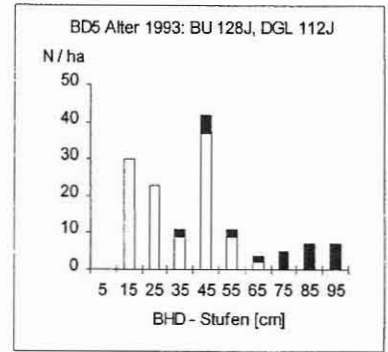
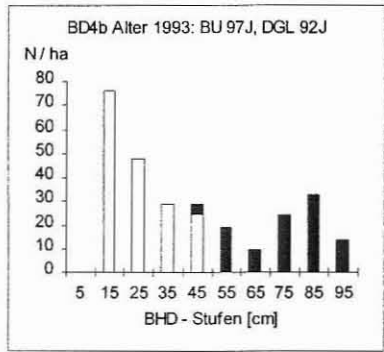
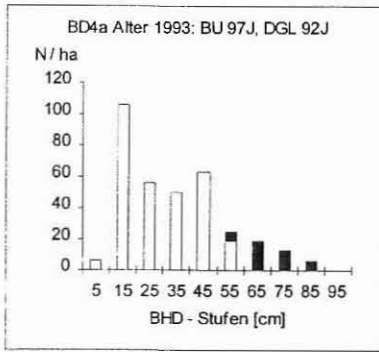
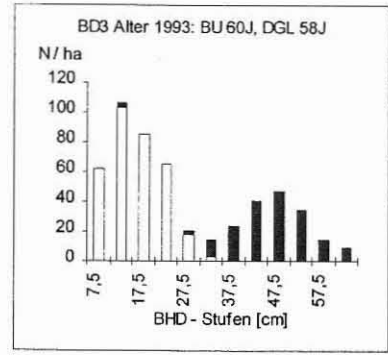
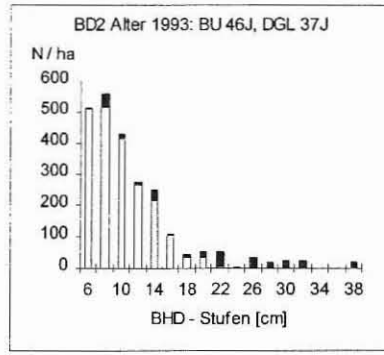
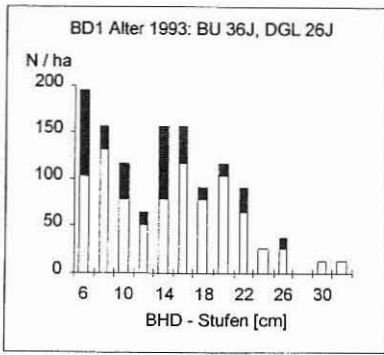


Abb. 3a-f. Stammzahl-Durchmesser-Verteilungen der Buchen-Douglasien-Mischbestands-Wuchsreihe im Solling (Douglasie dunkel, Buche weiß).
 Diameter frequency distributions of the beech-Douglas fir mixed stand growth series in the Solling (Douglas fir = black, beech = white).

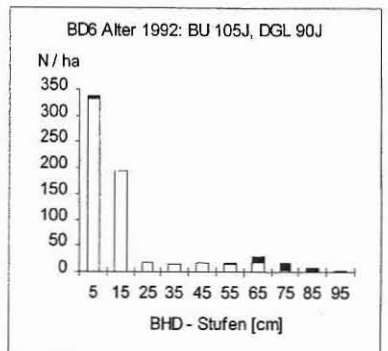
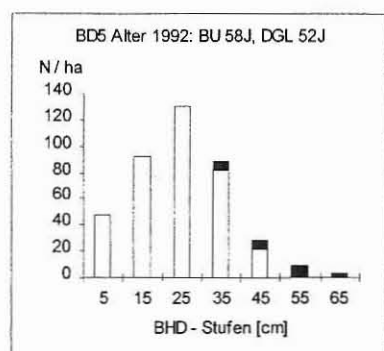
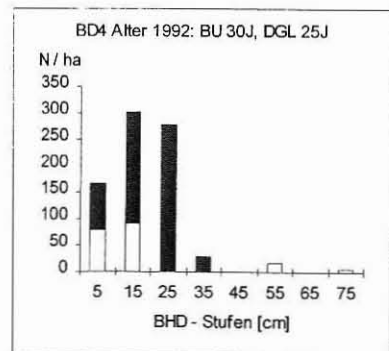
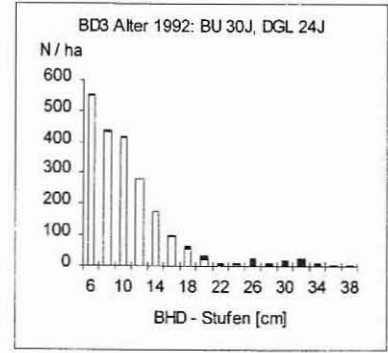
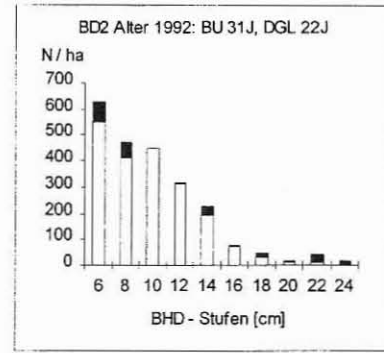
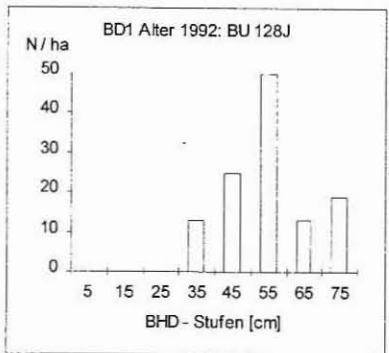


Abb. 4a-f. Stammzahl-Durchmesser-Verteilungen der Buchen-Douglasien-Mischbestands-Wuchsreihe in Nordwestniedersachsen (Douglasie dunkel, Buche weiß).
 Diameter frequency distributions of the beech-Douglas fir mixed stand growth series in northwest Lower Saxony (Douglas fir = black, beech white).

