

Abschließende Auswertung des Douglasien-Standraumversuches

Hagenbach X2a,2b,5a

Andreas Weller

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abt. A-Waldwachstum

3. Einleitung

Der Versuch wurde im Frühjahr 1973 in den benachbarten Abteilungen 2 und 5 des damaligen rheinland-pfälzischen Forstamtes Hagenbach als Teilversuch einer koordinierten Douglasien-Standraumversuchsserie unter Beteiligung der Länder Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz angelegt. Parallelversuche bestehen außerdem in Österreich und im Nordwesten Nordamerikas. Zielsetzung ist die Untersuchung des Einflusses verschiedener Ausgangspflanzenzahlen und -verbände bei oberhöhenabhängiger Standraumregulierung auf Wachstums- und Zuwachsgrößen der Douglasie.

Der Versuch liegt ca. 10 km westlich von Karlsruhe im Naturraum des Bienwaldes und gehört zum Wuchsbezirk "Rheinauen". Die Versuchsfläche befindet sich 120 m ü. NN in ebener Lage. Geologisches Ausgangssubstrat sind anlehmige, diluviale Sande, aus denen sich bodentypologisch eine podsolige Braunerde entwickelt hat. Der Boden wird als mittel- bis tiefgründig, ziemlich frisch und mesotroph beschrieben. Das Klima ist gemäßig und weist atlantische Einflüsse auf. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9,9°C, das langfristige Jahresniederschlagsmittel liegt bei 756 mm.

Der Versuch umfasst 21 Versuchseinheiten mit 10 verschiedenen Pflanzverbänden in einfacher Wiederholung mit einer Ausnahme: der Verband 2,0 x 1,25 m ist zweifach wiederholt. Neben reinen Douglasienparzellen mit Ausgangspflanzenzahlen zwischen 1.000 und 4.000 Douglasien je ha umfasst der Versuch auch zwei Douglasien-Buchen-Mischbestandsparzellen, in denen jeweils 2 Reihen Douglasie im Verband 2,0 x 2,00 m mit 4 Reihen Buche im Verband 1,2 x 1,00 m gemischt sind. Dies entspricht 1.120 Douglasien je ha und 4.000 Buchen je ha. In den reinen Douglasienparzellen liegen die Reihenabstände der Verbände zwischen 2,0 m und 5,0 m und die Abstände der Pflanzen in den Reihen reichen entsprechend der Ausgangspflanzenzahl von 0,83 m bis 3,33 m.

Die Untersuchungsbestände wurden mit zweijährigen, sorgfältig sortierten nicht-autochthonen Douglasien der Sonderherkunft "Südbaden" begründet, die im weiten Verschulverband von 20 x 25 cm im forstamtseigenen Kamp angezogen wurden. Die 35 % kleinsten Pflanzen wurden für die Umfassungstreifen und die 15 % größten Pflanzen als Reserven für die Nachbesserung aussortiert.

Am 26.12.1999 wurde der Versuch durch den Orkan „Lothar“ so stark in Mitleidenschaft gezogen, dass eine künftige ertragskundliche Beobachtung nicht mehr möglich war.



Abb. 1: Fläche 1, Parz. II-V, flächenweiser Windwurf, aufgenommen im Juni 2000

4. Bestandesbehandlung

Tab. 1: Ablaufschema der oberhöhenabhängigen Versuchssteuerung, wobei die graue Schriftfarbe die Soll-Vorgaben symbolisiert.

Zeitachse	$h_o \geq$	Maßnahmen	N/ha n. Df.
1987	12 m	• Beginn der Df. in Verbänden mit Ausgangspflanzen-zahlen von 4.000/ha.	2.000
	15 m	1. Beginn der Df. in Verbänden mit Ausgangspflanzenzahlen von 2.000/ha, Fortsetzung der Df. in Engverbänden.	BLK st. Df. (KENK, 1984)
1991	18 m	• Auswahl von 150 Z-Bäumen/ha in allen Verbänden und Ästung der Z-Bäume bis 5 m-Höhe. • Fortsetzung der Df. in Verbänden mit Ausgangspflanzenzahlen von 4.000/ha. Beginn der kombinierten Auslese-/Niederdf. in Verbänden mit Ausgangspflanzen-zahlen von 2.000/ha.	BLK st. Df. (KENK, 1984)
	21 m	• Beginn der kombinierten Auslese-/Niederdf. in Verbänden mit Ausgangspflanzenzahlen von 1.000/ha, Fortsetzung der Df. in den engeren Verbänden.	BLK st. Df. (KENK, 1984)
1995	24 m	• Fortsetzung der Df. in allen Verbänden.	BLK st. Df. (KENK, 1984)
	27 m	• Übergang zur Ndf. in allen Verbänden	BLK st. Df. (KENK, 1984)
Orkan am 26.12.1999	je 3 m $h_o - \Delta$	• Ndf. in allen Verbänden	BLK st. Df. (KENK, 1984)

Der Zeitpunkt der Z-Baum-Auswahl und der Durchforstungen innerhalb der Teilversuche wird durch die Höhenentwicklung der Grundflächenmittelstämme der 100 stärksten Bäume je ha (ASSMANN, 1961) bestimmt. Das Oberhöhenintervall beträgt 3 m. Ebenso ist die Eingriffsstärke der jeweiligen Durchforstung oberhöhengesteuert. Im Anhalt an die aus der Douglasien-Ertragstafel nach KENK und HRADETZKY entwickelten Baumzahlleitkurve, st. Df., (KENK, 1984) wird über die Eingangsgröße mittlerer h_o -Wert eines Parzellenstreifens die Stammzahl des ausscheidenden Bestandes für die jeweilige Versuchseinheit ermittelt. Die Durchforstungsart ist eine kombinierte Auslese-/Niederdurchforstung, die ab einer Oberhöhe von ≥ 27 m zur Niederdurchforstung übergehen sollte.

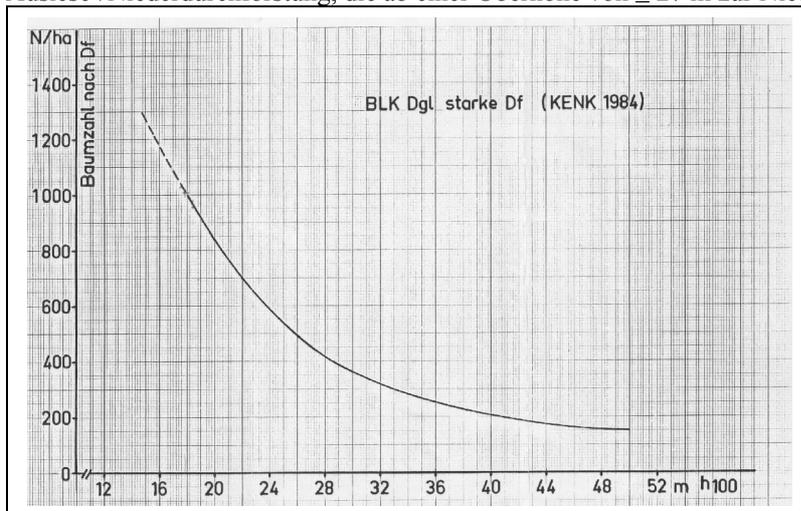


Abb. 2: Baumzahlleitkurve Douglasie, st. Df., (KENK, 1984)

Aufgrund spät eingetretener qualitativer Differenzierung der Versuchsglieder erfolgte die Auswahl der Z-Stämme in Hagenbach X 2a, 2b, 5a abweichend von der Sollvorgabe für den Gesamtversuch erst bei einer Oberhöhe von > 18 m (Sollvorgabe: $h_o \geq 12$ m). Im Zeitraum zwischen 3. und 4. ertragskundlicher Aufnahme (1987-'91) legte der Versuch ausgehend von einer Oberhöhe von i. M. 13,5 m um mehr als eine Intervallbreite zu. Beim Durchforstungsbeginn in den 2.000er-Parzellen war daher bereits eine mittlere Bestandesoberhöhe von 18,1 m

erreicht. Bis zum Sturmereignis am 27.12.1999 wurden die 2.000er- sowie 4.000er-Felder wiederholt in der Stammzahl abgesenkt, während über die Parzellen mit Ausgangspflanzenzahlen von 1.000 N/ha erst eine Durchforstung ging.

2.1 Quantifizierung der Durchforstungen

Im Jahre 1987 (Alter 18 Jahre) wurde eine Oberhöhe 13,5 m erreicht. In den mit 4.000 Douglasien je ha begründeten Versuchseinheiten waren daher Zielbaumzahlen des verbleibenden Bestandes von 2.000 N/ha anzustreben. Die Vorratsentnahmemengen schwankten zwischen 43 und 63 VfmS je ha bei einer verwirklichten Stammzahlhaltung nach Durchforstung zwischen 1.983 und 2.105 N/ha. In den 2.000er-Feldern kam es in geringem Umfang zu kalamitätsbedingten Nutzungen.

Im Zuge der Aufnahme 1991 ($h_o \geq 18$ m) wurde die Durchforstung in den 4.000er-Parzellen fortgesetzt. Die Df.-Massen lagen zwischen 88 und 113 VfmS/ha. Das Grundflächenentnahmeprozent, bezogen auf die mittlere Grundfläche der 4.000er-Gruppe, beträgt 37,1 %. Die 2.000er-Parzellen wurden erstmals durchforstet mit einer Spannweite der Entnahmemengen zwischen 83 und 113 VfmS/ha. Bezogen auf die mittlere Grundfläche dieser Baumzahlgruppe wurden 34,1 % der Grundfläche entnommen. In den 1.000er-Feldern waren in geringem Umfang Kalamitätsnutzungen zu verzeichnen.

