

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 170 (2019)

Heft: 4

Artikel: Auswirkungen der Wertastung auf das Douglasien-Wachstum : Ergebnisse aus Nordwestdeutschland

Autor: Weller, Andreas

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097347>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Auswirkungen der Wertastung auf das Douglasien-Wachstum: Ergebnisse aus Nordwestdeutschland

Andreas Weller Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (DE)*

Auswirkungen der Wertastung auf das Douglasien-Wachstum: Ergebnisse aus Nordwestdeutschland

Wegen ihrer unzureichenden Astreinigung muss die Douglasie für die Wertholzerzeugung obligatorisch geastet werden. Grünastungen erhöhen dabei die astfreien Volumenanteile des Holzkörpers bedeutend, und durch die Astung der Douglasienwertträger verliert das sortierrelevante Merkmal der Astigkeit an Bedeutung. Im Jahr 1980 wurde im Forstamt Ahlhorn (Niedersachsen, Deutschland) ein Versuch mit dreijährigen Douglasien angelegt, um zu untersuchen, welchen Einfluss die Grünastung auf das Baumwachstum hat. Das Untersuchungsmaterial umfasst 93 Bäume, die beginnend bei einer Höhe von 6 bis 8 m periodisch bis in eine Höhe von 20, 40 und 60% der Baumhöhe geastet wurden, sowie 9 ungeastete Douglasien als Kontrollgruppe. Tatsächlich wurden jedoch nur bei der Variante mit Astungshöhe 60% bei jeder Massnahme lebende Äste entnommen. Mithilfe eines allgemeinen linearen Regressionsmodells wurden die Auswirkungen der Astung auf die abhängigen Variablen Brusthöhendurchmesser (BHD), Baumhöhe, Abholzigkeit des Erdstamms und maximale Astdurchmesser näherungsweise in 5 m Quirlhöhe bis Alter 39 untersucht. Die Grünastung hatte einen signifikanten Einfluss auf den periodischen Radialzuwachs sowie die Abholzigkeit des Erdstamms, nicht jedoch auf das Höhenwachstum der Probestämme und die Astdurchmesser. Grünastungen reduzierten den Radialzuwachs moderat und beeinflussten die Abholzigkeit der Erdstämme positiv. Die Ergebnisse der Studie stimmen weitgehend mit früheren Untersuchungen zu den Auswirkungen der Astung auf das Wachstum der Douglasie überein.

Keywords: Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii*, pruning experiment, live prune, tree growth, multivariate linear regression model

doi: 10.3188/szf.2019.0207

* Grätzelstrasse 2, DE-37079 Göttingen, E-Mail andreas.weller@nw-fva.de

Astdurchmesser und Astzahl sind bedeutend für die Qualitätssortierung von Douglasienrundholz. Für Hapla (1986) ist die Astigkeit sogar das Kriterium, das allein über die Verwendung von Douglasienholz als Schnittholz entscheidet. Weil die natürliche Astreinigung bei der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) unzureichend ist (Weissenbacher 2008), werden im Rahmen von sogenannten Wertastungen die Äste bis zu einer definierten Höhe am Baum entfernt, in Deutschland üblicherweise bis zu einer Höhe von entweder 6.5 oder 10.5 m. Angestrebt wird dabei ein astfreier Holzmantel von mindestens zwei Dritteln des Stammdurchmessers. Bis in eine Höhe von 6.5 m lässt sich dieses Ziel auch auf leistungsschwächeren Standorten mit Trockenastungen erreichen. Wird aber ein

Wertstamm von 10.5 m Länge angestrebt, besteht die Gefahr, dass mit Trockenastungen die gewünschten astfreien Holzanteile nicht mehr in den üblichen Umtriebszeiten realisiert werden können, auch nicht mit starken Durchforstungen. Durch Grünastungen lassen sich die astfreien Holzanteile wesentlich erhöhen, und die Entnahme lebender Äste führt im Gegensatz zu Trockenastungen zu gesund verwachsenen Ästen im astigen Holzkern. Kambiumverletzungen werden durch eine fachgerechte technische Ausführung der Astung (rindenebene Schnittführung und Entfernung des gesamten Astes) unter Verwendung von Astungsgestängen oder Steighilfen (Einholm-, Steckleiter und Hubsteiger) vermieden. Douglasien sollten wegen des Risikos von *Phomopsis* (Rindenbrand) in der Vegetationszeit geastet werden,

da die Wunden dann schnell verharzen und der Sporenflug des Erregers (*Phacidium coniferarum* [G. G. Hahn] DiCosmo, Nag Raj & W. B. Kendr.) gering ist (Niedersächsische Landesforsten 2005). Die Douglasie überwallt Astwunden in fünf bis acht Jahren, also relativ schnell¹. Allerdings wird mit der Grünastung die Kronenlänge reduziert, wodurch die Kohlenstoffaufnahme und das Assimilationsvermögen des Baums nachlassen können. Bei Nadelbäumen geht man davon aus, dass es ab einer Entnahme von 25 bis 40% der Krone zu einer Zuwachsreduktion kommt (O'Hara 1991, Pinkard & Beadle 2000). Das Durchmesserwachstum wird stärker beeinflusst als das Höhenwachstum (Møller 1960, O'Hara 1991, Klädtke & Yue 1997). Durch die Grünastung verändert sich die Verteilung des lignifizierten Gewebes entlang des Stamms. Untersuchungen an verschiedenen Baumarten belegen, dass die Entfernung lebender Äste im unteren Bereich der Krone das Durchmesserwachstum im Erdstamm reduziert, während höhere Stammbereiche unbeeinflusst bleiben (Li et al 2001, Mäkinen et al 2014). Die Folge davon sind vollholzigere Stammformen.

Über die Auswirkungen der Astung auf das Wachstum der Douglasie liegen überwiegend Arbeiten aus Nordamerika vor (Stein 1955, Staebler 1963, 1964). Deren Resultate lassen sich nicht unmittelbar auf die Verhältnisse in Deutschland übertragen – die Unterschiede im Klima, aber auch in der Waldbewirtschaftung sowie der Verwertung des Douglasienholzes sind zu gross. Angesichts des seit den 1970er-Jahren stark angestiegenen Douglasienanbaus in Nordwestdeutschland wurde im Jahr 1980 von der damaligen Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt² ein Versuch angelegt, um der Frage unter nordwestdeutschen Klima- und Standortbedingungen nachzugehen. Der vorliegende Artikel gibt Auskunft über die Resultate zum Zeitpunkt des Versuchsabschlusses im Jahr 2015.