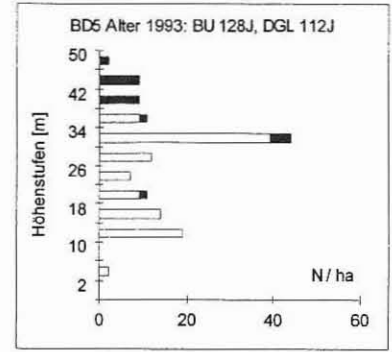
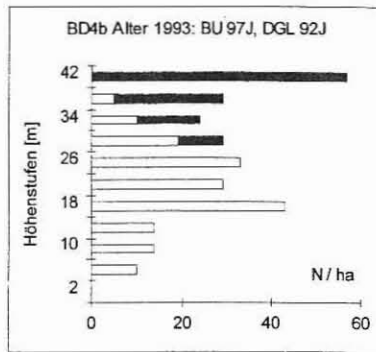
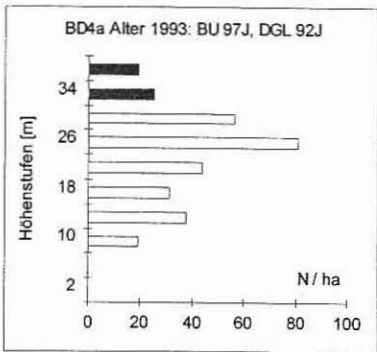
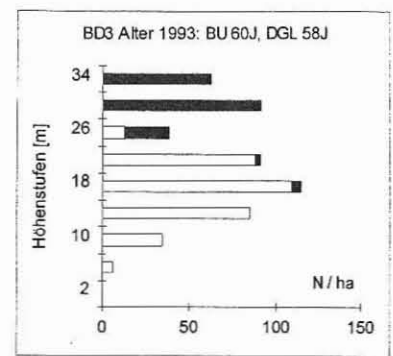
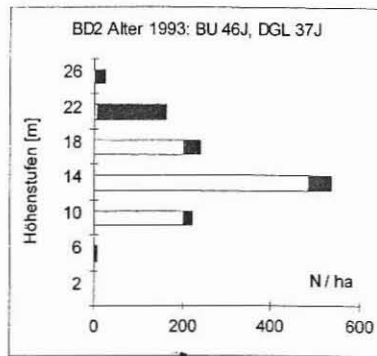
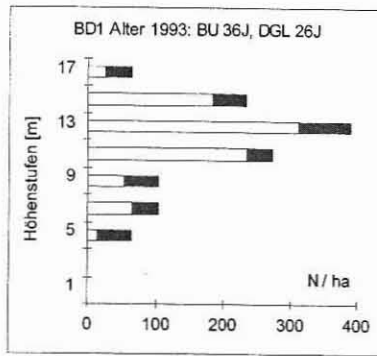


Abb. 5a-f. Stammzahl-Höhen-Verteilungen der Buchen-Douglasien-Mischbestands-Wuchsreihe im Solling (Douglasie dunkel, Buche weiß).
Height frequency distributions of the beech-Douglas fir mixed stand growth series in the Solling (Douglas fir = black, beech white).

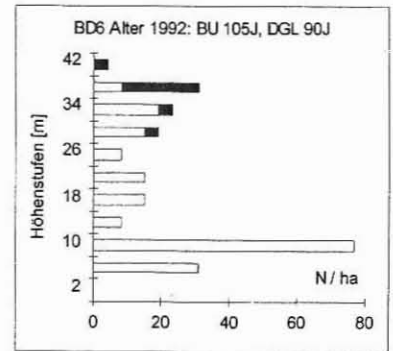
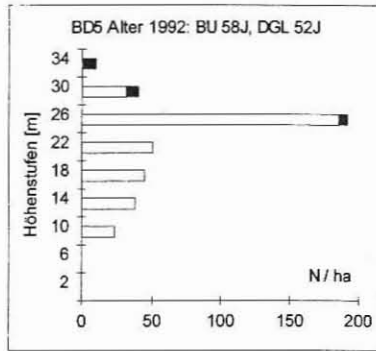
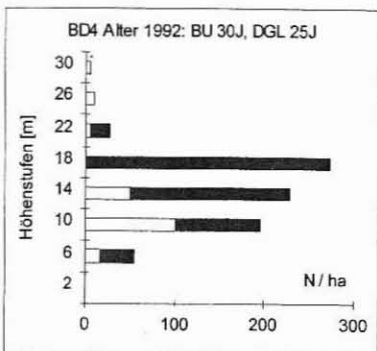
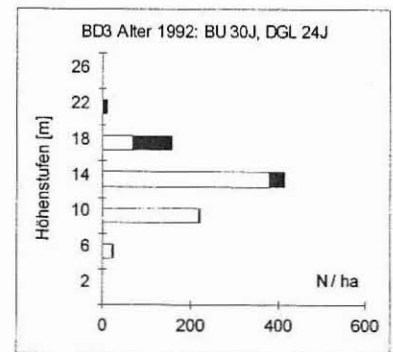
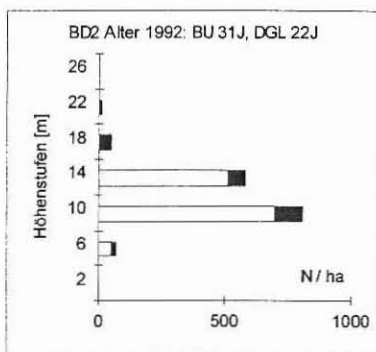
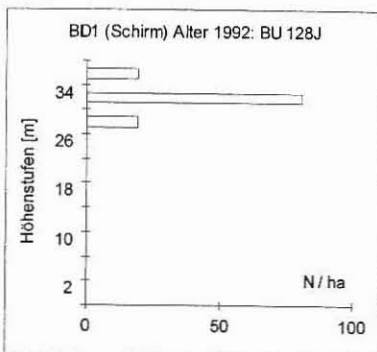


Abb. 6a-f. Stammzahl-Höhen-Verteilungen der Buchen-Douglasien-Mischbestands-Wuchsreihe in Nordwestniedersachsen (Douglasie dunkel, Buche weiß).
Height frequency distributions of the beech-Douglas fir mixed stand growth series in northwest Lower Saxony (Douglas fir = black, beech white).

Die Douglasie konnte aufgrund ihres geringeren Alters, der fehlenden Bestandespflege sowie der Buchen-Konkurrenz ihre Raschwüchsigkeit noch nicht voll zur Geltung bringen. Außerdem wirkte sich vermutlich auch der anfangs noch vorhandene Schirm übergehaltener Altbäume wuchshemmend auf die jüngeren Douglasien aus, da diese im allgemeinen lichtbedürftiger sind als junge Buchen (LÜTH 1997). Die Besetzung hoher Durchmesserstufen durch die Buche auf der Versuchsfläche BD4 in Nordwestniedersachsen erklärt sich durch eine Gruppe von Buchenüberhältern. Das angedeutete zweigipfelige Verteilungsmuster der Buche auf den Versuchsflächen BD4a und BD5 im Solling (Abb. 3d und f) weist darauf hin, daß diese Baumart sowohl an der mitherrschenden Bestandeschicht beteiligt ist als auch den Zwischen- und Unterstand bildet.

Die deutlich raschere Entwicklung der Douglasie zeigt sich auch bei einer Analyse der **Vertikalstruktur der Mischbestände**. Die Stammzahl-Höhen-Verteilungen in den Abbildungen 5a bis 5f sowie 6a bis 6f belegen, daß die Douglasie in jüngeren Entwicklungsphasen auch im unteren Höhenschichtengefüge vertreten ist, mit zunehmendem Alter jedoch immer mehr eine herrschende bis vorherrschende Stellung in den Beständen für sich beansprucht.

Die Untersuchungen in den Buchen-Douglasien-Mischbeständen Nordwestniedersachsens haben ergeben, daß der deutliche Höhenvorsprung der Douglasie in den jüngeren Mischbeständen in höheren Altern abnimmt. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die aus dem Kronendach herausragenden Douglasien allmählich vom Wind zerzaust und zopf-trocken werden. Die Douglasie ist demgegenüber im Solling in der Lage, selbst in ungleichaltriger Mischung mit älterer Buche ihre etwa bis zum Alter 60 gewonnene Wuchsvorlegenheit bis ins höhere Alter mehr oder weniger zu wahren.

Sowohl die Stammzahl-Durchmesser-Verteilungen als auch die Stammzahl-Höhen-Verteilungen der Versuchsflächen belegen die starke Differenzierung beider Mischbaumarten, insbesondere aber der Douglasie (vgl. SPELLMANN 1994, 1995). Die großen Unterschiede zwischen den Durchmessern der jeweiligen Grundflächenmittelstämme (d_g) und Oberhöhenstämme (d_{ow}) in den Tabellen 1 und 2 sind ebenfalls als deutliche Hinweise auf die starke Durchmesserdifferenzierung zu werten (vgl. PRETZSCH u. SPELLMANN 1994).