Tab. 2: Durchforstungsmengen auf der Versuchsfläche *Hagenbach X 2a, 2b, 5a* in verschiedenen Altern

Parz.	Art	N_0	verbleibender Bestand (Hektarwerte)									aussch. Bestand (Hektarwerte)					
			N_18	N_22	N_26	V_18	V_22	V_26	G_18	G_22	G_26	V_18	V_22	V_26	G_18	G_22	G_26
12	Dgl	1000	1000	972	697	72	239	286	12,7	33,8	32,3	0	1	94	0,2	0,2	10,7
32	Dgl	1000	1000	963	720	64	234	287	11,3	31,7	32,7	0	1	77	0,3	0,0	8,8
23	Dgl	1000	1000	985	747	75	255	298	13,3	34,0	35,7	0	1	69	0,1	0,0	8,4
43	Dgl	1000	1000	975	783	71	246	280	12,2	32,4	34,2	0	1	67	0,1	0,0	8,2
22	Dgl	1000	1000	965	808	69	245	314	12,3	32,8	36,8	0	1	58	0,3	0,1	6,6
54	Dgl	1000	1000	980	778	63	218	291	11,7	31,7	33,8	0	1	70	0,1	0,1	8,0
14	Dgl	2000	2000	960	737	49	200	248	8,2	25,1	28,8	0	113	59	0,0	14,9	6,9
41	Dgl	2000	2000	955	737	46	189	247	7,7	24,2	27,7	0	104	62	0,0	13,8	7,0
13	Dgl	2000	1975	1033	771	47	204	270	7,6	27,0	29,7	1	90	70	0,2	12,3	7,8
51	Dgl	2000	2000	901	744	48	204	264	7,8	25,5	29,9	0	108	53	0,0	14,1	6,0
11	Dgl	2000	1955	1005	747	43	186	242	7,6	24,9	27,9	1	89	55	0,1	12,4	6,6
52	Dgl	2000	1950	939	732	47	217	273	8,1	27,2	30,2	1	95	60	0,2	12,6	6,7
21	Dgl	2000	1955	924	808	50	187	253	8,3	24,6	30,0	1	83	38	0,3	11,5	4,3
31	Dgl	2000	1975	843	753	42	169	258	7,4	22,5	28,9	1	89	35	0,1	12,3	4,0
24	Dgl	4000	2011	1066	852	26	187	262	4,2	23,3	29,8	57	97	56	10,0	12,7	6,8
33	Dgl	4000	2105	990	705	40	183	233	6,5	22,6	25,3	50	113	66	8,8	14,7	7,4
53	Dgl	4000	2010	1042	829	23	174	221	3,7	22,1	26,7	63	89	45	10,8	11,9	5,5
15	Dgl	4000	1983	999	774	26	185	252	4,4	23,8	28,3	43	88	52	7,8	12,0	5,7
42	Dgl	4000	2005	980	828	25	176	247	4,2	22,2	29,0	44	104	45	7,7	13,6	5,1
34	Dgl	1120	810	507	308	29	144	163	4,8	17,5	18,9	29	65	62	4,9	8,1	7,4
44	Dgl	1120	786	502	358	30	125	183	5,2	17,8	20,6	25	51	61	4,1	7,1	6,9

Dabei bedeuten: N_0 = Ausgangspflanzenzahl je ha, V = Vorratsfestmeter Schaftholz je ha, G = Grundfläche [m²] je ha.

Bei $h_o > 21$ m (Aufnahme 1995) setzte die Durchforstung der mit 1.000 Douglasien begründeten Flächen ein. Die Vorratsentnahme je ha bewegte sich in einem weiten Rahmen zwischen 58 und 94 VfmS/ha. Bezogen auf die mittlere Grundfläche dieser Baumzahlgruppe wurden 19,8 % der Brusthöhenkreisfläche entnommen. Die Entnahmemengen in den 2.000er-Parzellen bewegten sich zwischen 35 und 70 VfmS/ha (Grundflächenentnahmeprozent = 17,5 %). In den 4.000er-Feldern wurden zwischen 45 und 66 VfmS/ha entnommen (Grundflächenentnahmeprozent = 17,9 %).

Die hohen Entnahmemengen v. a. im Zuge der 2. Durchforstung sind das Ergebnis des Zusammenspiels von Oberhöhenentwicklung der Untersuchungsbestände auf dem gegebenen Standort und der Lageparameter der Baumzahlleitkurve Douglasie, st. Df., (KENK, 1984), die in diesem Achsenabschnitt eine hohe Steigung besitzt und dadurch eine starke Reduzierung der Stammzahlen in der ersten Hälfte des Bestandeslebens vorsieht. Beurteilt über das jeweilige Grundflächenentnahmeprozent sind die oberhöhengesteuerten Durchforstungen in den Baumzahlgruppen als relativ gleich anzusehen.

5. Aufnahme- und Auswertungsmethodik

22 Jahre nach seiner Begründung wurde der Versuch im August 1995 zuletzt aufgenommen. Bis zu diesem Zeitpunkt umfasste die Beobachtungszeitreihe die Alter 7, 11, 18, 22 und 26 Jahre. Bis zur Aufnahme im Alter 18 Jahre wurden auf den 21 Versuchseinheiten die Ausfälle voll und die Brusthöhendurchmesser, Baumhöhen, Kronenansatzhöhen, Aststärken in 1,3 m Höhe und die Kronenkontakte in sowie zwischen den Reihen repräsentativ ermittelt. In den Altern 22 und 26 Jahre wurden auf allen Parzellen die Brusthöhendurchmesser voll und die Baum- sowie Kronenansatzhöhen repräsentativ erfasst. An jedem 5. Z-Baum wurde im 5 m-Höhe nächstgelegenen Astquirl der Durchmesser des stärksten Astes sowie der Querschnitt der in Reihenrichtung bzw. quer zur Reihe abstreichenden Äste und der Schaftdurchmesser unterhalb dieses Astquirls ermittelt.

Die Auswertung des Datenmaterials folgt hinsichtlich der Auswertungsschritte und der Darstellungsweise den von den von der Arbeitsgruppe „Auswertung des koordinierten Douglasien-Standraumversuches“ am 15. und 16.10.1998 gemeinsam erarbeiteten Vorschlägen.

Die Berechnung der Versuchsergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programmes Viswin04 (NAGEL, 2004). Für die statistische Auswertung des Versuchsflächenmaterials wurde das Programmpaket STATISTICA Version 6.0 (STATISTICA for Windows, 2300 East 14th Street, Tulsa OK 74104; <http://www.statsoft.com>) genutzt.

6. Ergebnisse

SPELLMANN und NAGEL (1989) berichteten bereits für den Teilversuch *Hagenbach X 2a, 2b, 5a* über den Einfluß des Standraums auf verschiedene Gesamtbestandsparameter bis zum ersten Durchforstungseingriff in den stammzahlreichsten Verbänden im Alter 18 Jahre.

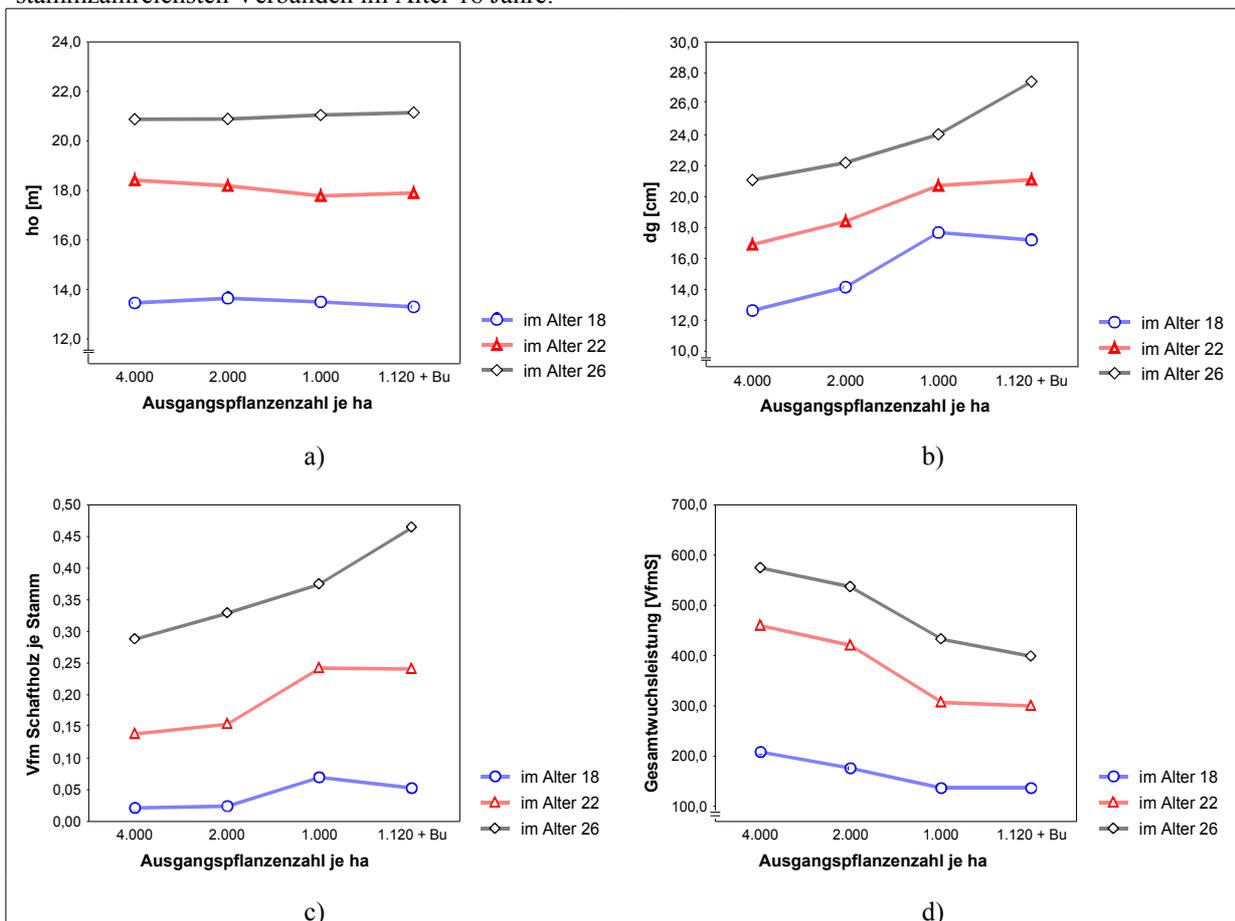


Abb. 3: Abhängigkeit von a) Oberhöhe (ho), b) Mitteldurchmesser (dg), c) Durchschnittsvolumen der Stämme und d) Gesamtwuchsleistung (V_{fm} Schaftholz je ha) von der Ausgangsbaumzahl je ha

Abbildung 3 zeigt für den Douglasien-Standraumversuch *Hagenbach* in unterschiedlichen Altern die Abhängigkeit der ertragskundlichen Kenngrößen Oberhöhe, Grundflächenmitteldurchmesser, Einzelbaumvolumina und Gesamalterszuwachs von der Ausgangsstammzahl. Danach hat die Pflanzendichte bei Kulturbegründung keinen Einfluß auf die Entwicklung der Bestandesoberhöhe (ho). Bei der Betrachtung des Grundflächenmitteldurchmesser (dg) ist bis zum Alter 26 Jahre eine Überlegenheit der geringeren Ausgangsbaumzahlen zu beobachten. Die bis zu diesem Zeitpunkt in den 4.000er-Feldern wiederholt erfolgte Stammzahlverminderung kann den Einfluß der Ausgangspflanzendichte nicht ausgleichen. Das durchschnittliche Einzelbaumvolumen steigt mit zunehmendem Ausgangsstandraum der Bäume, wobei in der 2.000er-Baumzahlgruppe und im Mischbestand im Alter 26 Jahre die Auswirkungen der Stammzahlreduktion allmählich den Einfluß der Ausgangsbaumzahl überlagern. Die

Vorratshaltung vor der ersten Durchforstung, und damit die Gesamtwuchsleistung im Alter von 18 Jahren, sinkt mit abnehmender Ausgangspflanzendichte. Unabhängig von den erfolgten Durchforstungen bleiben die Leistungsunterschiede in der Höhe des Gesamalterszuwachs zwischen den Baumzahlgruppen bis zum Alter 26 Jahre erhalten.