Stichwort	Kennwert
Lage (Koordinaten)	52.9363 N / 8.6204 E
Höhe über Nordsee	38 m
Niederschlag (Jahr/VZ)	670 mm/315 mm
Temperatur (Jahr/VZ)	8.6 °C / 14.7 °C
Klimatönung	schwach subkontinental (Klimafeuchte-Index _i = 12.8)
Geologie	Diluvium (Sander)
Bodentyp	mittel- bis tiefgründige podsolige Braunerde
Nährstoffstufe	mittel
Gelände-/Bodenwasserhaushaltsstufe	wechselfeucht; wasserhaltende Tonschichten im Unterboden
Wuchsgebiet/-bezirk	Mittelwestniedersächsisches Tiefland (15); Geest-Mitte (15.02)

Tab 1 Geografisch-klimatisch-standörtliche Basisdaten der Versuchsfläche Ahlhorn 1365. VZ: Vegetationszeit (Mai bis September); Klimafeuchte-Index gemäss Hessischer Forsteinrichtungsanstalt (1991) mit $i = \text{Niederschlag}_{VZ} / (\text{Temperatur}_{VZ} + 10)$; Wuchsgebiet/-bezirk nach Gauer & Kroiher (2012).

Material und Methoden

Versuchsdurchführung und Datengrundlage

Die Versuchsfläche liegt im niedersächsischen Forstamt Ahlhorn im nordwestdeutschen Tiefland auf einer Höhe von 38 m ü.M. Der Standort ist schwach subkontinental geprägt (Tabelle 1) und ist mit einer absoluten Douglasien-Oberhöhenbonität im Alter 100 von 51 m (Nagel 2015) sehr leistungsfähig. Der Untersuchungsbestand wurde im Frühjahr 1980 mit dreijährigen Douglasien der Herkunft Darrington, Washington USA (Samenzone 403; Hernandez et al 1993), mit 3076 Pflanzen pro Hektare nach der Räumung des Vorbestandes begründet.

Die Stichprobe umfasst 93 geastete und 9 ungeastete Douglasien. Durch eine Verteilung der Probestämme auf drei Versuchsfelder sollten Beeinträchtigungen durch Standortunterschiede vermieden werden. Die Probestämme wurden im Alter 13 bei Höhen von 6 bis 8 m nach folgenden Kriterien ausgewählt:

1. Verteilung: mittlerer Abstand 9 m in annähernder Dreiecksverteilung,
2. Wüchsigkeit: herrschende Bäume mit vitaler Krone,
3. Qualität: geradschaftige und relativ feinastige Douglasien ohne Steiläste.

Periodisch wurden folgende Einzelbaumwerte erhoben: Brusthöhendurchmesser (BHD), Höhe, Kronenansatz (als Höhe des ersten Quirls mit drei Grünästen), Länge der Trockenastzone (Höhenunterschied zwischen Boden und Ansatzhöhe des ersten Grünastes), Schaftdurchmesser in der Höhe der geasteten Quirle, Anzahl der Äste und maximaler Astdurchmesser pro entnommenem Quirl, acht Kronenradien auf festen Messlinien in 50-Gon-Schritten. Die Versuchsfelder wurden zusätzlich voll kluppiert, und durchmesserrepräsentativ wurde die Höhe von 30 bis 35 Bäumen zur Berechnung der Höhenkurven gemessen. Auf den Versuchsfeldern wurden alle Baumstandpunkte eingemessen.

Der Einfluss der Astung sollte nicht durch Konkurrenzeinflüsse überlagert werden. Daher wurden die Probestämme jeweils so stark freigestellt, dass die Kronenfreiheit bis zur nächsten Aufnahme erhalten blieb. Ab einer Bestandesoberhöhe (hdom; Assmann 1961) von 16 m ging die Lichtung der Probestämme in eine Auslesedurchforstung mit einer Entnahme von ein bis zwei Bedrängern über.

1 LEDER B (2012) Douglasie. Integrierte waldbauliche Strategien und Optionen für die Zukunft. Präsentation vom 26. April 2012. 42 p. www.docplayer.org/29244211-Douglasie-integrierte-waldbauliche-strategien-und-optionen-fuer-die-zukunft.html (2.7.2018)

2 Mit Wirkung vom 1. Februar 2006 wurde das forstliche Versuchswesen der Länder Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt in die neu gegründete Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt zusammengeführt.



Abb 1 Blick in die Versuchsfläche Ahlhorn 1365 im Jahr 2010. Im Vordergrund eine Douglasie der Astungsvariante 3 (Astungshöhe 20% bezogen auf die damalige Baumhöhe) und im Hintergrund eine solche der Variante 2 (Astungshöhe 40%). Foto: NW-FVA 2010

BHD-Stufe bei Messbeginn	BHD-Klasse	Anzahl Probestämme				Summe
		ungeastet	geastet			
			Kontrolle	Variante 1	Variante 2	
<9 cm	I	2	3	5	2	12
9–11 cm	II	5	21	16	19	61
>11 cm	III	2	7	11	9	29
Gesamt		9	31	32	30	102

Tab 2 BHD-Stufen in Abhängigkeit der Durchmesserverteilung zu Beginn der Messungen im Jahr 1989 (Baumalter: 13 Jahre) sowie Anzahl Probestämme je Stratum und Versuchsgruppe. Variante 1: Astungshöhe 60% der Baumhöhe, Variante 2: 40%, Variante 3: 20%.

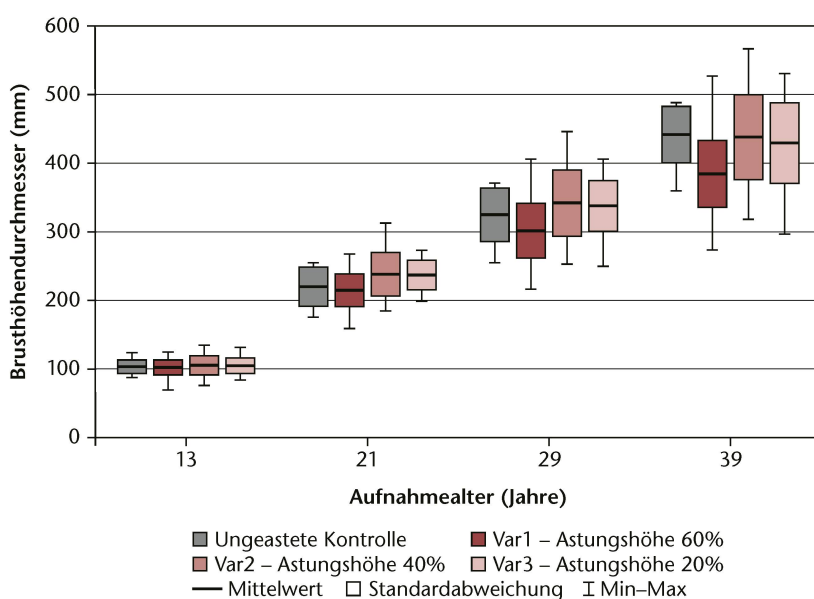


Abb 2 Entwicklung der Brusthöhendurchmesser nach Versuchsgruppen.