Kronenkarten und dreidimensionale Bestandesaufrißzeichnungen bilden ein weiteres Hilfsmittel bei der Strukturanalyse von Mischbeständen. Beispielfür sei hier die Versuchsfläche BD5 (Nordwestniedersachsen) in ihrer Horizontal- und Vertikalstruktur dargestellt. Aus Abbildung 7 wird deutlich, daß die Douglasie in dieser Untersuchungseinheit einzeln bis truppweise in den Buchengrundbestand eingebettet ist. Ergänzt wird das Baumartenspektrum durch vier beigemischte Lärchen. Neben einigen unbeschränkten Flächen (Bestockungsgrad 0,67) sind auch zahlreiche Mehrfachüberschirmungen zu erkennen, die zumeist durch überlappende oder verzahnte Buchenkronen entstehen. Aber auch zwischen den vorwüchsigen Douglasien bzw. Lärchen und Buchen bilden sich durch die einsetzende Aufteilung des Kronenraumes mehrfach überschirmte Bestandesflächen heraus. Die

Bestandesaufrißzeichnung in Abbildung 8 unterstreicht nochmals die bereits bei der Durchmesser- und Höhenstruktur festgestellte Wuchsvorlegenheit der Douglasie im Vergleich zur Buche auf diesem Standort. Das Kronendach der durchschnittlich 58jährigen Buchen wird von den im Mittel sechs Jahre jüngeren Douglasien deutlich überragt.

In den Tabellen 3 (Solling) und 4 (Nordwestniedersachsen) sind die mittleren Stamm- und Kronendimensionen ausgewählter Versuchsbestände zusammengestellt. In ihrem Alter vergleichbare Bestände wurden ausgehend von der WEISE'schen Oberhöhe in Ober-, Mittel- und Unterschicht aufgeteilt (vgl. ASSMANN 1953/54). Allgemein ist festzuhalten, daß Kronenbreite, Kronenlänge sowie Kronenprozent innerhalb der Bestände bei beiden Baumarten von der Oberschicht zur Unterschicht abnehmen. Die im Wuchs überlegene Douglasie erreicht jeweils größere Kronenbreiten und Kronenprozent als die Buche.

Lediglich auf der Versuchsfläche BD6 in Nordwestniedersachsen übertrifft die Buche in ihren Kronendimensionen die Douglasie deutlich. Die Buche kann dort ihre überlegenen Kronendimensionen in große Stammdurchmesser umsetzen. Im Vergleich dazu weist die nur geringfügig jüngere Buche auf der Versuchsfläche BD4a im Solling in der Ober- und Mittelschicht um mehr als 20 cm geringere Brusthöhendurchmesser auf. Den geringen Durchmessern entsprechen etwa im selben Verhältnis geringere Kronendimensionen. Erstaunlich ist auf den ersten Blick auch der vergleichsweise geringe mittlere Durchmesser der Douglasie auf der Versuchsfläche BD4a im Solling. Bei gleicher Höhe und annähernd gleichem Alter, aber

TABELLE 3
Mittlere Stamm- und Kronendimensionen ausgewählter Versuchsflächen der Wuchsreihe Solling

Mean DBHs and crown dimensions of selected plots in the Solling

Solling BD3 Bu 60J Dgl58J	N	BHD [cm]	Höhe [m]	Kronen- breite [m]	Kronen- länge [m]	Kronen- prozent %
Buche						
Oberschicht	98	20,6	21,0	4,9	8,2	39
Mittelschicht	41	12,3	14,5	3,2	4,1	28
Unterschicht	8	8,3	9,9	2,8	2,0	20
Douglasie						
Oberschicht	72	47,6	31,0	7,2	14,8	48
Mittelschicht	12	31,3	23,2	5,2	9,0	39
Unterschicht	1	14,6	16,3	3,5	2,4	15
Solling BD4a Bu 97J Dgl92J	N	BHD [cm]	Höhe [m]	Kronen- breite [m]	Kronen- länge [m]	Kronen- prozent %
Buche						
Oberschicht	39	38,9	27,1	8,0	11,0	41
Mittelschicht	21	21,4	20,4	5,2	6,1	30
Unterschicht	6	12,8	12,1	4,1	3,2	26
Douglasie						
Oberschicht	8	70,0	36,8	9,5	15,8	43
Mittelschicht	-	-	-	-	-	-
Unterschicht	-	-	-	-	-	-

TABELLE 4

Mittlere Stamm- und Kronendimensionen ausgewählter Versuchsflächen der Wuchs-reihe Nordwestniedersachsen

Mean dbhs and crown dimensions of selected plots in Northwest Lower Saxony

NW-Nieder-sachsen BD5 Bu 58J Dgl 52J	N	BHD [cm]	Höhe [m]	Kronen-breite [m]	Kronen-länge [m]	Kronen-prozent %
Buche						
Oberschicht	89	31,1	26,8	6,8	10,0	37
Mittelschicht	16	17,5	20,8	4,6	6,6	32
Unterschicht	6	8,7	12,6	2,8	2,3	18
Douglasie						
Oberschicht	8	49,9	30,7	8,0	12,4	40
Mittelschicht	-	-	-	-	-	-
Unterschicht	-	-	-	-	-	-
NW-Nieder-sachsen BD6 Bu 105J Dgl 90J	N	BHD [cm]	Höhe [m]	Kronen-breite [m]	Kronen-länge [m]	Kronen-Prozent %
Buche						
Oberschicht	17	61,1	33,3	12,2	17,5	53
Mittelschicht	10	43,6	23,8	10,1	13,4	56
Unterschicht	-	-	-	-	-	-
Douglasie						
Oberschicht	16	79,7	36,8	11,7	14,6	40
Mittelschicht	2	61,0	30,7	7,5	10,3	34
Unterschicht	-	-	-	-	-	-

größerer Kronenbreite und geringerer Kronenlänge ist die Douglasie auf der Versuchsfläche BD6 in Nordwestniedersachsen um fast 10 cm stärker im Durchmesser. Diese Beobachtung ist allerdings wenig überraschend, wenn man die Kronenmantelfläche der Oberschicht-Bäume berücksichtigt (Berechnung aufbauend auf den Kronenformmodellen von PRETZSCH 1992). Bekanntlich bestehen besonders enge Zusammenhänge zwischen der Kronenmantelfläche und der Zuwachsleistung von Einzelbäumen. Dabei weist die Douglasie auf der Versuchsfläche BD6 eine durchschnittliche Kronenmantelfläche von 374 m² auf, während die Douglasie im Solling nur eine mittlere Kronenmantelfläche von 308 m² erreicht.

Zuwachsverhalten von Beständen und Einzelbäumen

Ein wesentlicher Bestandteil der Außenaufnahmen war die Gewinnung von Bohrspanproben an ausgewählten Bestandesgliedern. Auf den fünf Versuchsflächen wurden für jede der zwei untersuchten Baumarten von maximal 30 Stämmen je zwei Bohrspane aus nordöstlicher und südwestlicher Richtung gewonnen. Die Auswahl der Stämme erfolgte weitgehend auf der Grundlage der jeweiligen Stammzahl-Durchmesserverteilung, um zu gewährleisten, daß die untersuchten Bäume für den Bestandeszuwachs repräsentativ waren. Bei der flächenbezogenen **Berechnung der Volumenzuwächse** wurde für den Zeitraum von 1972 bis 1992 auch der ausscheidende Bestand der Baumarten Buche und Douglasie berücksichtigt.