Tab. 3: Ergebnisse der Signifikanzprüfung

Faktor	abhängige Variable	im Alter 18 J.		im Alter 22 J.		im Alter 26 J.	
		F	PR>F	F	PR>F	F	PR>F
NVersuchsbeginn	h o [m]	0,2792	0,8397	0,5855	0,633	0,1568	0,924
NVersuchsbeginn	d o [cm]	51,2305	0,0000	31,3534	0,000	6,9038	0,003
NVersuchsbeginn	h o/d o [(m/cm)* 100]	31,1897	0,0000	20,8814	0,000	3,6580	0,034
NVersuchsbeginn	GWL _V [VfmS je ha]	44,0067	0,0000	56,3870	0,000	56,2361	0,000
NVersuchsbeginn	max. Astdurchm. [mm]	-	-	25,8465	0,000	12,9845	0,000
				Periode 1987-'91		Periode 1991-'95	
				F	PR>F	F	PR>F
NVersuchsbeginn	I _Z ([VfmS je ha · a ⁻¹])			42,8605	0,000	1,6857	0,208
NVersuchsbeginn	iR [cm]			74,8775	0,000	54,9652	0,000

Erklärung: Einfluß der Ausgangsstammzahl auf die Zustands- und Zuwachsgrößen statistisch bedeutsam für $(PR>F) \leq 0,05$.

Die Prüfung des signifikanten Einflusses des Faktors "Pflanzendichte zu Versuchsbeginn" auf die Bestandeswerte *ho*, *dg*, *ho/do* und Gesamtwuchsleistung (VfmS je ha) zu den Aufnahmezeitpunkten 1987, 1991 und 1995 (Alter 18, 22 bzw. 26 Jahre) sowie laufender jährlicher Volumenzuwachs (VfmS je ha) in den Perioden 1987-'91 und 1991-'95 erfolgte anhand der Prüfstatistik *F*-Wert zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$. Tabelle 3 gibt die Ergebnisse der Signifikanzprüfung wieder.

Die Bestandesoberhöhe (*ho*) in den 1.000er-, 2.000er- oder 4.000er-Feldern sowie in den Mischbestandparzellen ist zu keinem Aufnahmezeitpunkt signifikant unterschiedlich. Der periodisch berechnete Zuwachs an Schaftholzvolumen je ha $\cdot a^{-1}$ unterliegt zunehmend dem Einfluß der im Jahre 1987 bei Überschreiten einer Oberhöhe von 12 m in den stammzahlreichsten Versuchseinheiten begonnenen Bestandespflege. Zum Zeitpunkt der Aufnahme 1991 (*ho* > 18 m) beginnt die Durchforstung in den Parzellen mit einer Ausgangsbaumzahl von 2.000 N/ha, in den mit 4.000 Douglasien je ha begründeten Flächen wird die 1987 begonnene Durchforstung fortgesetzt. In der Periode 1987-'91 ist die Höhe des laufenden Volumenzuwachs (VfmS je ha $\cdot a^{-1}$) noch stark durch die Ausgangsbaumzahl geprägt. Im Zeitraum 1991-'95 überwiegt der Einfluß der inzwischen auf das Niveau der 1.000er-Felder erfolgten Stammzahlabenkung aller Parzellen auf das Zuwachsverhalten. Die Variabilität des periodisch berechneten laufenden Volumenzuwachs lässt sich auf dem Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ statistisch nicht mehr absichern.

Der Einfluß der Pflanzendichte auf die Variabilität des Oberhöhendurchmessers (*do*), der Schlankheitsgrade (*h/d*-Werte) der zum Oberhöhenkollektiv zu rechnenden Stämme sowie der Gesamtwuchsleistung (Vorratsfestmeter Schaftholz je ha) ist bis zum Alter von 26 Jahren zu allen angegebenen Betrachtungszeitpunkten zum Niveau $\alpha = 0,05$ signifikant bzw. hoch signifikant.

4.1 Bestandeshöhen

Die Bestandesoberhöhen im Alter 26 Jahre erreichen auf den 21 Versuchseinheiten Werte zwischen 19,7 m und 22,0 m (Spannweite: 2,3 m). Weder die Ausgangspflanzenzahlen noch der Ausgangsverband besitzen einen Einfluß auf die Oberhöhenentwicklung der Douglasien. Das arithmetische Oberhöhen-Versuchsmittel liegt bei 21,0 m und entspricht einer extrapolierten 0,1. Ertragsklasse nach der Douglasien-Ertragstafel BERGEL (1985), mittleres Ertragsniveau, maß. Durchforstung. Betrachtet man die Bestandesoberhöhen zu früheren Zeitpunkten, so streuen die Parzellenwerte ebenfalls in einem engen Rahmen um die Versuchsmittelwerte (Spannweite 1987: 1,8 m; Spannweite 1991: 3,6 m).

Tab. 4: Bestandeswerte h_o (Höhe des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Baume je ha) getrennt nach Baumzahlgruppen im Alter 18, 22 und 26 Jahre

Variante	h_o [m] im Alter 18 J.			h_o [m] im Alter 22 J.			h_o [m] im Alter 26 J.		
	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.
1.000er-Gr.	13,5	1,2	0,4980	17,8	2,2	0,7333	21,1	1,3	0,6091
2.000er-Gr.	13,7	1,8	0,5904	18,2	1,7	0,5987	20,9	1,6	0,5384
4.000er-Gr.	13,5	1,3	0,4775	18,4	0,9	0,3421	20,9	2,3	0,8701
Mischbest.	13,3	1,0	0,7071	17,9	3,6	2,5456	21,2	0,5	0,3536
Alle	13,5	1,8	0,5169	18,1	3,6	0,8185	21,0	2,3	0,6013

Im Betrachtungszeitraum 1987 - 1995 kommt es innerhalb der 1.000er-Gruppe in Parzellen mit einer Verbandsweite von 4,0 x 2,50 m sowie in den Douglasien-Buchen-Mischbestandsparzellen zu auffallenden Verschiebungen der Leistungsränge. Während im 1.000er-Feld bis zum Alter 26 Jahre ein starkes Nachlassen der Höhenwuchsleistung zu beobachten ist, haben die Mischbestandsflächen zu überdurchschnittlicher Leistung aufgeschlossen.

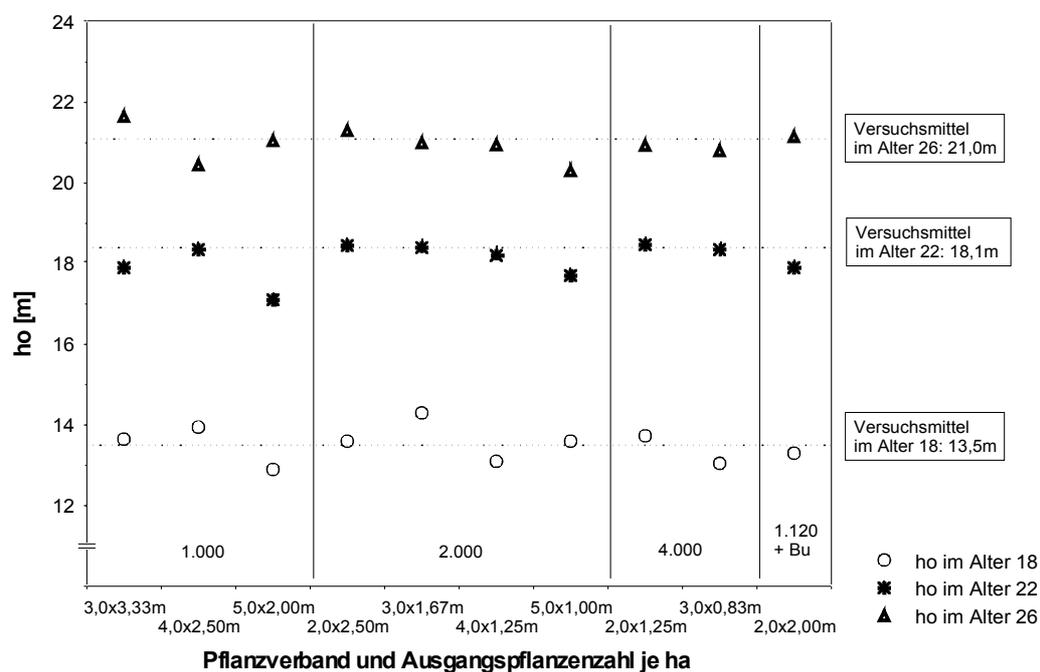


Abb. 4: Bestandesoberhöhe (h_o) im Alter von 18, 22 und 26 Jahren bei unterschiedlichen Ausgangspflanzenzahlen und -verbänden

4.2 Bestandesdurchmesser

Die Verteilung der Brusthöhendurchmesser der Untersuchungsbestände lässt Rückschlüsse auf die Bestandesstabilität und den horizontalen Differenzierungsgrad zu. Die grafische Darstellung der Durchmesserverteilungen - getrennt nach Z-Bäumen und Füllbestand - zeigt als Ergebnis der Aufnahme 1995 eine für Douglasienbestände typische, starke Differenzierung, wenn diese auch in den Parzellen der 2.000er- und 4.000er-Gruppe, in denen deutlich geringere Maximaldurchmesser erreicht werden, erwartungsgemäß geringer ausgeprägt ist. Die Dimensionsunterschiede der Brusthöhendurchmesser abhängig von der Ausgangsbaumzahl kommen in der klaren Trennung der Baumzahlgruppen bei der Betrachtung der Bestandeswerte zum Ausdruck.

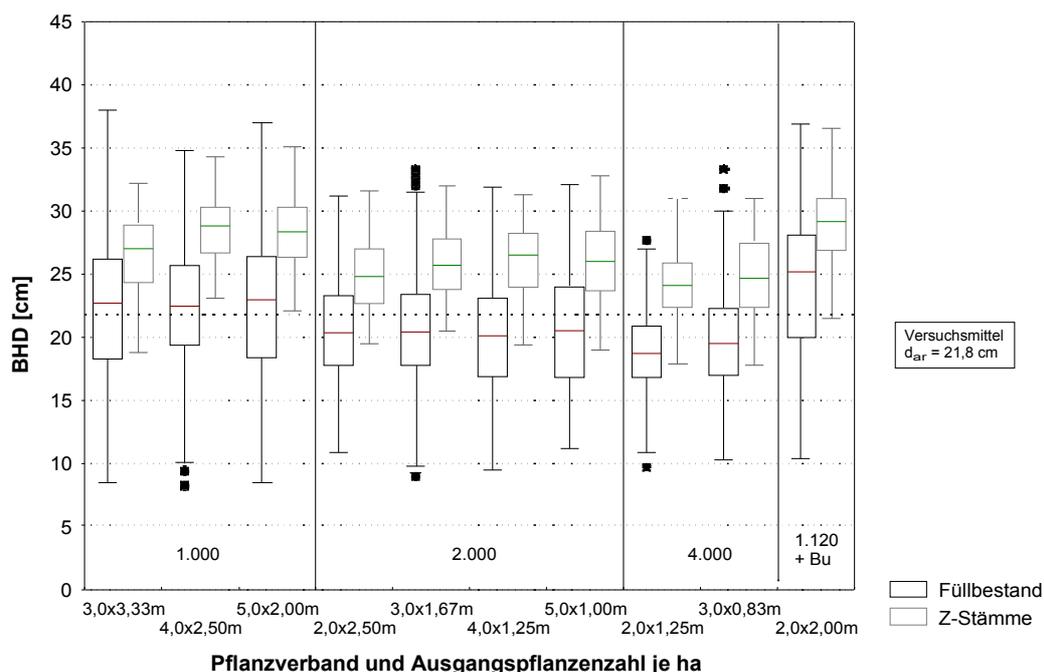


Abb. 5: Verteilung der Brusthöhendurchmesser getrennt nach Füllbestand und Z-Bäumen bei unterschiedlichen Ausgangspflanzanzahlen und -verbänden (Aufnahme 1995). Darstellung von Mittelwerten und Wertebereichen.