Das Versuchsprogramm sah im Rahmen periodisch wiederkehrender Astungen drei Varianten vor, mit Wiederholungen in den drei Versuchsfeldern: Variante 1: Astungshöhe 60%, Variante 2: Astungshöhe 40% und Variante 3: Astungshöhe 20% (Abbildung 1). Die relativen Höhenangaben beziehen sich auf die jeweils gemessene Höhe eines Probebaums. Der Beginn der Astung war höhenabhängig: Ein Teil der Probanden wurde bereits bei Baumhöhen von 6 bis 8 m geastet, bei den übrigen Bäumen wurde mit der Astung in einem Höhenrahmen von 14 bis 17 m begonnen. Die Bäume sollten bis zu einer Höhe von maximal 12.5 m geastet werden. Das war bei den Varianten 1 und 2 bis zum Jahr 2015 bzw. bis Alter 39 erreicht, weshalb der Versuch dann abgeschlossen wurde. Die zugrunde liegende Datenzeitreihe umfasst sieben zusammenhängende Aufnahmen von 1989 bis 2015, von denen die 1., 3., 5. und 7. Aufnahme in diese Studie einbezogen wurden.

Die technische Ausführung der Astung basierte bis 1997 auf einer pneumatischen Schere in Verbindung mit dem Distelleitersystem. Ab 2001 kamen eine Raupenteleskoparbeitsbühne und eine leichte Motorsäge zum Einsatz, ein Arbeitsverfahren, das sich im norddeutschen Tiefland in maschinengerecht erschlossenen Beständen in ebenem bis schwach geneigtem Gelände praktisch bewährt hatte.

Prüfmerkmale und Datenanalyse

Die Untersuchung konzentrierte sich auf BHD und Baumhöhe, Abholzigkeit des Erdstamms und maximale Astdurchmesser in einer Quirlhöhe von rund 5 m. Dies, weil die Bäume der Variante 3 bei Versuchsabschluss aufgrund der quantifizierten Vorgaben des Versuchsdesigns nur bis in diese Höhe geastet worden waren. Dazu kommt, dass die Entwicklung der Aststärken in noch grösserer Höhe weitgehend einem Durchforstungseffekt unterliegt (Kramer et al 1971, Handler & Jakobsen 1986). Ausgehend von der Durchmesserverteilung der Probebäume bei Beginn der Messungen (Mittelwert = 10.4 cm, Variationsbreite = 6.5 cm, Variationskoeffizient = 0.1171; Tabelle 2) wurden drei BHD-Klassen mit ungleicher Besetzung der Straten gebildet. Wegen der Streuung der absoluten Durchmesser (Abbildung 2) wurden für die weitere Auswertung relative, mit dem Ausgangswert einer Zuwachsperiode standardisierte periodische Radialzuwächse berechnet. Die Periodenlänge betrug acht Jahre für die 1. und die 2. Periode und zehn Jahre für die 3. Periode. Die Abholzigkeit des Erdstamms wurde durch die Durchmesserabnahme je laufendem Meter bis 5 m Höhe charakterisiert. Abholzigkeit und Astdurchmesser wurden mit der europäischen Norm zur Qualitätssortierung von Douglasienrundholz (EN 1927-3:2008) verglichen.

Nachdem das Vorliegen der sogenannten Normalitätsvoraussetzungen geprüft worden war, wurde in einem ersten Auswertungsschritt in der einfaktori-

ellen Varianzanalyse unter Verwendung der Bestandesoberhöhe (hdom) untersucht, ob der Standort über die drei Versuchsfelder homogen ist. Tabelle 3 enthält den Output der Signifikanztests mit der Prüfstatistik «F» für die Bestandesoberhöhe und den durch die Versuchsfelder repräsentierten Faktor «Standort». Die Oberhöhe in der Definition von Assmann (1961) gilt allgemein als Massstab der Standortleistungsfähigkeit und ist weitgehend unbeeinflusst durch die Bestandesbehandlung. Die hdom-Werte in den drei Versuchsfeldern zu den vier betrachteten Baumaltern waren nicht signifikant unterschiedlich ($p > 0.05$; Tabelle 3).

Die waldwachstumskundliche Charakterisierung der Versuchsfelder erfolgte nach der DESER-Norm 1993 (Johann 1993) mit einer Plausibilitätskontrolle der Basiserhebungen gemäss Nr. D3.3, H3.2 und K1.2 (Tabelle 4). Die Höhenwerte wurden regressionsanalytisch hergeleitet (Nr. DHA2 der DESER-Norm 1993). Der Ausgleich der Durchmesser-Höhen-Beziehung wurde mittels der überarbeiteten Korffunktion durchgeführt (Lappi 1991, 1997):

$$\ln H = a - b \times (BHD + \lambda) - c + \varepsilon \quad (1)$$

mit:

- \ln = natürlicher Logarithmus,
- H = Baumhöhe,
- a, b = Regressionskoeffizienten,
- BHD = Brusthöhendurchmesser,
- λ = 7,
- c = 1.225 (Konstante),
- ε = Fehlerterm

Die Volumenberechnung in Vorratsfestmetern Derbholz (mit Rinde; Derbholzgrenze 7.0 cm) erfolgte nach Bergel (1987):

$$fv = 3.1415927 \times (h \times [(d/200)]^2 \times (-200.31914/[h \times d^2] + 0.8734/d - 0.0052 \times (\ln d \times \ln d) + 7.3594/[h \times d] + 0.46155)) \quad (2)$$

Die Auswirkungen der Astung auf die gemessenen und abgeleiteten Baumwerte wurden mithilfe eines allgemeinen linearen Regressionsmodells (ALM) mit einer Kombination aus einer stetigen Kovariablen und zwei unabhängigen kategorialen Variablen analysiert. Der Prädiktor wurde mittels Standarddialog des Moduls «Höhere lineare Modelle» des Programms STATISTICA (StatSoft 2001) spezifiziert:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1 \times Cl_i + b_2 \times P_j + b_3 \times D_k + b_4 \times (P_j \times D_k) + \varepsilon_{ijk}, \text{ wobei } \varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2) \quad (3)$$

mit:

- Y_{ijk} = Prüfmerkmal (BHD, Höhe, Abholzigkeit des Erdstamms, maximaler Astdurchmesser),
- b_0 = Interzept,
- b_1 – b_4 = Parameter des Modells,
- Cl_i = Konkurrenzindex,
- P_j = Effekt der Astungsintensität,
- D_k = Effekt der BHD-Klasse (bei Messbeginn),
- $(P_j \times D_k)$ = Wechselwirkungen zwischen P_j und D_k ,
- ε_{ijk} = Fehlerterm

Die auf der Annahme des Modells, dass der Vektor des Fehlerterms ε_{ijk} normalverteilt ist, basie-

Faktor	Abhängige Variable	Alter 13		Alter 21		Alter 29		Alter 39	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Standort	hdom	3.8533	0.3000 n.s.	13.3770	0.1700 n.s.	16.3333	0.1544 n.s.	3.0000	0.3333 n.s.