In den Abbildungen 9 und 10 ist der laufende jährliche Volumenzuwachs pro Hektar des Gesamtbestandes (Buche und Douglasie) für die einzelnen Versuchsflächen – aufgetragen über dem Alter der Douglasie – dargestellt. Die Volumenleistung in den untersuchten Buchen-Douglasien-Mischbeständen im Solling steigt, ausgehend von einem Niveau von etwa 10 VFm/ha Derbholz, zunächst steil an und kulminiert im Alter von ca. 50 Jahren mit einem Wert von knapp 25 VFm/ha (Abb. 9). Während dieser Phase übertrifft der Mischbestand der Versuchsfläche BD3 in seiner Zuwachsleistung sogar einen vollbestockten Douglasienreinbestand erster Ertragsklasse (BERGEL 1985, mittleres Ertragsniveau, mäßige Durchforstung). Diese Beobachtung ist besonders erstaunlich unter dem Aspekt, daß die Buche auf BD3 mit einem grundflächenbezogenen Mischungsanteil von knapp 30 % vertreten ist. Nach der Kulmination fällt die Volumenleistung der Mischbestände jedoch in stärkerem Maße ab als nach der Douglasien-ertragstafel. Die Zuwachsleistung der Versuchsflächen BD4a und BD5 oszilliert im Altersabschnitt von 60–90 Jahren zunächst um die Kurve des Buchenreinbestandes I. Bonität und sinkt anschließend unter die Ertragstafelwerte für Buche.

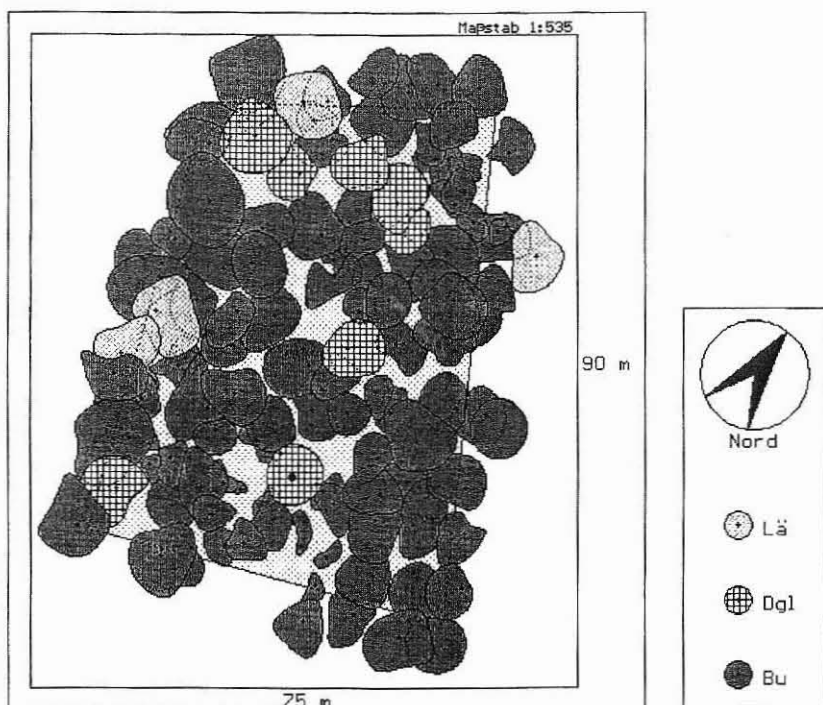


Abb. 7: Kronenkarte der Versuchsfläche BD5 in Nordwestniedersachsen. Crown map of plot BD5 (Northwest Lower Saxony).

Die Buchen-Douglasien-Mischbestände im Forstamt Hasbruch sind in ihrem Zuwachsgang den Versuchsfeldern im Bergland ähnlich (Abb. 10). Auch auf den nordwestniedersächsischen Versuchsfeldern kulminiert der Volumenzuwachs im Alter von etwa 50 Jahren und sinkt anschließend allmählich auf ein Niveau zwischen 5 und 10 Vfm/ha. Im Unterschied zur Wuchreihe im Solling werden jedoch im Vergleich zur Douglasien-ertragsstapel nur geringere Zuwachswerte erreicht, und die Leistung des Douglasienreinbestandes wird zu keinem Zeitpunkt übertroffen. Vielmehr sinkt der Volumenzuwachs der Mischbestände im Alter von 60 Jahren sogar unter das Leistungsniveau eines Buchenreinbestandes I. Bonität. Bemerkenswert ist der Zuwachs des Buchenschirmes der Versuchsfeldfläche BD1 im Altersabschnitt über 100 Jahre, der immer noch deutlich über den Ertragsstapelwerten der I. Bonität liegt.

Allgemein ist festzuhalten, daß die Baumarten Buche und Douglasie je nach Mischungsanteil auf den Versuchsfeldern unterschiedliche Beiträge zum Bestandeszuwachs erbringen.

Am Beispiel der Versuchsfeldfläche BD4a im Solling läßt sich anhand des **Einzelbaumansatzes** (Baumpositionen, Dimensionen, Kronengrößen und Zuwächse sind bekannt) die **Durchmesserentwicklung** der Buche unter zwei sehr verschiedenen Wuchskonstellationen beschreiben. Im dreidimensionalen Bestandesauschnitt der Abbildung 11a bilden die Buchen 41, 44 und 47 den Unterstand eines Douglasientrupps. Die Überschirmungssituation für diese Buchen wird auch durch die sich überschneidenden Kronenschirmflächen der beiden Baumarten anschaulich hervorgehoben. Die in enger räumlicher Nachbarschaft zu den Douglasien stehenden Buchen wurden im Verlauf der Bestandesentwicklung von den Nadelbäumen überwachsen und können im unteren Kronenraum nur noch das aus höheren Schichten durchfallende Restlicht nutzen. Die drei Buchen weisen bereits im Jahre 1962 vergleichsweise geringe Ausgangsdimensionen auf (s. Abb. 12). Am flachen Kurvenverlauf wird deutlich, daß diese Bestandesglieder entsprechend ihrer ungünstigen Wuchskonstellation nur einen geringen Durchmesserzuwachs leisten. Das Durchmesserwachstum der unterständigen Buchen neigt am Ende des Beobachtungszeitraumes sogar fast zur Stagnation. Im Vergleich dazu haben die Douglasien 39 und 46 bereits im Jahre 1962 wesentlich größere Ausgangsdimensionen und vergrößern diesen Vorsprung ab 1970 durch das nochmals steigende Durchmesserwachstum.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse in Abbildung 11b. Das dort gezeigte Baumkollektiv ist Teil des Buchengrundbestandes der Versuchsfeldfläche BD4a. Von den insgesamt sieben Buchen konnten sich immerhin drei Bestandesglieder in der Oberschicht etablieren. Offensichtlich hat das Aufwachsen der Laubbäume in einem größeren Horst mit der dadurch gegebenen räumlichen Distanz zu Douglasien die Entwicklung gut bekrönter, oberständiger Buchen ermöglicht. Deren gün-