In den 4.000er-Feldern wurden im Jahre 1995 Brusthöhendurchmesser zwischen 9,7 cm und 33,3 cm, in der 2.000er-Gruppe zwischen 9,0 cm und 33,3 cm gemessen. Die Mittelwerte für den Füllbestand wurden mit 19,3 cm bzw. 20,5 cm berechnet, gegenüber 24,5 cm und 25,7 cm für das Kollektiv der Z-Bäume. In den mit 1.000 Douglasien je ha begründeten Versuchseinheiten streuen die Meßwerte zwischen 8,2 cm und 38,0 cm. In den Mischbestandsparzellen betragen Minimum und Maximum 10,4 cm bzw. 36,9 cm. Die $D_{1,3}$ -Mittelwerte des Füllbestandes bzw. der Z-Stämme wurden für die mit 1.000 Dgl/ha begründeten Versuchseinheiten mit 22,4 cm bzw. 28,0 cm ermittelt. Unter den Versuchsbedingungen erreichen die arithmetisch mittleren Brusthöhendurchmesser auf den Mischbestandsflächen mit 24,2 cm (Füllbestand) und 29,0 cm (Z-Baum-Kollektiv) die höchsten Werte.

Zum Zeitpunkt der Aufnahme 1995 beträgt der Anlagenmittelwert des Oberhöhendurchmessers 29,4 cm. Die Parzellenwerte streuen in einem weiten Bereich, der kleinste und größte d_o -Wert wird mit 21,8 cm bzw. 32,7 cm erreicht. Die Streuungsmaße der für das Alter 18 J. und 22 J. berechneten Kenngrößen liegen in einem vergleichbaren Rahmen.

Tab. 5: Bestandeswerte d_o (Durchmesser des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Baume je ha) getrennt nach Baumzahlgruppen im Alter 18, 22 und 26 Jahre

Variante	d_o [cm] im Alter 18 J.			d_o [cm] im Alter 22 J.			d_o [cm] im Alter 26 J.		
	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.
1.000er-Gr.	22,9	2,9	1,1290	28,5	1,9	0,6356	31,5	1,2	0,4135
2.000er-Gr.	19,5	1,8	0,6655	25,2	2,9	1,0412	28,3	9,2	2,8147
4.000er-Gr.	16,2	2,4	1,0232	23,0	2,7	1,1735	27,4	2,7	1,0232
Mischbest.	20,2	0,4	0,2828	26,4	0,9	0,6364	32,4	0,6	0,4243
Alle	19,7	9,1	2,6265	25,7	7,9	2,2517	29,4	10,9	2,5943

Über den gesamten Betrachtungszeitraum ist eine klare Trennung der Baumzahlgruppen bei der Betrachtung der Durchmesser der Oberhöhenmittelstämme zu beobachten. Die Ausgangsbaumzahl besitzt den entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung des Oberhöhendurchmessers. Bis zum Alter von 26 Jahren setzen sich die Douglasien-Buchen-Mischbestandsparzellen an die Spitze. Die relative Zunahme des d_o ist hier am stärksten ausgeprägt. Die Oberhöhenstämme der Douglasie profitieren von der geringen Konkurrenzkraft der streifenweise eingemischten Buche. Eine weitere Ursache könnten günstigere Bedingungen der Bodengare durch die Streuanteile der eingemischten Buche sein. Die Parzellen der 4.000er-Gruppe verhalten sich weiterhin unterdurchschnittlich, profitieren jedoch von den 1987 und 1991 erfolgten Stammzahlabsenkungen und legen in der relativen Leistung zu. Die Bestandeswerte der 2.000er-Parzellen streuen zu allen Aufnahmezeitpunkten in einem engen Rahmen um den

Anlagenmittelwert. In der bis zum Alter 26 Jahre undurchforsteten 1.000er- Baumzahlgruppe lässt die relative Durchmesserzunahme im Zeitraum 1991-'95 in allen Verbandsvarianten nach. Über den gesamten Betrachtungszeitraum scheint die Verbandsform bei gleicher Ausgangsbaumzahl von untergeordneter Bedeutung für den do sein.

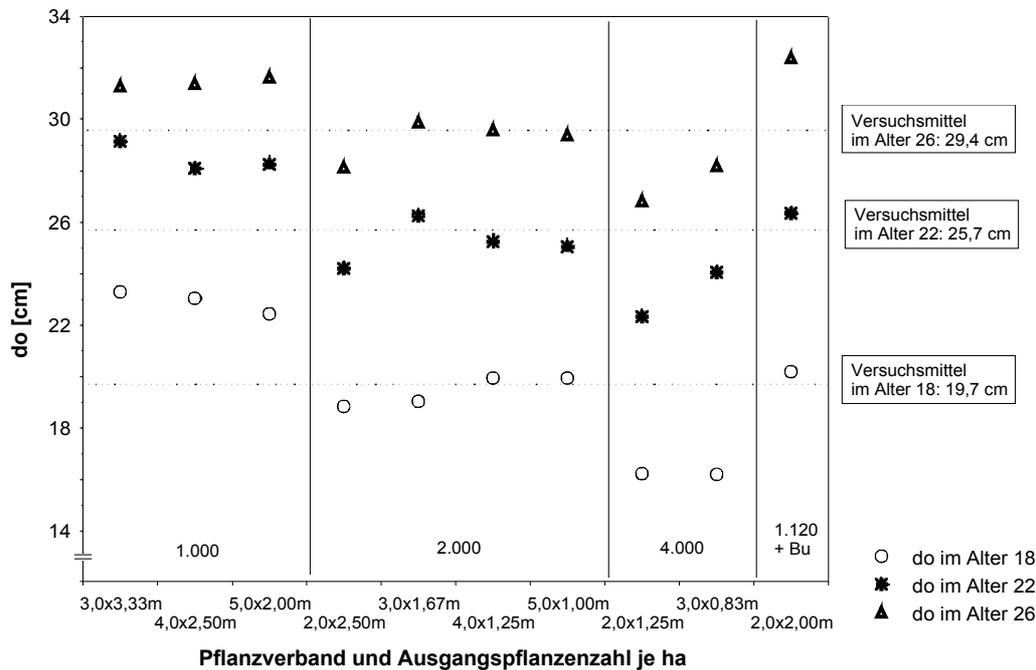


Abb. 6: Oberhöhendurchmesser (do) im Alter von 18, 22 und 26 Jahren bei unterschiedlichen Ausgangspflanzanzahlen und -verbänden

4.3 Mittlere Jahrringbreite der Z-Bäume

Die mittleren Jahrringbreiten der Z-Bäume wurden berechnet aus dem Brusthöhendurchmesser und dem Alter. Die Auswahl und dauerhafte Festlegung von 150 Z-Bäumen je ha erfolgte im Jahre 1991.

Tab. 6: Zuwachswerte iR [cm] getrennt nach Baumzahlgruppen

Variante	iR [cm] 1987-'91				iR [cm] 1991-'95			
	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.
1.000er-Gr.	0,55	0,40	0,72	0,0583	0,54	0,36	0,69	0,0588
2.000er-Gr.	0,48	0,23	0,68	0,0673	0,49	0,37	0,63	0,0572
4.000er-Gr.	0,45	0,26	0,58	0,0595	0,47	0,34	0,61	0,0566
Mischbest.	0,50	0,30	0,63	0,0716	0,56	0,41	0,70	0,0607
Alle	0,49	0,23	0,72	0,0738	0,51	0,34	0,70	0,0649

Den absolut stärksten Radialzuwachs leisten die Douglasien-Z-Stämme der 1.000er-Baumzahlgruppe und der Mischbestandsparzelle. Die 2.000er- und 4.000er-Felder fallen deutlich zurück. Die Unterschiede zwischen den 1.000er-, 2.000er- und 4.000er-Baumzahlgruppen sowie der Mischbestandsparzelle sind als gesichert anzusehen. Auffallend ist, dass die mittleren Jahrringbreiten in der bis zum Alter 26 Jahre undurchforsteten 1.000er-Baumzahlgruppe in der Periode 1991-'95 abnehmen, während der Radialzuwachs in den übrigen, bereits mindestens einmal durchforsteten Parzellen im gleichen Zeitraum zunimmt. Diese Zunahme ist in den 4.000er-Feldern relativ am stärksten ausgeprägt.

Die durchschnittliche Jahrringbreite ist ein wesentliches Sortierkriterium bei der Baumart Douglasie. Selbst unter Zugrundelegung der Maximalwerte in der 1.000er-Baumzahlgruppe ließe der Jahrringbau der Z-Stämme in den Betrachtungszeiträumen nach den Bestimmungen der Europäischen Vornorm (ENV 1927-3: 1998) zur Qualitätssortierung von Douglasien (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e. V., 2000: S. 453ff.) deren Sortierung in die Güteklasse A zu. Douglasien-Rundholz der verwendungsneutralen Qualitätsklasse A ist dabei definiert als Holz von ausgezeichneter Qualität mit durchschnittlichen Jahrringbreiten ≤ 8 mm.

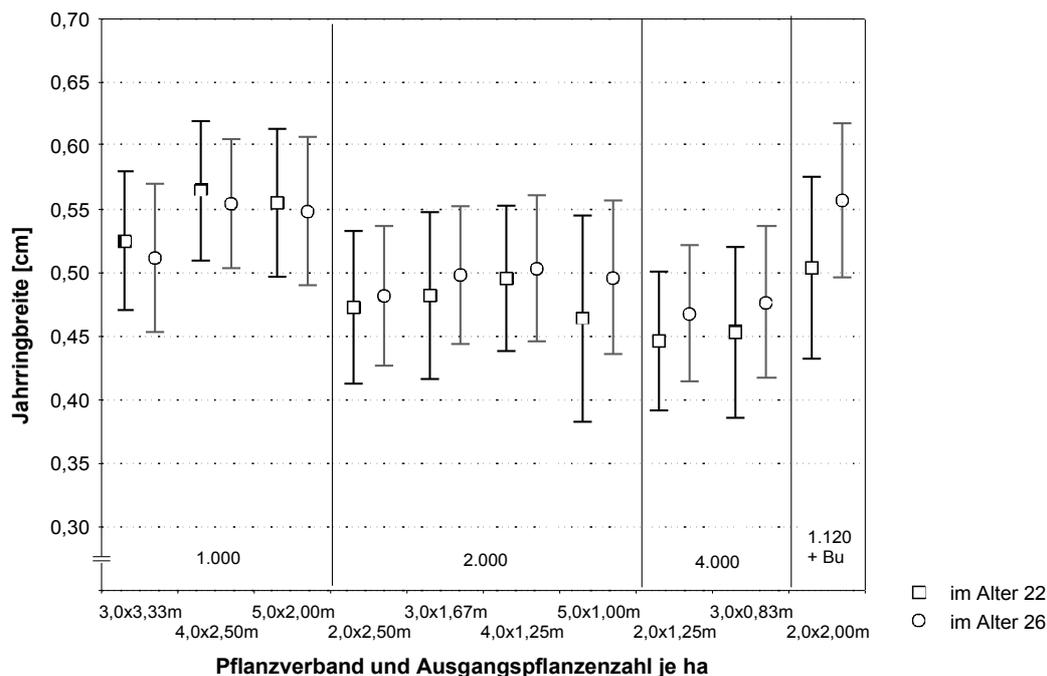


Abb. 7: Mittlere Jahrringbreite der Z-Bäume in Brusthöhe im Alter 22 und 26 Jahre bei unterschiedlichen Ausgangspflanzanzahlen und -verbänden. Darstellung von Mittelwerten und Wertebereichen.