Tab 3 Prüfung des Vorliegens von Standorthomogenität in den drei Versuchsfeldern in der einfaktoriellem Varianzanalyse mit der Prüfstatistik «F». Der differenzierende Effekt des Faktors «Standort» auf die Oberhöhe (hdom) ist zu allen Aufnahmezeitpunkten statistisch nicht signifikant (n.s.; $p > 0.05$).

Feld-Nr.	Jahr	Alter (J)	ddom (cm)	hdom (m)	dg (cm)	hg (m)	Stammzahl (St.)	Grundfläche (m ²)	Vorrat (m ³)	Ekl.	GWLv _t (m ³)	dGZ _t (m ³ /J)
1	1989	13	12.5	8.0	10.0	7.3	1677	13.2	33	1.1		
1	1997	21	26.0	15.9	20.0	14.6	810	25.7	169	0.4	215	10.2
1	2005	29	36.4	23.6	28.1	21.6	593	35.8	338	-0.1	443	15.3
1	2015	39	46.9	32.0	37.0	29.6	379	39.7	495	-0.6	696	17.8
2	1989	13	12.4	8.6	9.8	7.7	1573	11.7	31	0.8		
2	1997	21	25.4	16.7	18.8	14.7	805	22.5	151	0.1	198	9.4
2	2005	29	35.8	24.8	25.9	22.4	608	31.5	311	-0.5	408	14.1
2	2015	39	46.2	33.0	34.7	30.3	415	37.2	480	-0.9	661	16.9
3	1989	13	13.0	7.5	9.7	6.9	1748	12.9	29	1.3		
3	1997	21	25.7	15.6	19.8	14.3	780	24.1	155	0.5	202	9.6
3	2005	29	36.4	23.9	28.0	22.3	569	34.9	340	-0.2	451	15.6
3	2015	39	46.8	32.5	36.9	30.4	370	38.3	489	-0.8	697	17.9

Tab 4 Bestandeswerte der drei Versuchsfelder, angegeben sind Hektarwerte (Gesamtderbholzbestand) zum Zeitpunkt der 1., 3., 5. und 7. Aufnahme. ddom: Durchmesser des Grundflächenmittelstamms der 100 durchmesserstärksten Bäume je Hektare, dg: Grundflächenmitteldurchmesser, hg: Grundflächenmittelhöhe, Ekl.: Grundflächenmittelhöhenbonität nach Bergel (1985: mässige Durchforstung, mittleres Ertragsniveau), GWLv_t: Volumen-Gesamtwuchsleistung zum Zeitpunkt t, dGZ_t: durchschnittlicher Volumen-Gesamtwuchs zum Zeitpunkt t.

Abhängige Variablen	Multipler Korrelationskoeffizient	Summe der Abweichungsquadrate		F	p
		Modell	Residuen		
BHD im Alter 21	0.7218	31 112	28 510	6.2551	0.0000
BHD im Alter 29	0.5975	563 388	101 490	3.1919	0.0011
BHD im Alter 39	0.5016	78 910	234 667	1.7934	0.0682
Höhe im Alter 39	0.3549	5093	35 346	0.7686	0.6797
Abholzigkeit des Erdstamms	0.5065	607	1759	1.8403	0.0600
Maximaler Astdurchmesser	0.8897	455 574	119 959	20.2547	0.0000

Tab 5 Test des Gesamtmodells (entsprechend Formel 3): Summe der Abweichungsquadrate in den Modellschätzungen gegen Summe der Abweichungsquadrate der Residuen.

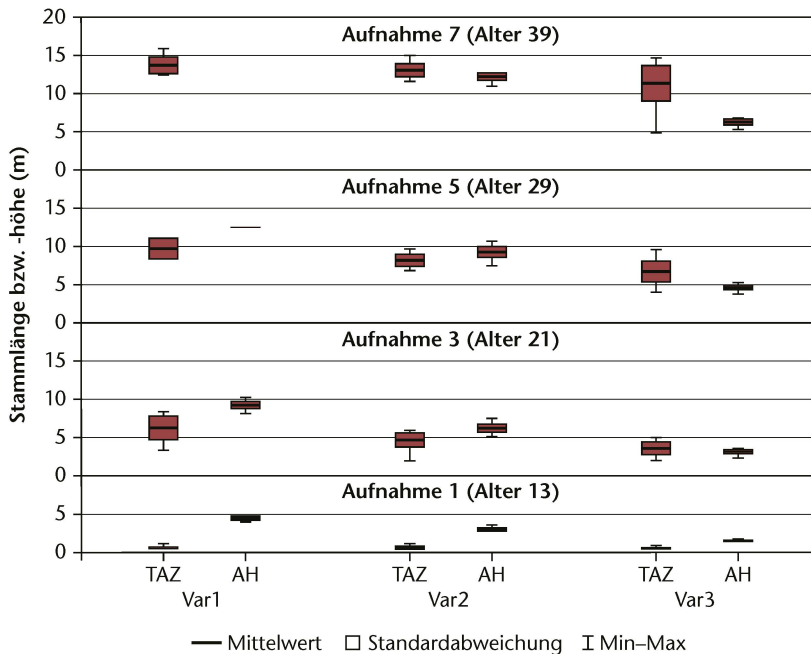


Abb 3 Gegenüberstellung der Länge der Trockenastzone (TAZ) und der tatsächlichen Astungshöhe (AH) der Probestämme, getrennt nach Astungsvarianten und Aufnahme- bzw. Astungszeitpunkten (Var1: Astungshöhe 60%, Var2: Astungshöhe 40%, Var3: Astungshöhe 20%, jeweils bezogen auf die zum Zeitpunkt der Astung gemessene Höhe eines Probestamms).

rende Verteilungsform wurde grafisch mithilfe sogenannter Normalverteilungsplots verifiziert.