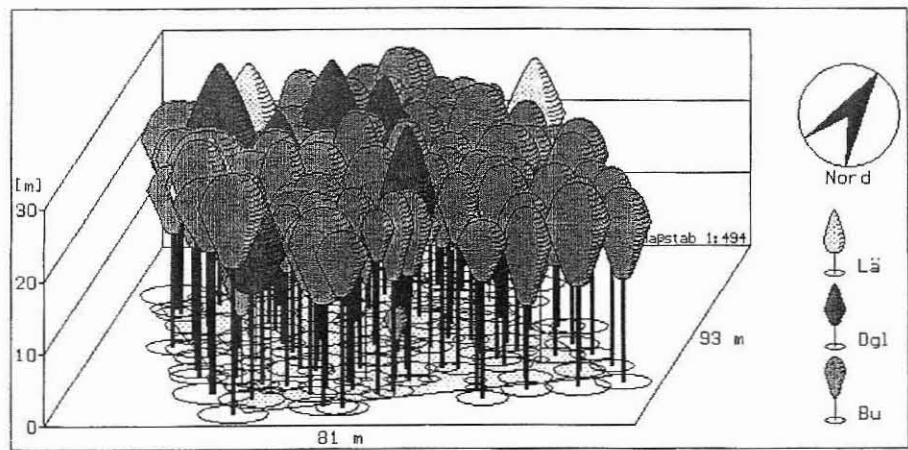


Abb. 8. Bestandesaufrißzeichnung der Versuchsfeldfläche BD5 in Nordwestniedersachsen. Profile of plot BD5 (Northwest Lower Saxony).

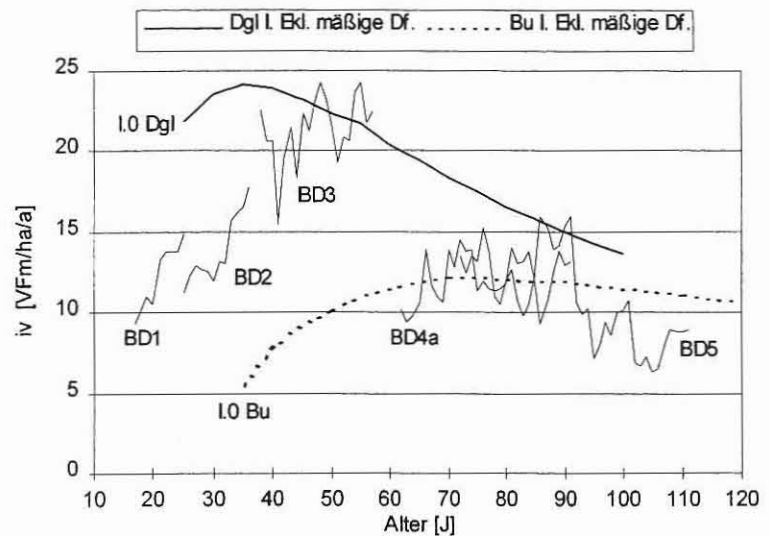


Abb. 9. Volumenzuwachsgang (Vfm/ha/a) für den jeweiligen Gesamtbestand der Versuchsfeldflächen BD1 bis BD5 im Solling im Vergleich zu den Erwartungswerten für Douglasie (BERGEL 1985, mittleres Ertragsniveau, I.0 Ertragsklasse, mäßige Durchforstung) und Buche (SCHÖBER 1987, I.0 Ertragsklasse, mäßige Durchforstung).

Development of volume increment ($m^3/ha/a$) of the plots BD1–BD5 (Solling) in comparison to the yield table values for Douglas fir (according to BERGEL 1985, medium yield level, yield class I.0, moderate thinning) and beech (SCHÖBER 1987, yield class I.0, moderate thinning).

stige Wuchskonstellation wirkt sich auch auf ihr Durchmesserwachstum aus (Abb. 12). Die drei herrschenden Buchen besitzen nicht nur höhere Ausgangsdurchmesser, sondern zeigen im Vergleich zu den bedrängten Individuen in Abbildung 11a auch ein stärkeres Durchmesserwachstum, das an dem steileren Kurvenanstieg deutlich wird. Die Bäume 2 und 20 weisen am Ende des Untersuchungsintervalls mehr als doppelt so große Brusthöhendurchmesser auf wie die unterständigen Buchen in Abbildung 11a.

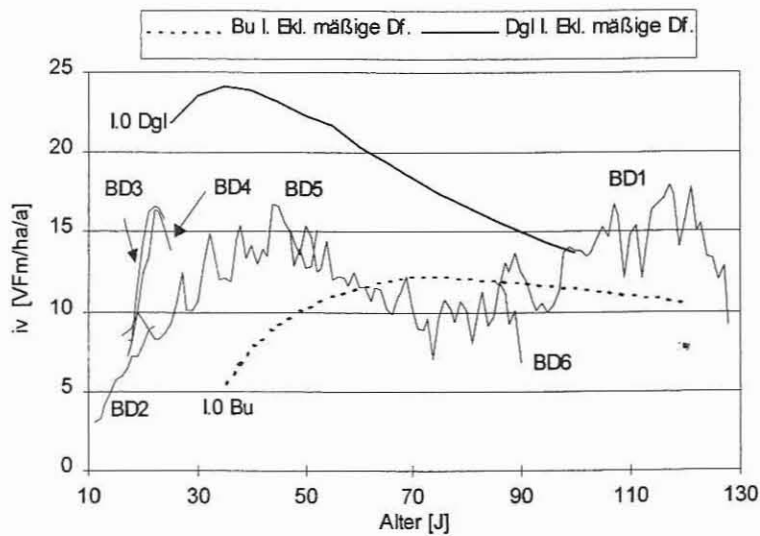


Abb. 10. Volumenzuwachsgang (VFm/ha/a) für den jeweiligen Gesamtbestand der Versuchsflächen BD1 bis BD6 in Nordwestniedersachsen im Vergleich zu den Erwartungswerten für Douglasie (BERGEL 1985, mittleres Ertragsniveau, I.0 Ertragsklasse, mäßige Durchforstung) und Buche (SCHÖBER 1987, I.0 Ertragsklasse, mäßige Durchforstung). Die Kurve der Versuchsfläche BD1 repräsentiert nur den Zuwachs des Buchenschirmes.
 Development of volume increment (m³/ha/a) of the plots BD1–BD6 (Northwest Lower Saxony) in comparison to the yield table values for Douglas fir (according to BERGEL 1985, medium yield level, yield class I.0, moderate thinning) and beech (SCHÖBER 1987, yield class I.0, moderate thinning). The graph for plot BD1 represents only the increment of the beech canopy.

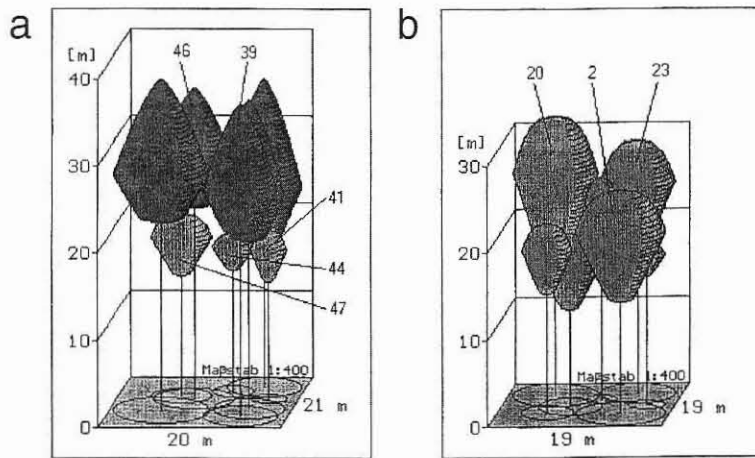


Abb. 11a–b. Wuchskonstellationen auf der Versuchsfläche BD4a im Solling (Abb. 11a: Buche im Unterstand; Abb. 11b: Buche im Oberstand).
 Growing conditions of plot BD4a (Solling); (Fig. 11a: beech in understory; Fig. 11b: beech in upperstory).