4.4 Schlankheitsgrade der Oberhöhenstämme (h/d_o)

Die Berechnung der Schlankheitsgrade dient der Charakterisierung der Einzelbaum- und der Bestandesstabilität. In diesem Falle werden die Schlankheitsgrade als das Verhältnis von Höhe zu Brusthöhendurchmesser der Oberhöhenstämme (h/d_o) ermittelt. Die Schlankheitsgrade liegen überwiegend im Intervall 50 - 150 (PRETZSCH, 2002: S. 177). UTSCHIG (1997) interpretiert Schlankheitsgrade unter 70 als Indikator für ausreichende Einzelbaumstabilität bei Douglasie. Die Ausprägung des Schlankheitsgrades ist das Ergebnis eines spezifischen Allokationsverhaltens der Einzelbäume, das durch die räumliche Wuchskonstellation, insbesondere durch die Einengung durch benachbarte Stämme, bestimmt wird (PRETZSCH, 2002: S. 190f.; WENK et al., 1990: S. 67ff.). Geringe Schlankheitsgrade deuten somit auf einen ausreichenden Wuchsraum und eine relative Überlegenheit des Durchmesserwachstums gegenüber dem Höhenwachstum hin.

Tab. 7: Bestandeswerte h/d_o (Schlankheitsgrade der Oberhöhenstämme) getrennt nach Baumzahlgruppen im Alter 18, 22 und 26 Jahre

Variante	h/d_o im Alter 18 J.				h/d_o im Alter 22 J.				h/d_o im Alter 26 J.			
	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.
1.000er-Gr.	59	57	65	3,1623	62	59	68	3,3267	67	64	69	2,1370
2.000er-Gr.	70	65	75	3,9438	72	69	78	2,9490	75	65	94	8,9283
4.000er-Gr.	83	76	88	5,4498	80	75	84	3,7014	76	73	79	2,5495
Mischbest.	66	63	69	4,2426	68	62	74	8,4853	65	65	65	0,0000
Alle	70	57	88	9,8048	71	59	84	7,5650	72	64	94	7,0491

Der Einfluß der Pflanzdichte bei Versuchsbeginn auf die Variabilität der Schlankheitsgrade (h/d_o) ist bis zum Alter von 26 Jahren zu allen angegebenen Betrachtungszeitpunkten zum Niveau $\alpha = 0,05$ signifikant bzw. hochsignifikant. Die Parzellenwerte im Alter 26 Jahre streuen in einem Bereich zwischen 64 und 94. Die Spannweite der Werte der für das Alter 18 Jahre und 22 Jahre berechneten Kenngrößen liegt in einem vergleichbaren Rahmen.

Bis zum Alter 18 Jahre ist eine klare Trennung der Baumzahlgruppen bei der Betrachtung der Schlankheitsgrade zu beobachten. Die relativ ungünstigsten Werte besitzen erwartungsgemäß die 4.000er-Felder. Die günstigsten Werte besitzen die Mischbestandsparzellen und die 1.000er-Baumzahlgruppe. Bis zum Alter von 26 Jahren ist in den 4.000er-Feldern unter den Auswirkungen der wiederholten Durchforstungen ein abnehmender, in Bezug auf die Bestandesstabilität positiver Trend zu beobachten. Die 1.000er-Felder und die Mischbestandsparzellen besitzen nach wie vor die günstigsten h/d -Werte, wobei in den reinen Douglasien-Parzellen ausgeprägte Reihenverbände dem spezifischen Allokationsverhalten der Einzelbäume besser entsprechen als der näherungsweise

Quadratverband mit einer Weite 3,0 x 3,33 m. Alle Varianten der 1.000er-Baumzahlgruppe sowie die Mischbestandsparzellen liegen unter dem Schwellenwert = 70; diese Bestandestypen sind vor dem Hintergrund des vorgenannten Grenzwertes daher als stabil einzustufen.

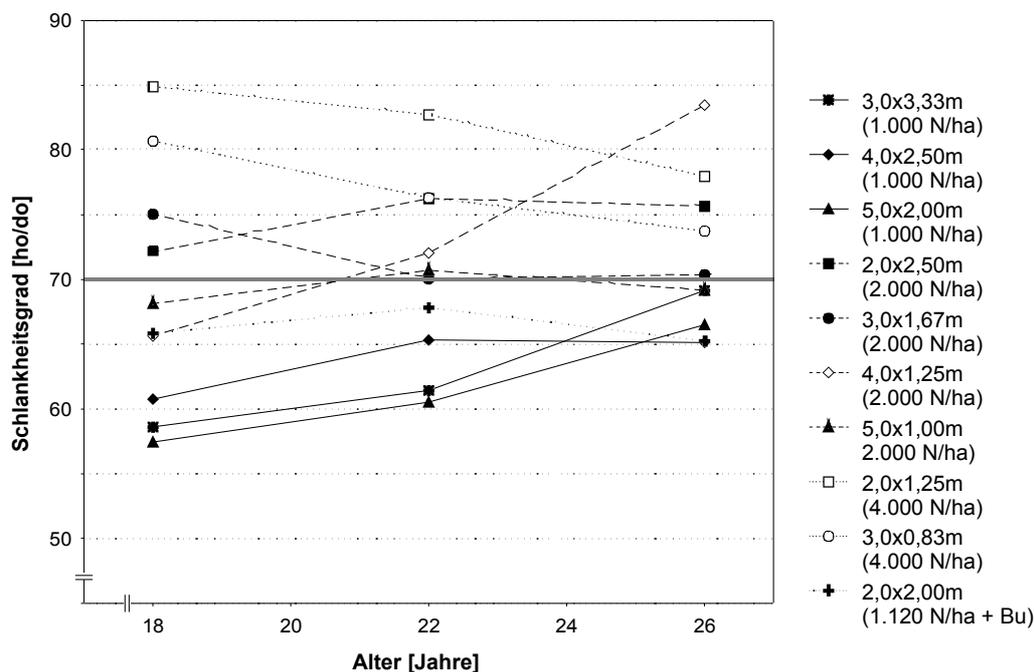


Abb. 8: Entwicklung der Schlankheitsgrade (ho/do) über dem Alter bei unterschiedlichen Ausgangspflanzenzahlen und -verbänden

4.5 Laufender jährlicher Volumenzuwachs

Tab. 8: Zuwachswerte laufender jährlicher Schaftholzzuwachs (Vorratsfestmeter je ha $\cdot a^{-1}$)

Variante	lfd. jährl. Zuwachs [VfmS/ha] 1987-'91				lfd. jährl. Zuwachs [VfmS/ha] 1991-'95			
	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.
1.000er-Gr.	10,7	9,7	11,2	0,5674	7,9	6,3	8,9	1,0311
2.000er-Gr.	15,3	13,5	16,6	1,2492	7,3	6,5	8,5	0,6586
4.000er-Gr.	15,7	15,0	16,1	0,4852	7,2	5,8	8,2	0,8699
Mischbest.	10,2	9,1	11,3	1,5203	6,3	5,1	7,4	1,6617
Alle	13,6	9,1	16,6	2,5999	7,3	5,1	8,9	0,9578

Der durchschnittliche Zuwachs an Schaftholzvolumen in der Periode 1 (1987-'91) wurde berechnet mit 13,6 VfmS je ha $\cdot a^{-1}$, für die Periode 2 (1991-'95) mit 7,3 VfmS je ha $\cdot a^{-1}$. Im Zeitraum 1987-'91 ist die Höhe des laufenden Volumenzuwachs statistisch signifikant stark durch die Ausgangsbaumzahl geprägt. Im Betrachtungszeitraum 1991-'95 lässt sich die Variabilität des periodisch berechneten laufenden Volumenzuwachs für die verschiedenen Ausgangspflanzenzahlen zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ statistisch nicht mehr absichern.

Im Zuwachszeitraum 1991-'95 unterliegt der periodisch berechnete Zuwachs zunehmend dem Einfluß der im Jahre 1987 in den stammzahlreichsten Versuchseinheiten begonnenen und inzwischen auf das Niveau der 1.000er-Baumzahlgruppe erfolgten Stammzahlabsenkung aller Parzellen. Die Varianten nähern sich in der Zuwachsleistung an.

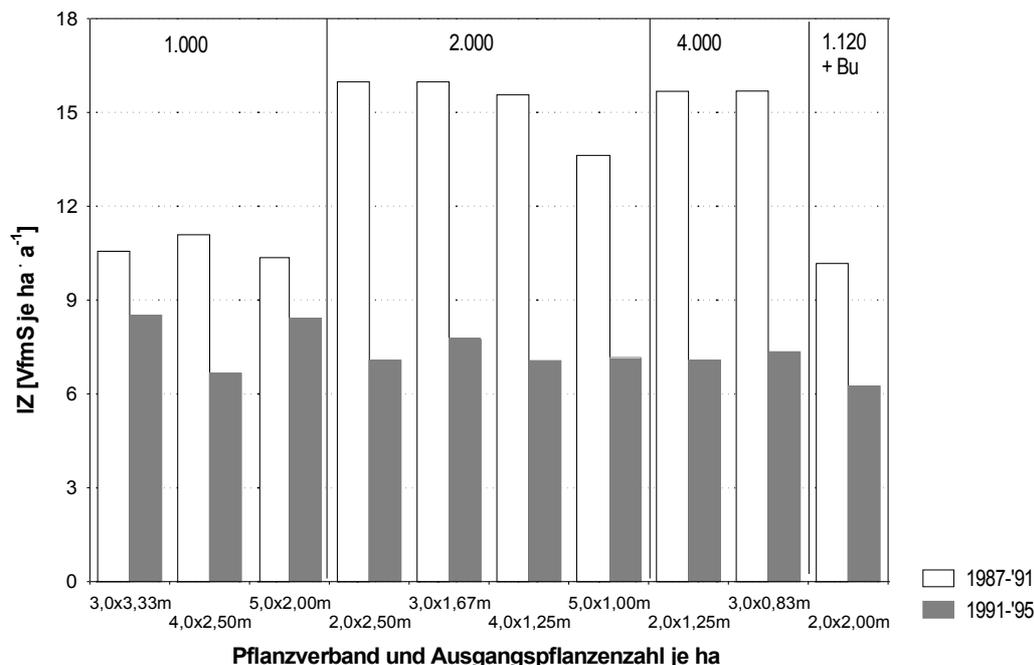


Abb. 9: Entwicklung des laufenden periodischen Volumenzuwachs bei unterschiedlichen Ausgangspflanzanzahlen und -verbänden

In der Periode 1 (1987-'91) besteht innerhalb der 4.000er-Felder kein Unterschied zwischen den Verbandstypen. Innerhalb der 2.000er-Baumzahlgruppe zeigt sich eine geringe Überlegenheit der Verbände mit größeren Pflanzenabständen gegenüber Verbänden mit größeren Reihenabständen. Die 1.000er-Felder und die Mischbestandsparzellen bleiben in der Zuwachsleistung deutlich zurück, mit leichtem Vorteil der Reinbestände aufgrund deren gleichmäßigerer Ausnutzung des Standraums.