Der Plot der Residuen, das heisst der Differenzen aus beobachteten und durch das Regressionsmodell prognostizierten Werten, gegen die standardisierten Residuen bestätigte die Annahme des Modells, dass der Vektor ε_{ijk} normalverteilt ist. In Tabelle 5 sind die Teststatistiken des Formel 3 entsprechenden Gesamtmodells zusammengestellt. Die Integration des höhenabhängigen Astungsbeginns als weitere unabhängige kategoriale Variable führte zu keiner Verbesserung des Modells, und der Effekt auf die untersuchten Merkmale war in allen Fällen nicht signifikant. Als Konkurrenzmass CI wurde der positionsabhängige Konkurrenzindex C66 (Nagel 1999) verwendet, der die spezifische Konkurrenzsituation eines Probestamms charakterisiert. Er basiert auf dem Kronenkonkurrenzfaktor cc_{66} von Wensel & Biging

(1987) und wurde mit dem Wachstumsmodell BWin-Pro 7 (Nagel et al 2006) aggregiert, wobei die Einflusszone auf die zweifache Kronenbreite des Probestamms beschränkt war.

Ergebnisse

Das Experiment wurde als Grünastungsversuch angelegt. Tatsächlich wurden jedoch nur bei der Variante 1 bis zum Erreichen der maximalen Astungshöhe von 12.5 m bei jeder Massnahme lebende Äste entnommen. Bei den Varianten 2 und 3 konnten nur beim ersten Eingriff ausschliesslich Grünäste entnommen werden, während bei den darauf folgenden Eingriffen die Krone bereits so weit heraufgesetzt war, dass teilweise (Variante 2) oder ausschliesslich (Variante 3) in der Trockenastzone geastet wurde (Abbildung 3). Astungen in der Trockenastzone haben keine Auswirkungen auf die Assimilationsmasse des betreffenden Baums und sind ohne Effekt auf die Ausprägung der abhängigen Variablen.

Einfluss der Astung auf den Radialzuwachs

Der Effekt der Astungsintensität auf die BHD-Entwicklung der Probestämme ist statistisch gesichert, aber der Einfluss des Ausgangsdurchmessers ist teils stärker. In der ALM-Analyse war der Effekt der BHD-Klasse (bei Messbeginn) auf die Dimensionentwicklung in allen Zuwachsperioden signifikant (Tabelle 6).

Die zwischen und innerhalb der Versuchsgruppen beobachtete Durchmesserstreuung (Abbildung 2) erforderte die rechnerische Eliminierung des Dimensionseffekts auf den Durchmesserzuwachs auf der Ebene des Einzelbaums durch die Ableitung relativer Radialzuwächse, wobei der halbe Durchmesser (in Millimetern) am Ende einer Zuwachsperiode durch den halben Durchmesser (in Millimetern) zu Periodenbeginn dividiert wurde. Von BHD-Klasse I bis BHD-Klasse III ist eine deutliche Staffelung der Mittelwerte der relativen Radialzuwächse ungeasteter und geasteter Bäume zu beobachten (Abbildung 4a). Die Douglasien der Kontrollgruppe sind den Probestämmen der Varianten 1 bis 3 in den zugrunde gelegten Perioden im Zuwachs überlegen. In der vorliegenden Versuchsanordnung führte die periodisch wiederkehrende Astung insgesamt zu einer moderaten Reduktion des Zuwachses: Je nach Astungsintensität – Astungshöhe 60, 40 oder 20% – lässt der Radialzuwachs bis Alter 39 gegenüber der ungeasteten Kontrollgruppe im Mittel um 11% (Wertebereich 7–14%), 9% (6–15%) und 4% (3–5%) nach. In der Variante 3 mit Astungshöhe 20% wirkt sich die beim ersten Eingriff noch als Grünastung geführte Massnahme vor allem in den BHD-Klassen I und II bis zum Alter 39 aus.

Variablen	Summe der Abweichungsquadrate	Freiheitsgrade	Mittleres Quadrat	F	p
BHD im Alter 21					
CI	677	1	677	1.6330	0.2055
P	5476	3	1825	4.4040	0.0068
D	10830	2	5415	13.0640	0.0000
(P × D)	4681	6	780	1.8820	0.0962
Fehler	28510	69	415		
BHD im Alter 29					
CI	813	1	813	0.5529	0.4597
P	19556	3	6519	4.4317	0.0066
D	12270	2	6135	4.1710	0.0195
(P × D)	17062	6	2844	1.9333	0.0876
Fehler	101490	69	1471		
BHD im Alter 39					
CI	258	1	258	0.0705	0.7915
P	24799	3	8267	2.2545	0.0405
D	20965	2	10482	2.8588	0.0347
(P × D)	10498	6	1749	0.4772	0.8229
Fehler	234666	64	3666		
Höhe im Alter 39					
CI	127	1	127	0.2309	0.6325
P	560	3	187	0.3385	0.7975
D	2512	2	1256	2.2742	0.1111
(P × D)	2609	6	435	0.7875	0.5830
Fehler	35345	64	552		
Abholzigkeit des Erdstamms					
CI	1	1	1	0.0006	0.9812
P	242498	3	80832	43.1255	0.0000
D	3933	2	1966	1.0492	0.3562
(P × D)	11688	6	1948	1.0393	0.4084
Fehler	119959	64	1874		
Maximaler Astdurchmesser					
CI	32	1	32	1.1715	0.2832
P	274	3	91	3.3345	0.5480
D	178	2	89	3.2510	0.0452
(P × D)	85	6	14	0.5159	0.7942
Fehler	1758	64	27		

Tab 6 Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Effekte Astungsintensität (P) und BHD-Klasse (D) bei Messbeginn sowie deren Interaktion (P × D) auf die Ausprägung der abhängigen Variablen Brusthöhendurchmesser (BHD), Höhe, Abholzigkeit des Erdstamms sowie maximaler Astdurchmesser mithilfe multipler linearer Regression. Dargestellt sind F- und p-Werte. Signifikante Effekte ($p < 0.05$) sind durch Fettdruck hervorgehoben. Kovariable CI = Konkurrenzindex C66 (Nagel 1999).

Einfluss der Astung auf das Höhenwachstum

Der Einfluss der Astung auf die Entwicklung der Baumhöhen ist nicht signifikant. Das Höhenwachstum bis Alter 39 wird am stärksten durch die BHD-Klasse bei Beginn der Messungen im Alter 13 beeinflusst, wobei aber auch dieser Effekt nicht signifikant ist (Tabelle 6). Die ungeasteten Douglasien sind im Mittel geringfügig höher als die geasteten Bäume (Abbildung 4b). In der geringeren Varianz der Höhenwerte der Kontrollgruppe kommt der geringe

Stichprobenumfang ungeasteter Bäume zum Ausdruck. Innerhalb der BHD-Klassen spiegelt die Streuung der Höhen geasteter Douglasien die unterschiedliche Besetzung der Durchmesserstraten wider (vgl. Tabelle 2).

Einfluss der Astung auf die Abholzigkeit des Erdstamms

Die Astungsintensität hat einen hoch signifikanten Einfluss auf die Abholzigkeit des Erdstamms (Tabelle 6). Die Abholzigkeit wird durch die Durchmesserabnahme in Millimeter pro Meter im verwertungstechnisch bedeutendsten Stammabschnitt zwischen den zwei Messpunkten in 1.3 m und 5 m Höhe charakterisiert (Abbildung 4c). Die übrigen in das Modell aufgenommenen Variablen sind nicht signifikant.