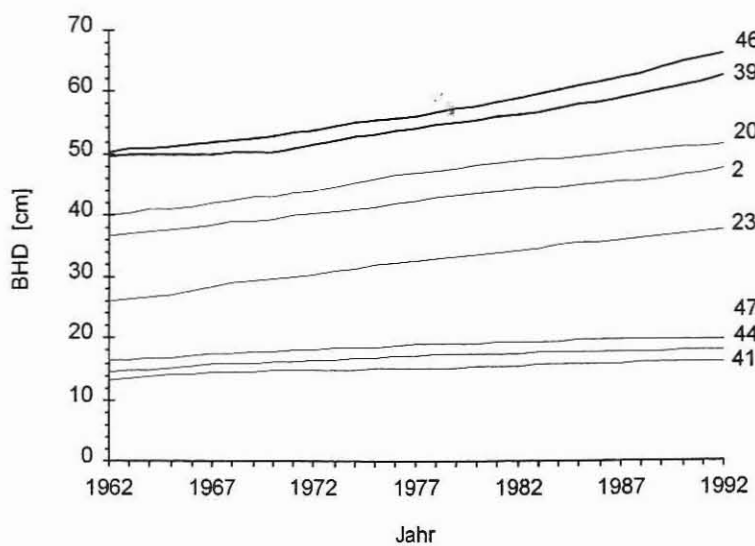


Abb. 12. BHD-Entwicklung der Einzelbäume in unterschiedlichen Wuchskonstellationen auf der Versuchsfläche BD4a im Solling.
 Dbh development of single trees under different growing conditions on plot BD4a (Solling).

Diskussion und Wertung der Ergebnisse

Der stark gestiegenen Bedeutung von Mischbeständen in der waldbaulichen Planung und Betriebsführung steht eine relativ geringe Basis an walddachstumskundlichen Informationen gegenüber. Über die Struktur und das Wuchsverhalten von Buchen-Douglasien-Mischbeständen ist bisher nur wenig bekannt. Mit den beiden Buchen-Douglasien-Mischbestands-Wuchsreihen im Solling und in Nordwestniedersachsen wird eine zahlenmäßige Datengrundlage für diesen Mischbestandstyp geschaffen. Bei ihrer Analyse und Nutzung für waldbauliche Entscheidungshilfen oder Wachstumsmodelle ist jedoch zu bedenken, daß der dem **Wuchsreihenkonzept** zugrundeliegende Analogieschluß vom räumlichen Nebeneinander verschieden alter Bestände auf das zeitliche Nacheinander einer Bestandesentwicklung Einschränkungen unterliegt. Sie ergeben sich aus möglichen Veränderungen der Standorte (vgl. PRETZSCH 1992; SPELSBERG 1994; RÖHLE 1995) und der Behandlungskonzepte im Laufe der Zeit (vgl. KRAMER 1988). Ohne den langwierigen Weg über Dauerversuchsflächen einzuschlagen, gibt es aber keine Alternative zum Wuchsreihenkonzept, um kurzfristig neues Faktenwissen über die Wuchsdynamik von Mischbeständen bereitzustellen. Die Überführung der Wuchsreihenbestände in Dauerversuchsflächen sichert darüber hinaus eine Rückkoppelung zwischen den Ergebnissen der Wuchsreihen und den sich bildenden Zeitreihen (vgl. BIBER 1996).

Die Anforderungen an **Wuchsreihen-Versuchsflächen** sind hoch. Sowohl im Solling als auch in Nordwestniedersachsen war es schwierig, für den bis heute eher seltenen Mischbestandstyp Buche/Douglasie auf vergleichbaren Standorten strukturreiche Mischbestände mit möglichst vielen unterschiedlichen Wuchskonstellationen auf jeder einzelnen Fläche zu finden, die zudem noch das Altersspektrum von ca. 20 bis 140 Jahren gleichmäßig abdeckten und in den letzten Jahren nicht durchforstet waren. Zum Teil mußten bei einem oder mehreren der Auswahlkriterien Kompromisse eingegangen werden. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Mischungsformen und der gleichmäßigen Besetzung des Altersspektrums.

Im Vergleich zu klassischen ertragskundlichen Versuchen mit bestandesbezogenen Zielgrößen erhöht sich durch den auf den Wuchsreihenflächen verfolgten **Einzelbaumansatz** der Arbeitsumfang erheblich. Die Erfassung von Baumpositionen und Kronenkennwerten sowie die Gewinnung von Bohrspänen bieten aber wesentlich differenziertere Auswertungsmöglichkeiten und erschließen sowohl einzelbaumorientierte als auch bestandesweise Betrachtungsebenen (vgl. PRETZSCH 1995).

Die klassischen **ertragskundlichen Bestandeskennwerte** der Buchen-Douglasien-Mischbestände liegen erwartungsgemäß zwischen den Ertragstafelwerten vergleichbarer Reinbestände aus Buche bzw. Douglasie (vgl. Tab. 1 u. 2, Abb. 2). Unter Beachtung der unterschiedlichen Mischungsanteile der Douglasie sind sie im Solling näher zum Douglasienreinbestand, in Nordwestniedersachsen näher zum Buchenreinbestand verschoben. Bezogen auf ihre Stammzahlanteile erbringen die Douglasien in den Mischbeständen überproportional hohe Leistungen. Auf vergleichbaren Standorten des Sollings ist die Wuchsleistung der Buchen-Douglasien-Mischbestände wesentlich höher als diejenige von Buchen-Fichten-Mischbeständen (vgl. BIBER 1996). Die ertragskundliche Bedeutung unterschiedlicher Mischungsanteile zeigen die im gleichen Bestand angelegten Solling-Versuchspartellen BD4a und BD4b. Im Alter von 97 bzw. 92 Jahren stehen in der douglasienreichen Parzelle BD4b mit 850 Vfm m.R. ca.

200 Vfm m.R. mehr als in der buchenreichen Parzelle BD4a mit 630 Vfm m.R.. Hierbei handelt es sich nicht um Industrieholz, sondern um wertvolles Starkholz (vgl. Abb. 4d u. 4e).

Buchen-Douglasien-Mischbestände sind strukturreich. Die **Stammzahl-Durchmesser-Verteilungen** belegen die starke Durchmesserdiversifizierung der Bestände (Abb. 3 u. 4). Mit zunehmendem Alter vergrößert sich die Durchmesserspreitung. Parallel dazu kommt es zu einer Trennung der beiden Baumarten in ein unteres, hauptsächlich mit Buchen besetztes Durchmesserpektrum und ein oberes Durchmesserpektrum, in dem die Douglasien dominieren. Diese Entwicklung ist ausgeprägter als in ähnlich entstandenen Buchen-Fichten-Mischbeständen auf vergleichbaren Standorten (vgl. BIBER 1996) und bietet vielseitige waldbauliche Gestaltungsmöglichkeiten. Bereits in fünfzig- bis sechzigjährigen Beständen erreichen einzelne Douglasien Durchmesser von über 60 cm. Dieser Brusthöhendurchmesser wird vielfach als Zielstärke für die Douglasie genannt. Hierbei kann es sich aber nur um einen anzustrebenden Mindestwert für die leistungsfähigsten Douglasien handeln, deren durchschnittlicher Wertzuwachs bei mittlerer bis guter Qualität noch steigt und die sich auch natürlich verjüngen sollten.