Im Zeitraum 1991-'95 verbleibt der Schaftholzvolumenzuwachs in den 4.000er-Feldern hinsichtlich der Leistungsabstufung zwischen den Verbandstypen auf vergleichbarem Niveau. Auch innerhalb der 2.000er-Parzellen ist jetzt kein Einfluß des Pflanzverbandes mehr zu erkennen. Die größte Variation der Werte ist in der 1.000er-Baumzahlgruppe festzustellen, wobei der Verbandstyp 4,0 x 2,50 m deutlich zurückbleibt. Die geringste Zuwachsleistung ist in den Mischbestandsparzellen zu beobachten.

4.6 Gesamtwuchsleistung

Der Einfluß der Pflanzendichte bei Versuchsbeginn auf die Variabilität der Gesamtwuchsleistung ist bis zum Alter von 26 Jahren zu allen angegebenen Betrachtungszeitpunkten zum Niveau $\alpha = 0,05$ hoch signifikant.

Tab. 9: Bestandeswerte *GWL* (*Vorratsfestmeter je ha*) getrennt nach Baumzahlgruppen im Alter 18, 22 und 26 Jahre

Variante	<i>GWL</i> [VfmS] im Alter 18 J.			<i>GWL</i> [VfmS] im Alter 22 J.			<i>GWL</i> [VfmS] im Alter 26 J.		
	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.	Mittelw.	Spannw.	Stdabw.
1.000er-Gr.	137,0	25,3	9,7208	307,9	45,2	16,4884	433,5	39,1	14,4227
2.000er-Gr.	176,2	38,9	11,3271	420,6	86,9	29,1150	537,0	69,9	29,4211
4.000er-Gr.	208,2	30,9	13,2840	459,4	31,2	12,9582	574,2	42,6	19,1837
Mischbest.	136,0	8,6	6,0811	299,0	8,7	7,1227	399,0	4,6	3,2527
Alle	168,8	98,4	30,4352	386,0	199,2	69,6979	503,1	199,5	68,4650

Die Vorratshaltung vor der ersten Durchforstung, und damit die Gesamtwuchsleistung im Alter von 18 Jahren, beträgt als arithmetisches Versuchsmittel rd. 170 Vfm. Der relative Leistungsunterschied zwischen den Versuchseinheiten beträgt 58 %. Die 1.000er-Felder und die Mischbestandsparzellen befinden sich annähernd auf gleichem Niveau. Den höchsten Gesamtersatzzuwachs bis zum Alter 18 Jahre leisten erwartungsgemäß die 4.000er-Baumzahlgruppen. Bis zum Alter 22 Jahre lassen die Mischbestandsparzellen in der Gesamtwuchsleistung gegenüber den 1.000er-Feldern nach. Unabhängig von den erfolgten Durchforstungen bleiben die Leistungsunterschiede in der Höhe des Gesamtersatzzuwachs zwischen den Baumzahlgruppen bis zum Alter 26 Jahre erhalten. Das Versuchsmittel wird für diesen Zeitpunkt mit rd. 500 VfmS berechnet. Der relative

Leistungsunterschied zwischen mattwüchsigster und leistungsfähigster Parzelle beträgt noch 40 %. Bei gleicher Ausgangspflanzenzahl besitzt der Abstand der Pflanzen in der Reihe einen größeren Einfluß als der Abstand zwischen den Reihen. Diese Überlegenheit bleibt bis zum Alter 26 Jahre unbeeinflusst durch die späteren Standraumregulierungen.

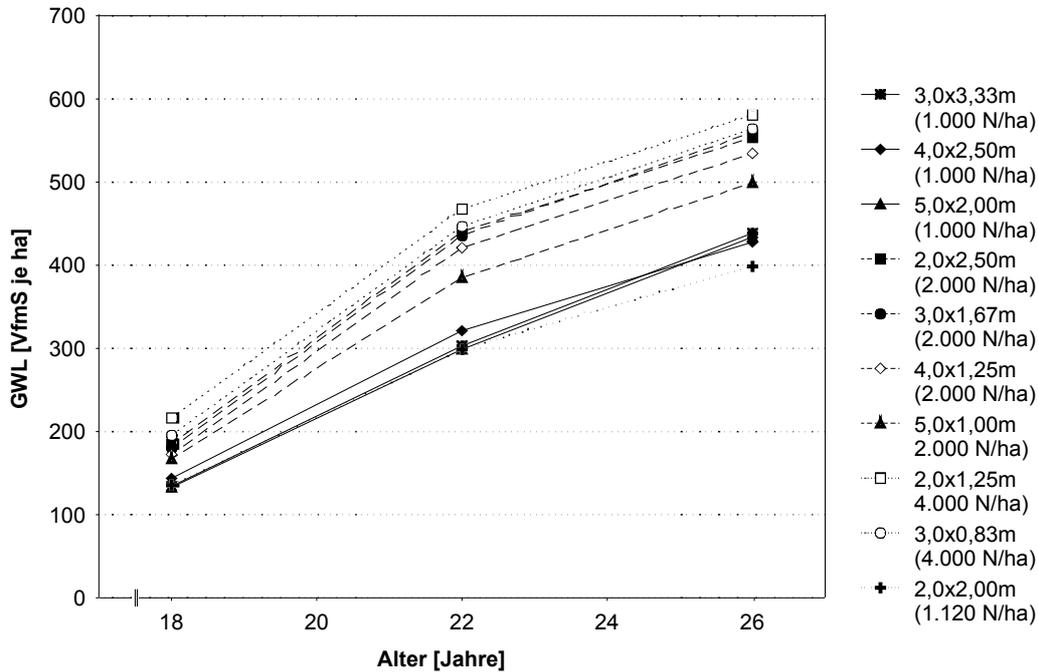


Abb. 10: Entwicklung der Gesamtwuchsleistung über dem Alter bei unterschiedlichen Ausgangspflanzenzahlen und -verbänden

4.7 Kronenprozente

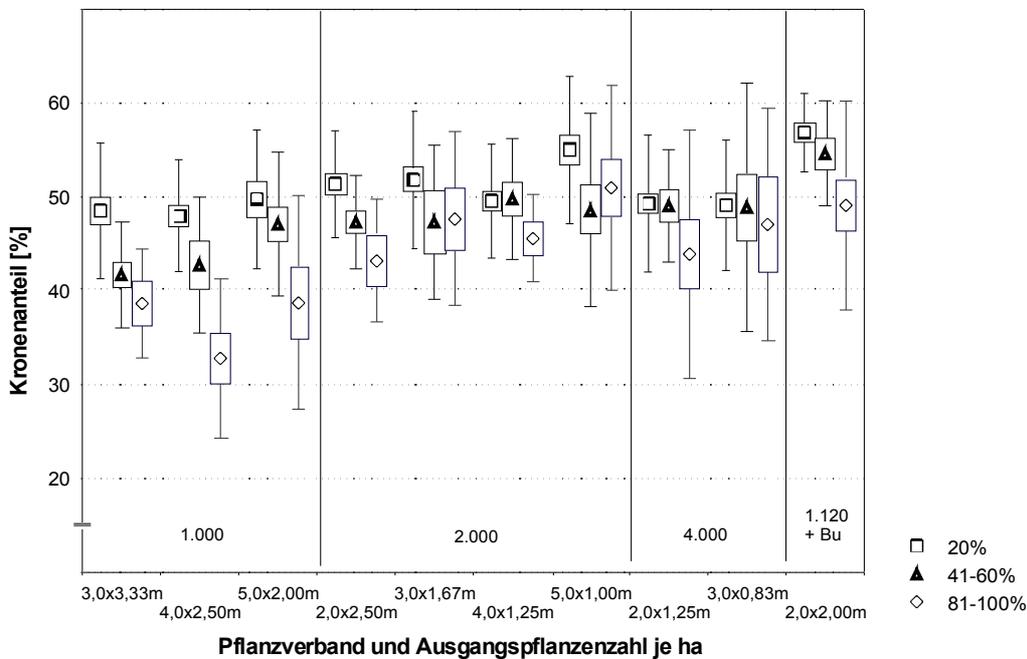


Abb. 11: Verteilung der Kronenanteile für die 20%, 41-60%, 81-100% stärksten Bäume im Alter 26 Jahre abhängig von Ausgangspflanzenzahl und -verband. Darstellung von Mittelwerten und Wertebereichen.

Die Formparameter der Baumkrone, darunter Kronenprozent (syn. Kronenanteil, Bekronungsgrad), sind nicht nur bedeutsam für die Produktionsleistung der Bäume, sondern auch für deren Stabilität gegenüber Sturm und Schneeschäden. Das Kronenprozent wurde berechnet aus den empirischen Informationen zur Baumhöhe und zur

Kronenlänge im Alter 26 Jahre. Die Stichprobe umfaßt 780 Höhenmeßbäume, die durchmesserrepräsentativ ausgewählt wurden. Für Nadelhölzer ist der Kronenansatz definiert als Ansatzhöhe des untersten Astquirls mit mindestens drei "grünen" Ästen (KRAMER, 1988: S. 17; NIEDERSÄCHSISCHE FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT, 2004).

Für die Auswertung wurden drei Straten im Anhalt an die Baumdimension gebildet, welche die soziale Stellung der Bäume als Funktion der Konkurrenzverhältnisse im Bestand abbilden sollen: die 20 %, 41 - 60 % und 81 - 100 % stärksten Bäume. Die 20 % stärksten Stämme sind mit den vorherrschenden Bäumen gleichzusetzen, die 41 - 60 % stärksten Versuchsglieder mit gering Mitherrschenden. Das verbleibende Stratum umfasst die zurückbleibenden, unterdrückten Stämme. *Abbildung 11* stellt die stratifizierten Mittelwerte sowie die Datenbereiche dar.