Die Douglasien der ungeasteten Kontrollgruppe und die Probestämme der Variante 3 (Astungshöhe 20%) sind ähnlich abholzig mit mittleren Durchmesserabnahmen von 18 bzw. 19 mm/m und maximalen Durchmesserabnahmen von 40 mm/m bzw. 52 mm/m. Bei den Probestämmen der Varianten 1 (Astungshöhe 60%) und 2 (Astungshöhe 40%) ist die Abholzigkeit des untersuchten Stammabschnitts dagegen deutlich geringer und beträgt im Mittel 10 mm/m (Wertebereich 1 bis 26 mm/m) bzw. 14 mm/m (7 bis 29 mm/m).

Die EN 1927-3:2008 für die verwendungsneutrale Qualitätssortierung von Douglasienrundholz gibt eine maximale Durchmesserabnahme von 20 mm/m für die Qualitätsklasse B vor. Dieser Wert wurde auch in die Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR; DFWR & DHWR 2015) übernommen. Verglichen mit diesem Grenzwert wären zum jetzigen Zeitpunkt 41% der Probestämme der Variante 3 nicht mehr in die Qualitätsklasse B zu sortieren, während 90% der Douglasien der Variante 1 und 2 in Klasse B und besser eingestuft werden könnten. Qualitätsklasse B beinhaltet Rundholz mittlerer bis überdurchschnittlicher Qualität, während Klasse A Rohholz überdurchschnittlicher Qualität umfasst, das fehlerfrei ist.

Einfluss der Astung auf die Astdurchmesser

Die Astung hat keinen signifikanten Einfluss auf die Astdurchmesser der Probestämme. Der Effekt der BHD-Klasse (bei Messbeginn) ist dagegen statistisch gesichert (Tabelle 6). Zum Vergleich herangezogen wurde der maximale Astdurchmesser im näherungsweise in 5 m Höhe gelegenen Quirl, unabhängig davon, ob es sich um trockene oder grüne Äste handelte. Hinsichtlich der Astigkeit ist zu berücksichtigen, dass die Probestämme aufgrund der konzeptionellen Versuchssteuerung konkurrenzarm aufwachsen konnten. Bezüglich des Mittelwertes, aber auch in Bezug auf die Streuung der Werte ist eine deutlicher Unterschied zwischen BHD-Klasse I

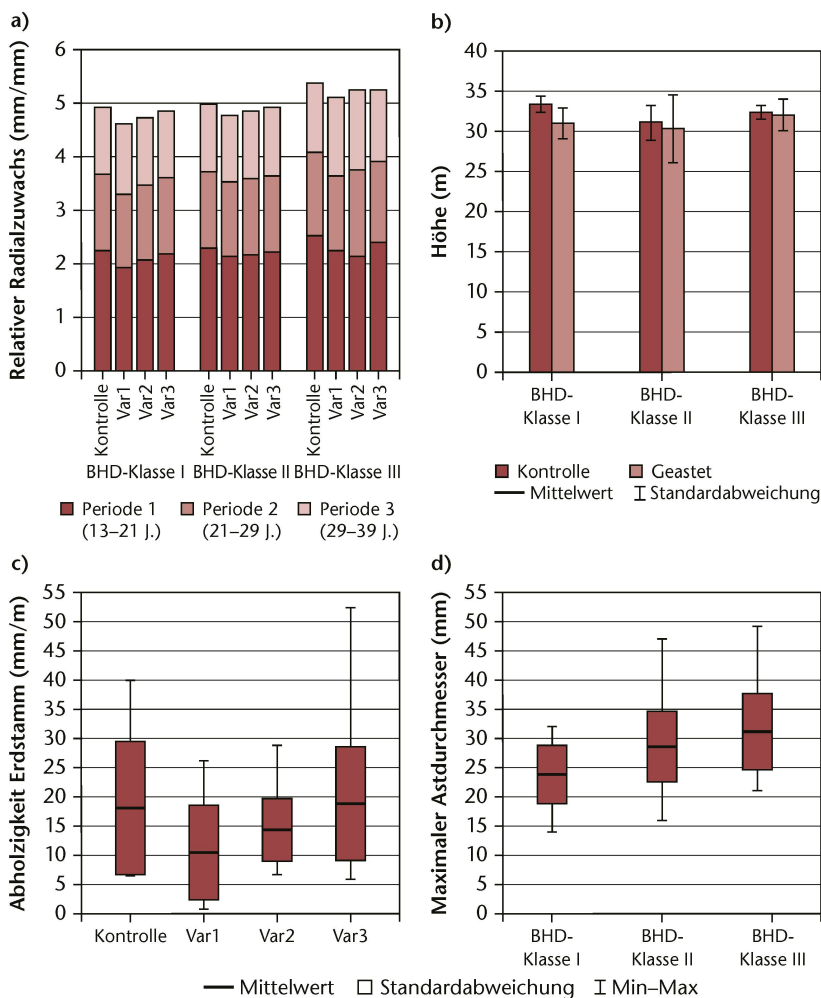


Abb 4 a) Relativer periodischer Radialzuwachs (Mittelwerte), b) Baumhöhe im Alter 39, c) Abholzigkeit des Erdstamms und d) maximaler Astdurchmesser in ± 5 m-Quirlhöhe, nach Versuchsgruppen (ungeastete Kontrolle, Var1: Astungshöhe 60%, Var2: Astungshöhe 40%, Var3: Astungshöhe 20%, jeweils bezogen auf die zum Zeitpunkt der Astung gemessene Höhe eines Probebaums), abhängig von der BHD-Klasse (bei Messbeginn).

Versuchsgruppe	Anzahl Äste		
	BHD-Klasse I	BHD-Klasse II	BHD-Klasse III
Ungeastete Kontrolle	7	8	9
Variante 1 (Astungshöhe 60%)	8	8	9
Variante 2 (Astungshöhe 40%)	11	9	14
Variante 3 (Astungshöhe 20%)	7	7	9
Mittelwert Varianten 1–3	9	8	11

Tab 7 Astzahl im näherungsweise in 5 m Höhe gelegenen Quirl nach BHD-Klasse (bei Messbeginn) und Versuchsgruppe. BHD-Klasse I: <9 cm, BHD-Klasse II: 9–11 cm, BHD-Klasse III: >11 cm.

und den beiden anderen BHD-Klassen zu beobachten (Abbildung 4d). Der mittlere Astdurchmesser in der BHD-Klasse I beträgt 24 mm, bezogen auf einen Wertebereich von 14 bis 32 mm. Die Mittelwerte in den Klassen II und III liegen mit 29 bzw. 31 mm nahe beieinander. Minimum und Maximum betragen 17 und 47 mm bzw. 21 und 49 mm bei vergleichbarer Varianz der beiden Messreihen.