Die deutliche Wuchsüberlegenheit der Douglasie spiegelt sich auch in den **Stammzahl-Höhen-Verteilungen** wider (vgl. Abb. 5 u. 6). Mit zunehmendem Alter kommt es zu einer Entmischung in den Bestandesschichten. Die Douglasien konzentrieren sich auf die vorherrschende und herrschende Schicht, während die Buchen vor allem den Unter- und Zwischenstand stellen. Zusammen ermöglichen beide Baumarten vertikal stark gegliederte Bestände, wie sie in Reinbeständen der beiden Baumarten nur selten anzutreffen sind.

Die **Kronenkarten und Bestandesaufrisse** vermitteln einen guten Eindruck von dem Aufbau und der Durchmischung der Bestände (vgl. Abb. 7 u. 8). Mehrfachüberschirmungen entstehen in jüngeren Beständen nicht nur durch unterständige Bäume, sondern vor allem durch die enge Verzahnung der Buchenkronen. Diese gegenseitige Durchdringung der Buchenkronen läßt in den älteren Beständen nach. Bei den Douglasien ist sie allenfalls in jüngeren Beständen zu entdecken. Ab der Baumholzphase scheinen sich benachbarte Douglasien eher den begrenzten Wuchsraum untereinander aufzuteilen. Berührungen an der Kronenperipherie werden vermieden. In enger räumlicher Nachbarschaft zu Douglasien werden Buchen i. d. R. überwachsen und in den Unter- und Zwischenstand zurückgedrängt.

Zwischen den **Kronendimensionen** und der sozialen Stellung der Einzelbäume bestehen deutliche Zusammenhänge (vgl. Tab. 3 u. 4). Buche und Douglasie bilden in ungünstigen Wuchskonstellationen, also bei starker seitlicher Einengung oder Überschirmung, schmalere Kronen aus. In dieser Situation nimmt bei der Buche auch die Kronenlänge ab, insbesondere bei Überschirmung durch artgleiche Individuen. Umgekehrt steigen mit dem Standraumangebot die Kronendimensionen an (vgl. EULE 1959; PRETZSCH u. SPELLMANN 1994; VORREYER 1997). Im Alter haben die herrschenden, zielstarken Bestandessglieder beider Baumarten mittlere Kronendurchmesser von 10 bis 12 m (vgl. SPELLMANN 1995).

Die Zuwachsentwicklung in den Wuchsreihenbeständen unterstreicht das hohe Leistungsniveau dieses Mischbestandstyps. Trotz der meist höheren Buchenanteile nähert sich der **Volumenzuwachs** in der Jugend den Ertragstafelwerten des Douglasienreinbestandes I. Bonität, im Alter hält er sich auf dem Niveau des Buchenreinbestandes I. Bonität (vgl. Abb. 9 u. 10). Seine Kulmination im Alter von etwa 50 Jahren ist wichtig für das rechtzeitige Herausarbeiten der angestrebten Mi-

schungsformen. Während im Nordwesten die Volumenzuwachsentwicklungen der Bestände ineinandergreifen, besteht zwischen den drei jüngeren und den zwei älteren Beständen im Solling ein Bruch. Hier scheinen sich die Standortverhältnisse im Laufe der Zeit verändert zu haben. Auch der älteste Bestand der Wuchreihe im Nordwesten zeigt einen alterstypischen Zuwachsanstieg. Diese beiden Entwicklungen sind im Zusammenhang mit den erhöhten Stickstoffeinträgen zu sehen und bei der Interpretation der Wuchsergebnisse zu berücksichtigen.

Die Analyse der **Durchmesserentwicklung einzelner Bäume** deckt bei der Buche einen klaren Zusammenhang zwischen Wuchskonstellation und Zuwachsleistung auf (vgl. Abb. 11 u. 12). In enger räumlicher Nachbarschaft zu Douglasien werden Buchen bereits frühzeitig überwachsen und in den Unterstand gedrängt, während sie in größeren Kollektiven ihrer Art zum Teil in der Lage sind, sich in der herrschenden Schicht zu etablieren und ihre günstige Wuchskonstellation für eine kräftige Durchmesserentwicklung zu nutzen. Auch bei der Douglasie besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen der räumlichen Wuchskonstellation und dem Zuwachsverhalten der Einzelbäume (DREHER 1994; de WALL 1995; PRETZSCH u. SPELLMANN 1994). Individuen mit einer hohen sozialen Stellung im heutigen Bestandesgefüge konnten diese i. d. R. schon in früheren Entwicklungsphasen einnehmen.

Aus den Ergebnissen der beiden Buchen-Douglasien-Wuchserien lassen sich bereits einige **waldbauliche Konsequenzen** ziehen. Aufgrund der von Jugend an deutlichen Wuchsüberlegenheit der Douglasie sollten Bestände dieses Mischbestandstyps nicht in intensiver, sondern eher horstweiser Mischung begründet werden. In bestehenden, einzelstamm- bzw. truppweise gemischten Beständen empfiehlt es sich dementsprechend, beide Baumarten möglichst frühzeitig zu trennen. Hierdurch lassen sich Qualitätsprobleme verringern (starke Äste bei Douglasie, heliotropes Wachstum bei Buche), die Pflegekosten begrenzen und die Entwicklungsmöglichkeiten für die konkurrenzschwächere Buche verbessern. Letzteres gilt primär für Bestände mit führender Douglasie, wo mindestens einige gut bekronte Buchen die spätere natürliche Verjüngung dieser Baumart sichern sollten. Douglasienhorste in Buchengrundbeständen sollten hingegen wegen der sehr unterschiedlichen Produktionszeiträume langfristig in einzelbaum- bis gruppenweise Mischungsformen überführt werden. Die dort schon früh aus dem Kronendach herausragenden Douglasien müssen von Jugend an durch starke Eingriffe im Herrschenden auf ihren späteren „Freistand“ vorbereitet werden. Allgemein sind für Buchen-Douglasien-Mischbestände hochdurchforstungsartige Pflegeeingriffe zu empfehlen. Sie sind nicht nur betriebswirtschaftlich zielführend, sondern tragen ebenso dazu bei, die naturgegebene starke Durchmesser- und Höhendifferenzierung zu erhalten. Dabei ist der Strukturreichtum kein Selbstzweck, sondern eine wesentliche Voraussetzung zur späteren Steuerung des Ankommens und der Entwicklung der Naturverjüngung und für eine zeitlich gestreckte Zielstärkennutzung. Gleichzeitig wird das Lebensraumangebot für andere Arten erhöht. In den Kontaktzonen beider Baumarten ist auf deren Standraumbedarf zur Erreichung der angestrebten Zieldurchmesser zu achten. Ein Abstand von ca. 10–12 m sollte daher zwischen den zu fördernden Buchen- und Douglasien-Z-Bäumen eingehalten werden. Zur Sicherung der Wertleistung sind die meist vorwüchsigen Douglasien zu ästen. Eine Hochästung auf 10–12 m dürfte vielfach sinnvoll sein.

Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung bietet die Mischung der Douglasie mit der Buche vielseitige waldbauliche Gestaltungsmöglichkeiten, gute Ertragsaussichten und strukturreiche Waldgefüge. Sie trägt wesentlich dazu bei, die Douglasie in unsere heimische Fauna und Flora zu integrieren und naturschützerische Vorbehalte zu entkräften.