Im Alter 26 Jahre zeigt sich bezüglich des Einflusses von Ausgangsbaumzahl und -verband auf die Kronenanteile folgendes Bild. Die höchsten Bekronungsgrade weisen die Stämme der herrschenden Bestandesschicht auf. Die Mittelwerte der Kronenanteile betragen über alle Varianten zwischen 48 % und 56 %. Die für das 1. Stratum, die 20 % stärksten Bäume, berechneten mittleren Kronenprozentage zeigen über die Verbandsvarianten bei gleicher Ausgangsbaumzahl nur eine geringe Streuung. Die günstigsten Kronenkennwerte besitzen die Mischbestandsparzellen. Die mit hohen Baumzahlen begründeten Flächen liegen dagegen annähernd auf dem Niveau der bis zum Alter 26 Jahre undurchforsteten 1.000er-Felder bzw. im Falle der mit 2.000 N/ha begründeten Flächen sogar geringfügig höher. In den Mischbestands-Parzellen und in den 1.000er-Feldern sind die auf empirischer Grundlage berechneten Werte der drei Auswertungsstraten deutlich voneinander abgegrenzt. Diese deutliche Abstufung lässt in den stammzahlreicher begründeten Flächen und bei gleicher Ausgangspflanzanzahl nach, je geringer der Pflanzenabstand des Ausgangsverbandes ist.

4.8 Astdurchmesser

Die Ästigkeit besitzt eine herausragende Bedeutung für die Qualitätssortierung von Douglasien-Rohholz und auch -Schnittholz. HAPLA (1986) sieht in der Ästigkeit das alleinige Kriterium für die Sortierung und Verwendung von Douglasien-Schnittholz. Die Douglasien-Wertholzerzeugung zur Furnierherstellung schließt sowohl Grün- als auch Trockenäste vollkommen aus (HECKER und BECKER, 1997). Gleichlautende Vorgaben setzt die Europäische Vornorm zur Qualitätssortierung von Douglasien (ENV 1927-3: 1998): für die Güteklasse A sind weder nicht-verwachsene noch gesunde, verwachsene Äste zulässig.

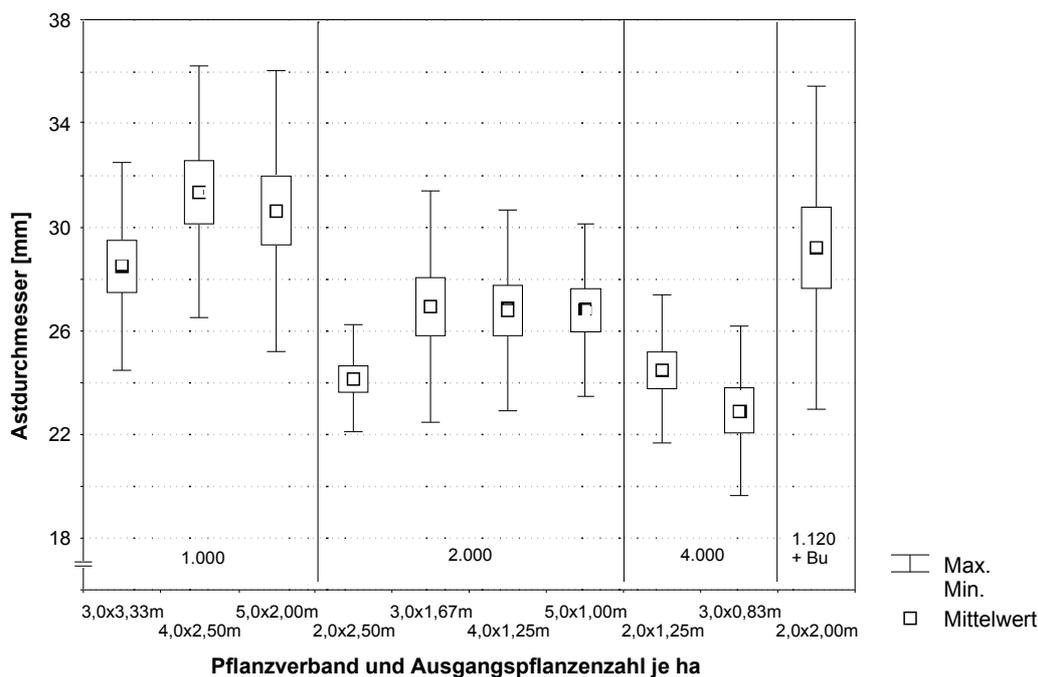


Abb. 12: Durchmesser des stärksten Astes in 5 m-Höhe (Aufnahme 1995) bei unterschiedlichen Ausgangspflanzanzahlen und -verbänden

Abbildung 12 stellt die Datenbereiche der jeweils stärksten Äste der in dem in 5 m-Höhe nächstgelegenen Astquirl erfolgten Querschnittermittlung zum Zeitpunkt der Aufnahme 1995 dar. Die Stichprobe umfasst mit 213 Z-Bäumen über alle Verbandsvarianten ausschließlich Bäume der herrschenden Bestandesschicht. Die Unterschiede zwischen den Baumzahlgruppen lassen sich zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ statistisch absichern. Tendenziell ist eine Zunahme der maximalen Aststärke mit abnehmender Baumzahl zu beobachten. Allerdings besteht innerhalb der Baumzahlgruppen eine deutliche, verbandsabhängige Variation der Werte, die in den 1.000er-Feldern und in den Mischbestandsparzellen am stärksten ausgeprägt ist.

Tab. 10: Maximale Astdurchmesser - gemessen näherungsweise in 5 m-Höhe im Alter 22 Jahre und 26 Jahre

Variante	max. Astdurchm. [mm] in 5m-Höhe (Aufn. 1991)				max. Astdurchm. [mm] in 5m-Höhe (Aufn. 1995)			
	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.	Mittelw.	Min.	Max.	Stdabw.
1.000er-Gr.	30	20	44	4,9048	31	20	48	5,2030
2.000er-Gr.	26	19	34	4,0308	26	19	39	3,9454
4.000er-Gr.	24	14	38	4,4791	24	16	39	4,9626
Mischbest.	29	20	42	6,6204	29	21	45	5,1631
Alle	27	14	45	5,4707	27	16	48	5,4851

Die Europäische Vornorm (ENV 1927-3: 1998) gibt erstmals metrische Grenzwerte der Ästigkeit für die Qualitätsklassen bei Douglasie vor. Douglasien-Rohholz, welches in die Güteklasse B sortiert werden soll, darf gesunde und verwachsene Äste ≤ 60 mm-Durchmesser aufweisen (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG, 2000: S. 459). Betrachtet man die maximalen Astdurchmesser auf dem leistungsstarken Standort *Hagenbach X 2a, 2b, 5a* selbst in den mit geringen Pflanzenzahlen begründeten Flächen sowie in den Mischbestandsparzellen, so liegen die Werte deutlich unter dem Grenzdurchmesser, der eine Sortierung nach Güteklasse B aufgrund der Ästigkeit rechtfertigen würde. Die in *Hagenbach X 2a, 2b, 5a* sowie in anderen Pflanzverbandsversuchen (z. B. POLLANSCHÜTZ, 1974) festgestellte Zunahme der Aststärke mit abnehmender Ausgangspflanzenzahl unterstreicht jedoch die Notwendigkeit einer zeitlich frühen Wertästung in weitständig begünstigten Beständen, um die Aststärkenentwicklung abzufangen und die Überwallungszeiträume zu verkürzen.

Zusammenfassung

Der Douglasien-Standraumversuch *Hagenbach X 2a, 2b, 5a* wurde 1973 begründet. Das Orkantief "Lothar" vom 26.12.1999 über Südwestdeutschland beeinträchtigte den Versuch so stark, dass eine weitere ertragskundliche Behandlung nicht mehr möglich war. Die ertragskundlichen Ergebnisse zeigen ein hohes Leistungsvermögen der Baumart Douglasie auf dem gegebenen Standort. Die abschließende Auswertung stützt sich auf die Aufnahmen in den Jahren 1987, 1991 und 1995.

Die Bestandesoberhöhe wird ausschließlich durch die Standortleistungsfähigkeit bestimmt. Die Variabilität des Oberhöhendurchmessers wird durch die Pflanzendichte bei Versuchsbeginn zu allen angegebenen Betrachtungszeitpunkten signifikant bzw. hoch signifikant beeinflusst. Bis zum Alter von 26 Jahren setzen sich die Mischbestandsparzellen an die Spitze. Über den gesamten Betrachtungszeitraum scheint die Verbandsform bei gleicher Ausgangsbaumzahl von untergeordneter Bedeutung für den *do* sein.

Den höchsten Radialzuwachs leisten die Douglasien-Z-Stämme der 1.000er-Baumzahlgruppe und der Mischbestandsparzelle. Die 2.000er- und 4.000er-Felder fallen deutlich zurück. Die Unterschiede zwischen den Parzellen mit Ausgangspflanzenzahlen von 1.000, 2.000 und 4.000 N/ha sowie der Mischbestandsparzelle sind als gesichert anzusehen.

Die mittleren *h/d*-Werte des Oberhöhenkollektivs in den Verbandsvarianten der 1.000er-Baumzahlgruppe sowie in den Mischbestandsparzellen liegen unter dem Schwellenwert = 70; diese Bestandestypen sind als stabil einzustufen. Dabei scheinen ausgeprägte Reihenverbände dem spezifischen Allokationsverhalten der Einzelbäume besser zu entsprechen als der näherungsweise Quadratverband.

Im Zeitraum 1987-'91 ist die Höhe des periodisch berechneten, laufenden jährlichen Volumenzuwachs noch stark durch die Ausgangsbaumzahl geprägt. Unter dem Einfluß der 1987 begonnenen und im Zuge der Aufnahme 1995 auf das Niveau der 1.000er-Baumzahlgruppe erfolgten Stammzahlabsenkungen aller Parzellen nähern sich die Varianten während der Periode 1991-'95 in der Zuwachsleistung an.

Die Leistungsunterschiede in der Höhe der Gesamtwuchsleistung bleiben unabhängig von den erfolgten Durchforstungen zwischen den Baumzahlgruppen bis zum Alter 26 Jahre erhalten.

Die berechneten mittleren Kronenprozentage der 20 % stärksten Bäume zeigen über die Verbandsvarianten nur eine geringe Streuung. Die günstigsten Kronenkennwerte besitzen die Mischbestandsparzellen. Die mit hohen Baumzahlen begründeten Flächen liegen annähernd auf dem Niveau der bis zum Alter 26 Jahre undurchforsteten 1.000er-Felder bzw. im Falle der mit 2.000 N/ha begründeten Flächen sogar geringfügig höher. In den Mischbestands-Parzellen und in den 1.000er-Feldern sind die auf empirischer Grundlage berechneten Werte der drei Straten, die 20 %, 41-60 %, 81-100 % stärksten Bäume, deutlich voneinander abgegrenzt.

Mit abnehmender Baumzahl ist eine Zunahme der maximalen Aststärke zu beobachten. Innerhalb der Baumzahlgruppen besteht eine deutliche, verbandsabhängige Variation der Werte, die in den 1.000-Feldern am stärksten ausgeprägt ist. Die mit abnehmender Ausgangspflanzenzahl festgestellte Zunahme der Aststärke unterstreicht die Notwendigkeit einer frühen Wertästung bei Verbänden mit größeren Pflanzweiten.