Nach der EN 1927-3:2008 sind Äste im Douglasienrundholz der Qualitätsklasse A nicht zulässig. Douglasien-Wertholz ist demnach nur durch eine

Astung zu erzielen. Der metrische B/C-Grenzwert entspricht einem Astdurchmesser von 40 mm. Alle Erdstämme der BHD-Klasse I weisen geringere Aststärken auf und wären somit auf der Basis der EN 1927-3:2008 in Qualitätsklasse B zu sortieren. Der Stammzahlanteil, der in den BHD-Klassen II und III den B/C-Grenzwert überschreitet, ist mit 5 bzw. 4% marginal. Allerdings ist die europäische Norm bezüglich tolerierbarer Aststärken optimistisch, und die nationale Vereinbarung (RVR) geht mit einem B/C-Grenzwert von 50 mm sogar noch darüber hinaus. In der norddeutschen Sortierpraxis wird nämlich Douglasien-Stammholz ab Aststärken von 20 mm mit deutlichen Preisabschlägen bewertet.

Die Astzahl hat ebenfalls eine praktische Bedeutung als Sortierkriterium für Douglasienrundholz, jedoch ohne normative Vorgaben. Ein biologisch plausibler Zusammenhang zwischen der Anzahl der Äste je Quirl und den in die ALM-Analyse aufgenommenen faktoriellen Variablen wurde von vornherein ausgeschlossen. Verschiedene Autoren gehen davon aus, dass die Astzahl bei der Douglasie durch die genetische Veranlagung und die spezifische Konkurrenzsituation bestimmt wird (z.B. Schober et al 1984). Im Versuch weichen die Astzahlen ungeasteter und geasteter Douglasien, differenziert nach BHD-Klassen, nur sehr wenig voneinander ab (Tabelle 7). Schober et al (1984) geben Mittelwerte von 11 bis 13 Ästen je Quirl als Ergebnis einer Untersuchung nordamerikanischer Douglasien-Provenienzen an. Im Vergleich dazu zählt die vorliegende Darrington-Herkunft mit einer mittleren Anzahl von 8 Ästen zu den qualitativ besseren Provenienzen.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf einem geringen Stichprobenumfang und auf nur einem Versuchsstandort. Sie sind daher nur eingeschränkt auf andere Bestandes- und Standortverhältnisse übertragbar. Andererseits erlaubte der geringe Stichprobenumfang ein intensives Messprogramm, das zu einer breiten baumspezifischen Datenbasis führte.

Mögliche Standortunterschiede zwischen den Versuchsfeldern konnten statistisch nicht nachgewiesen werden. Mithilfe eines allgemeinen linearen Regressionsmodells wurden signifikante Effekte auf die Ausprägung der Prüfmerkmale herausgearbeitet. Bis zu einer Bestandesoberhöhe von 16 m wurden die Probebäume freigestellt und konnten sich so kronenspannungsarm entwickeln. Die Aufnahme des Konkurrenzindex C66 als Kovariable führte zu einer Modellverbesserung, aber der Effekt auf die Zielgrößen war in den Modellschätzungen nicht signifikant. Das lässt den Schluss zu, dass auch die spätere Auslesedurchforstung zu einem kronenspannungsarmen Wachstum der Probebäume geführt hat. Die

Astung hatte einen signifikanten Einfluss auf den Radialzuwachs und auf die Abholzigkeit des Erdstamms, nicht jedoch auf das Höhenwachstum und auf die Entwicklung der Astdurchmesser. Grünastungen trugen zur Ausprägung vollholzigerer Douglasien auf den untersten fünf Metern bei. Diesem positiven Effekt stehen moderate Zuwachsverluste durch eine Reduktion des Radialzuwachses gegenüber. Es ist möglich, dass sich die bis Alter 39 beobachteten Unterschiede bezüglich der Abholzigkeit bis zum Erreichen des Zieldurchmessers, der auf dem zugrunde liegenden leistungsfähigen Standort mindestens 80 cm betragen sollte, wieder egalisieren.

Die Ergebnisse der Studie stimmen weitgehend mit früheren Untersuchungen zu den Auswirkungen der Astung auf das Wachstum der Douglasie überein: In einem stark (erst-)durchforsteten Douglasienbestand erster Bonität (Schober 1956) in Südwest-England wurden 14-jährige Bäume geastet, sodass rund 70% der Krone verblieben. Im ersten und zweiten Jahr nach der Massnahme war der Durchmesserzuwachs gegenüber den ungeasteten Kontrollbäumen signifikant reduziert, und zwar um 21 bzw. 10%. Die Astung hatte keinen Einfluss auf den Höhenzuwachs (Lehtpere 1957; vgl. dazu Henman 1963). Zwei Astungsversuche mit 18- und 28-jährigen Douglasien in Washington (USA) führten zu dem Ergebnis, dass eine sehr starke Kronenverkürzung um 75% zu einer signifikanten Reduktion des Durchmesser- und auch des Höhenzuwachses führten. Die Variante, bei der lediglich 25% der Krone entnommen wurden, hatte dagegen eine geringe, wenn auch nicht gesicherte Durchmesser- und Höhenzuwachssteigerung zur Folge (Stein 1955, Staebler 1963, 1964), die dadurch erklärbar ist, dass in höher bestockten Beständen die Energiebilanz der Kohlenstoffveratmung in der unteren Krone aufgrund des Lichtmangels defizitär ist.

Nur geastete Douglasien genügen den Anforderungen europäischer und nationaler Sortiervorschriften an Wertholz. Trockenastungen führen gegenüber frühzeitig beginnenden Grünastungen bei gleichem unterstellten Zieldurchmesser zu geringeren astfreien Holzanteilen, da der Zwang besteht, abzuwarten, bis die Äste abgestorben sind. Mit Blick auf die Ausbeute an astfreiem Holz und auf die Überwallungszeiträume wurden von Schmidt et al (2001) Entscheidungshilfen zur Wertastung der Douglasie veröffentlicht. Sie empfehlen, in Beständen mit günstiger Aststärkenentwicklung bei einer Oberhöhe von etwa 10 m die Z-Bäume auf 5 m aufzuasten, in Beständen mit ungünstiger Aststärkenentwicklung jedoch schon bei Oberhöhen von etwa 8 m eine Reichhöhenastung durchzuführen. Die Festlegung der Baumkollektive für die Aufastung in grössere Höhen richtet sich nach der Einzelbaumvitalität und der Bonität der Bestände. Schmidt et al (2001) sehen unter wirtschaftlichem Aspekt maximal 80 Douglasien

pro Hektare für eine Hochastung auf 10.5 m vor, eine Empfehlung, die in der norddeutschen Waldbaupraxis umgesetzt wird. ■

Eingereicht: 28. September 2018, akzeptiert (mit Review): 1. April 2019

Dank

Ich danke Eberhardt Guba, Leiter der Revierförsterei Harpstedt, für die Organisation der Maschineneinsätze im Rahmen der Astungsmassnahmen. Mein Dank gilt auch Ulrich Wilke, Forstwirtschaftsmeister im Niedersächsischen Forstamt Ahlhorn, der die Astungen über die gesamte Versuchsdauer durchgeführt hat.