Literatur

- Assmann, E. 1953/54. Die Standraumfrage und die Methodik von Mischbestandsuntersuchungen. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 125, 149–153.
- Baader, G. 1942. Was leistet der Mischbestand? *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 118, 221–223.
- Baader, G. 1943. Der Mischbestand. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 119, 151–159.
- Bergel, D. 1985. *Douglasien-ertragstafel für Nordwestdeutschland 1985*. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Göttingen.
- Biber, P. 1996. *Konstruktion eines einzelbaumorientierten Wachstums-simulators für Fichten-Buchen-Mischbestände im Solling*. Ber. d. Forschungszentrums Waldökosysteme Univ. Göttingen, Reihe A, Bd. 142.
- Bonnemann, A. 1939. Der gleichaltrige Mischbestand von Kiefer und Buche. *Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft* 10, 439–483.
- Christmann 1939. Ertragstafel für den Kiefern-Fichten-Mischbestand. In: Wiedemann, E. 1949. *Ertragstafeln der wichtigsten Holzarten*. Hannover.
- Dreher, G. 1994. *Struktur und Wuchsdynamik von Buchen-Douglasien-Mischbeständen im Mittel-Westniedersächsischen Tiefland*. Diplomarbeit, Forstwissenschaftlicher Fachbereich, Univ. Göttingen, 114 S.
- Eule, H. W. 1959. Verfahren zur Baumkronenmessung und Beziehungen zwischen Kronengröße, Stammstärke und Zuwachs bei Buche, dargestellt an einer nordwestdeutschen Durchforstungsversuchsreihe. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 130, 185–201.
- Gayer, K. 1886. *Der gemischte Wald*. Berlin.
- Kennel, R. 1965. Untersuchungen über die Leistung von Fichte und Buche im Rein- und Mischbestand. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 136, 149–161, 173–189.
- Kramer, H. 1988. *Waldwachstumslehre*. Hamburg u. Berlin, 374 S.
- Lüth, S. 1997. *Beschreibung spontaner Mischnaturverjüngung aus Buche (*Fagus sylvatica*, Linné) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*, Franco) unter Berücksichtigung der lichtökologischen Verhältnisse*. Diplomarbeit, Fakultät für Forstwissenschaften u. Waldökologie, Univ. Göttingen.
- Magin, R. 1959. *Struktur und Leistung mehrschichtiger Mischwälder in den bayerischen Alpen*. Mitt. aus der Staatsforstverwaltung, Bayerns, H. 30, 161 S.
- Mitscherlich, G.; Moll, W.; Künstle, E.; Maurer, P. 1965/66. Ertragskundlich-ökologische Untersuchungen im Rein- und Mischbestand. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 136–137, S. 25–33, 72–90, 101–115, 225–237, 249–257, 274–283.
- Niedersächsische Landesregierung 1991. *Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten*. Programm der Landesregierung Niedersachsen. Niedersächsisches Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2. Aufl. 1992. Hannover, 49 S.
- Otto, H.-J. 1989. *Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die niedersächsischen Landesforsten. Teil 1: Niedersächsisches Flachland*. Aus dem Walde, Schriftenreihe der Niedersächsischen Landesforstverwaltung, Heft 42.
- Otto, H.-J. 1991. *Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die niedersächsischen Landesforsten. Teil 2: Niedersächsisches Bergland*. Aus dem Walde, Schriftenreihe der Niedersächsischen Landesforstverwaltung, Heft 43.
- Otto, H.-J. 1992. Rahmenbedingungen und Möglichkeiten zur Verwirklichung der ökologischen Waldentwicklung in den niedersächsischen Landesforsten. *Forst u. Holz* 47, 75–78.
- Petri, H. 1966. *Versuch einer standortgerechten, waldbaulichen und wirtschaftlichen Standraumregelung von Buchen-Fichten-Mischbeständen*. Mitt. a.d. Forsteinrichtungsamt Koblenz Nr. 13, Bd. 1, 145 S.

- Pretzsch, H. 1992. *Konzeption und Konstruktion von Wachstumsmodellen für Rein- und Mischbestände*. Forstliche Forschungsberichte München, H. 115, 358 S.
- Pretzsch, H. 1993. *Analyse und Reproduktion räumlicher Bestandsstrukturen. Versuche mit dem Strukturgenerator STRUGEN*. Schriften aus der Forstlichen Fakultät d. Univ. Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Bd. 114. Frankfurt/M., 87 S.
- Pretzsch, H. 1994. *Konzept für die Erfassung der Wuchsdynamik bayerischer Mischbestände aus Fichte/Buche, Kiefer/Buche, Eiche/Buche und Fichte/Tanne/Buche über ein Netz von Wuchsreihen*. Versuchskonzept der Arbeitsgruppe „Mischbestandsmodelle“ (unveröffentlicht). Lehrstuhl f. Waldwachstumskunde der Univ. München, 7 S.
- Pretzsch, H. 1995. Perspektiven einer modellorientierten Waldwachstumforschung. *Forstwiss. Cbl.* 114, 188–209.
- Pretzsch, H.; Spellmann, H. 1992. *Untersuchung der Struktur und Wuchsdynamik von Buchen-Douglasien-Mischbeständen. Konzeption für die Einrichtung und waldbauliche Steuerung von Wuchsreihen in niedersächsischen Mischbeständen*. Manuskript der Niedersächsischen Forstl. Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum (unveröff.), 4 S.
- Pretzsch, H.; Spellmann, H. 1994. Leistung und Struktur des Douglasien-Durchforstungsversuchs Lonau 135. *Forst u. Holz* 49, 64–69.
- Röhle, H. 1995. *Zum Wachstum der Fichte auf Hochleistungsstandorten in Südbayern*. Mitt. aus der Staatsforstverwaltg. Bayerns, H. 48.
- Schober, R. 1987. *Ertragstabeln wichtiger Baumarten*. 3. Aufl. Frankfurt/M., 166 S.
- Spellmann, H. 1994. Ertragskundliche Aspekte des Fremdländeranbaus. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 165, 27–34.
- Spellmann, H. 1995. Vom strukturarmen zum strukturreichen Wald – Waldbauliche Planungs- und Handlungsaspekte für die Niedersächsische Landesforstverwaltung. *Forst u. Holz* 50, 35–44.
- Spellmann, H.; Wagner, S.; Nagel, J.; Guericke, M.; Griese, F. 1996. In der Tradition stehend, neue Wege beschreitend – Waldwachstumskundliche Forschung an der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. *Forst u. Holz* 51, 363–368.
- Spelsberg, G. 1994. Zum Höhenwachstum der Fichte in Nordrhein-Westfalen. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 165, 77–80.
- Vorreyer, Ch. 1997. *Untersuchung von Buchen- und Douglasienkronen in Mischbeständen*. Diplomarbeit, Fakultät für Forstwissenschaften u. Waldökologie, Univ. Göttingen.
- Wall, de K. 1995. *Struktur und Leistung von Buchen-Douglasien-Mischbeständen im Wuchsbezirk „Unterer Solling“*. Diplomarbeit, Forstwissenschaftlicher Fachbereich, Univ. Göttingen, 123 S.
- Wiedemann, E. 1942. *Der gleichaltrige Fichten-Buchen-Mischbestand*. Hannover.
- Verfasser: Dipl.-Forstw. K. DE WALL, Dipl.-Forstw. G. DREHER, Dr. H. SPELLMANN, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstr. 2, D 37079 Göttingen; Prof. Dr. H. PRETZSCH, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München, Hohenbachernstr. 22, D 85354 Freising.