Die für *Hagenbach X 2a, 2b, 5a* als Teilversuch der koordinierten Douglasien-Standraumversuchsserie hergeleiteten Ergebnisse können der Optimierung einer standortsangepaßten Bestandesbegründung und -pflege bei der Baumart Douglasie dienen. Die für den Versuch *Hagenbach* gefundenen Beziehungen zwischen Ausgangspflanzenzahl bzw. -verband und den ausgewählten Bestandesparametern lassen bei Verwendung

hochwertigen Pflanzgutes und bei geringen Mortalitätsraten in der Jungwuchs- bzw. Jungbestandsphase Ausgangspflanzenzahlen bis hinunter zu 1.000 Douglasien je ha vertretbar erscheinen.

Literaturverzeichnis

- ASSMANN, E.: Waldertragskunde: BLV-Verlagsgesellschaft. München, Bonn, Wien. 490 S., 1961.
- BERGEL, D.: Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, 1985.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e. V. (Hrsg.): Normen über Holz: Beuth-Verlag GmbH. Berlin, Wien, Zürich. 597 S., 2000.
- HAPLA, F.: Beeinflussen unterschiedliche Durchforstungsmaßnahmen die Holzeigenschaften der Douglasie? Forstarchiv **57**. Jg. Nr. 3: S. 99-104, 1986.
- HECKER, M. und G. BECKER: Möglichkeiten zur Beeinflussung der Oberflächenrauigkeit von Douglasien-Furnieren durch waldbauliche Maßnahmen: Forstw. Cbl. **116**, S. 45-52, 1997.
- KENK, G.: Baumzahlleitkurve Douglasie, st. Df: In: Versuchsprogramm Koordinierter Douglasien-Standraumversuch (unveröffentlicht). 3 S., 1984.
- KRAMER, H.: Waldwachstumslehre: Paul Parey-Verlag, Hamburg, Berlin. 374 S., 1988.
- NAGEL, J.: Viswin04 - Versuchsflächeninformationssystem der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt: 2004.
- NIEDERSÄCHSISCHE FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT: Aufnahmeanweisung für ertragskundliche Versuchsflächen (unveröffentlicht): **1. Auflage**, 72 S., 2004.
- POLLANSCHÜTZ, J.: Erste ertragskundliche und wirtschaftliche Ergebnisse des Fichten-Pflanzweiteversuches "Hauersteig": In: 100 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt. Wien, 71. S., 1974.
- PRETZSCH, H.: Grundlagen der Waldwachstumsforschung: Blackwell Verlag GmbH. Berlin, Wien. 414 S., 2002.
- SPELLMANN, H. und J. NAGEL: Zum Einfluß von Ausgangspflanzenzahl und Pflanzverband auf die Jugendentwicklung von Douglasienbeständen: Forst und Holz **Nr. 17**, S. 455-459, 1989.
- UTSCHIG, H.: Exkursionsführer Douglasien-Provenienz-Versuch Kösching 095 - Forstamt Beilngries, vorläufige Auswertungsergebnisse: Dokumentation DVFFA: Exkursionsführer MWW-EF 61/3, LMU.06 - München. 17 S., 1997.
- WENK, G. V. ANTANAITIS und Š. ŠMELKO: Waldertragslehre: Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. 448 S., 1990.

A Anhang

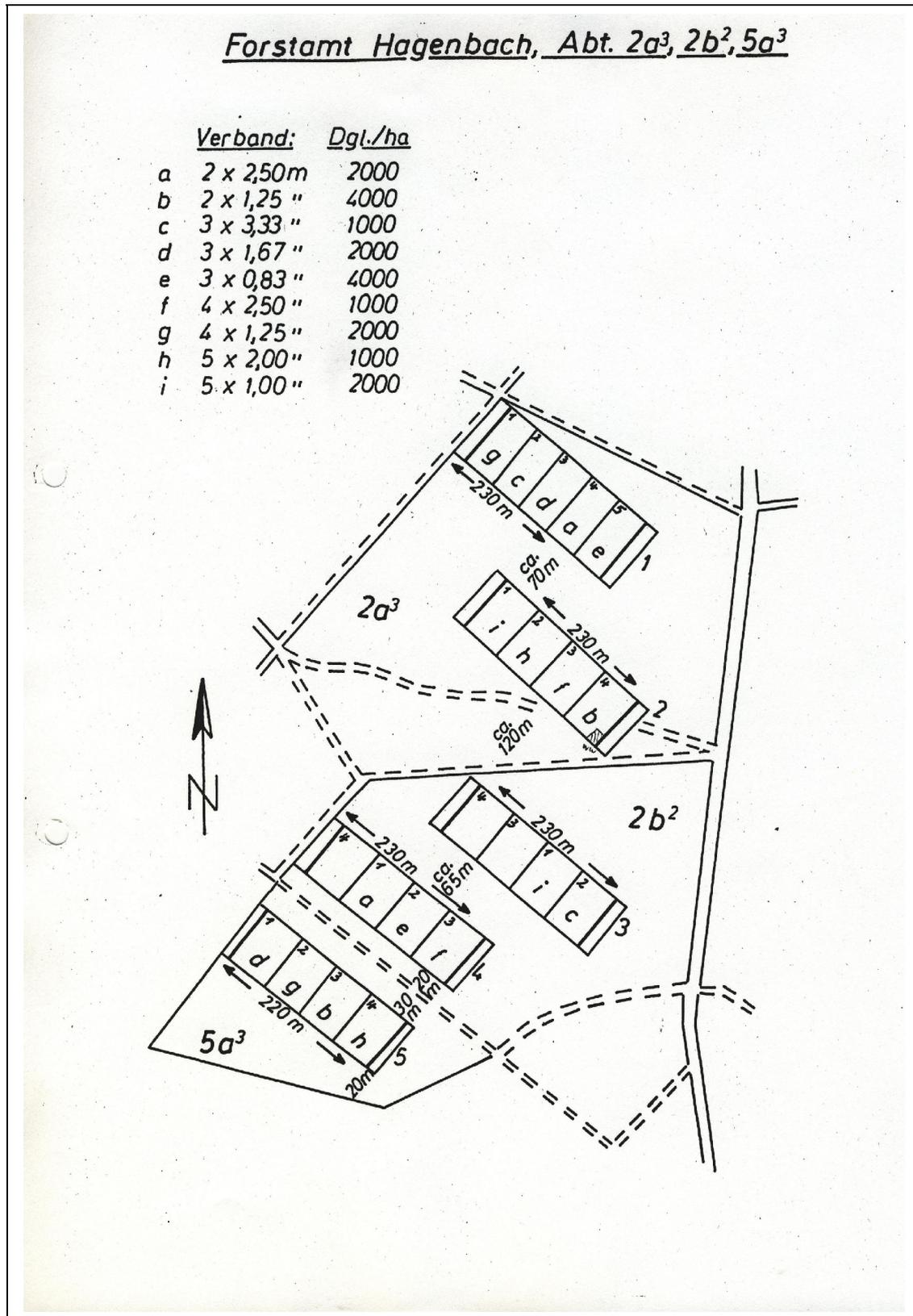


Abb. 13: Parzellenplan Hagenbach X 2a, 2b, 5a

Tab. 11: Bestandesdaten im Douglasien-Standraumversuch *Hagenbach X 2a, 2b, 5a* im Alter 18, 22 und 26 Jahre

Parz.	Verband	N/ha	ho			do			ho/do			IZ_P1	IZ_P2	GWL _v 18 J.	GWL _v 22 J.	GWL _v 26 J.
			18 J.	22 J.	26 J.	18 J.	22 J.	26 J.	18 J.	22 J.	26 J.					
12	3,0x3,33m	1000	13,8	17,6	21,6	24,1	29,6	31,3	57	59	69	10,5	8,8	145,3	313,3	454,3
32	3,0x3,33m	1000	13,5	18,2	21,7	22,5	28,7	31,3	60	63	69	10,7	8,2	123,2	293,2	423,2
23	4,0x2,50m	1000	13,9	17,9	20,5	24,5	28,5	32,0	57	63	64	11,2	7,0	148,5	328,5	440,5
43	4,0x2,50m	1000	14,0	18,8	20,4	21,6	27,7	30,8	65	68	66	11,0	6,3	139,2	314,2	415,2
22	5,0x2,00m	1000	12,8	17,6	20,6	22,2	28,2	31,7	58	62	65	11,1	7,9	137,6	314,6	441,6
54	5,0x2,00m	1000	13,0	16,6	21,5	22,7	28,3	31,6	57	59	68	9,7	8,9	128,3	283,3	426,3
34	2,0x2,00m	1120	13,8	19,7	20,9	20,0	26,8	32,1	69	74	65	11,3	5,1	140,3	320,3	401,3
44	2,0x2,00m	1120	12,8	16,1	21,4	20,4	25,9	32,7	63	62	65	9,1	7,4	131,7	277,7	396,7
14	2,0x2,50m	2000	13,8	18,6	21,5	19,1	23,8	28,1	72	78	77	16,5	6,7	194,6	458,6	565,6
41	2,0x2,50m	2000	13,4	18,3	21,1	18,6	24,6	28,2	72	74	75	15,5	7,5	175,4	422,4	542,4
13	3,0x1,67m	2000	14,5	17,8	21,4	19,3	25,8	28,8	75	69	74	15,4	8,5	179,6	426,6	562,6
51	3,0x1,67m	2000	14,1	19,0	20,6	18,8	26,7	31,0	75	71	66	16,5	7,0	180,5	444,5	557,5
11	4,0x1,25m	2000	12,7	17,6	20,6	19,5	24,8	21,8	65	71	94	14,5	6,9	166,4	398,4	509,4
52	4,0x1,25m	2000	13,5	18,8	21,3	20,4	25,7	29,4	66	73	72	16,6	7,2	178,5	443,5	559,5
21	5,0x1,00m	2000	14,1	18,1	19,9	20,4	26,1	30,4	69	69	65	13,8	6,5	178,9	398,9	502,9
31	5,0x1,00m	2000	13,1	17,3	20,7	19,5	24,0	28,4	67	72	73	13,5	7,8	155,7	371,7	495,7
24	2,0x1,25m	4000	13,6	18,5	21,1	15,5	21,9	26,9	88	84	78	16,1	8,2	207,2	465,2	596,2
33	2,0x1,25m	4000	14,0	18,9	22,0	17,8	23,4	27,7	79	81	79	16,0	7,3	220,9	476,9	592,9
53	2,0x1,25m	4000	13,6	18,0	19,7	15,4	21,7	25,9	88	83	76	15,0	5,8	221,6	461,6	553,6
15	3,0x0,83m	4000	13,4	18,2	21,2	15,7	24,4	28,6	85	75	74	15,4	7,5	200,6	447,6	566,6
42	3,0x0,83m	4000	12,7	18,5	20,4	16,7	23,7	27,8	76	78	73	16,0	7,3	190,7	445,7	561,7
<i>Versuchsmittel</i>			<i>13,5</i>	<i>18,1</i>	<i>21,0</i>	<i>19,7</i>	<i>25,7</i>	<i>29,4</i>	<i>70</i>	<i>71</i>	<i>72</i>	<i>13,6</i>	<i>7,3</i>	<i>168,8</i>	<i>386,0</i>	<i>503,1</i>