Literatur

- ASSMANN E (1961) Waldertragskunde. München: BLV. 490 p.
- BERGEL D (1985) Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland. In: Schober R, editor (1987) Ertragstafeln wichtiger Baumarten. Frankfurt a.M.: Sauerländer, 4 ed. pp. 80–85.
- BERGEL D (1987) Massentafeln für Nordwestdeutschland. Teil 3: Douglasie, Fichte, Kiefer, Europäische Lärche. Göttingen: Niedersächsische Forstl Versuchsanstalt.
- DFWR, DHWR (2015) Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR). Berlin: Deutscher Forstwirtschaftsrat, Deutscher Holzwirtschaftsrat, 2 ed. 56 p.
- GAUER J, KROIHER F, EDITORS (2012) Waldökologische Naturräume Deutschlands – forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke. Braunschweig: Bundesforschungsinstitut für ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI), Sonderheft 359. 39 p.
- HANDLER M, JAKOBSEN B (1986) Nyere Danske Planteafstandsforsøg med Rødgran. Forstl Forsøgsv Danm 40: 359–442.
- HAPLA F (1986) Beeinflussen unterschiedliche Durchforstungsmassnahmen die Holzeigenschaften der Douglasie? Forstarchiv 57: 99–104.
- HENMAN DW (1963) Pruning conifers for the production of quality timber. Edinburgh: Forestry Commission, For Comm Bull 35. 55 p.
- HERNANDEZ GT, ALONSO GV, PUERTO ARRIBAS G, JENKINSON G (1993) Screening Douglas-fir for rapid early growth in common-garden tests in Spain. Albany: Forest Service, Pacific Southwest Research Station, General Technical Report 146. 51 p.
- HESSISCHE FORSTEINRICHTUNGSANSTALT, EDITOR (1991) Hilfstafeln für die Waldaufnahme. Giessen: Hessische Forsteinrichtungsanstalt. 92 p.
- JOHANN K (1993) DESER-Norm 1993. Normen der Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten zur Aufbereitung von waldwachstumskundlichen Dauerversuchen. Proc DVFFA, Sektion Ertragskunde, Unterreichenbach-Kapfenhardt. pp. 96–104.
- KLÄDTKE J, YUE C (1997) Wachstumsreaktionen bei Fichte nach Grünastung. AFZ/Der Wald 52: 145–148.
- KRAMER H, DONG PH, RUSACK HJ (1971) Untersuchungen der Baumqualität in weitständig begründeten Fichtenbeständen. Allg Forst- Jagdztg 142: 33–46.
- LAPPI J (1991) Calibration of height and volume equations with random parameters. For Sci 37: 781–801.
- LAPPI J (1997) A longitudinal analysis of height/diameter-curves. For Sci 43: 555–570.
- LEHTPERE R (1957) The influence of high pruning on the growth of Douglas fir. Forestry 30: 9–20.

- LI M, UEHRE P, MATSCHKE J (2001) Dickenzuwachs und Stammform von jungen Bäumen in Abhängigkeit von Entastungsintensitäten. *Schweiz Z Forstwes* 152: 389–393. doi: 10.3188/ szf.2001.0389
- MÄKINEN H, VERKASALO E, TUIMALA A (2014) Effects of pruning in Norway spruce on tree growth and grading of sawn boards in Finland. *Forestry* 87: 417–424.
- MØLLER CM (1960) The influence of pruning on the growth of conifers. *Forestry* 33: 37–53.
- NAGEL J (1999) Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. Frankfurt a.M.: Sauerländer, Schriften Forstl Fakultät Univ Göttingen 128. 122 p.
- NAGEL J (2015) Ableitung der absoluten Oberhöhenbonität im Alter 100: Douglasie. Göttingen: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, unveröffentlicht.
- NAGEL J, DUDA H, HANSEN J (2006) Forest simulator BWinPro 7. *Forst Holz* 61: 427–429.
- NIEDERSÄCHSISCHE LANDESFORSTEN, EDITOR (2005) Merkblatt Wertästung. Braunschweig: Niedersächsische Landesforsten. 20 p.
- O'HARA KL (1991) A biological justification for pruning in coastal Douglas-fir stands. *West J Appl For* 6: 59–63.
- PINKARD EA, BEADLE CL (2000) A physiological approach to pruning. *Int For Rev* 2: 295–305.
- SCHMIDT M, SPELLMANN H, NAGEL J (2001) Waldwachstumskundliche Entscheidungshilfen zur Ästung der Douglasie. *Allg Forst- Jagdztg* 172: 126–136.
- SCHOBER R (1956) Ertragstafel für Douglasie. In: Schober R, Wiedemann E (1956) Ertragstafeln wichtiger Holzarten. Hannover: Schaper. 179 p.
- SCHOBER R, KLEINSCHMIT J, SVOLBA J (1984) Ergebnisse des Douglasien-Provenienzversuches von 1958 in Nordwestdeutschland, Teil II. *Allg Forst- Jagdztg* 155: 53–80.
- STAEBLER GR (1963) Growth along the stems of full-crowned Douglas-fir trees after pruning to specified heights. *J For* 61: 124–127.
- STAEBLER GR (1964) Height and diameter growths for four years following pruning of Douglas-fir. *J For* 62: 406–408.
- STATSOFT, EDITOR (2001) STATISTICA for Windows (Vol. 1). General Conventions and Statistics I. Tulsa: StatSoft, 2 ed. 1877 p.
- STEIN WJ (1955) Pruning to different heights in young Douglas-fir. *J For* 53: 352–355.
- WEISSENBACHER L (2008) Herkunftswahl bei Douglasie – der Schlüssel für einen erfolgreichen Anbau. In: Lackner C, editor. Douglasie – Baumart mit Zukunft. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald, Praxisinformation 16. pp. 3–5.
- WENSEL LC, BIGING GS (1988) The CACTOS system for individual tree growth simulation in the mixed-conifer forests of California. In: Ek AR, Shifley SR, Burk TE, editors. Forest growth modeling and prediction. Minneapolis: North Central Forest Experiment Station, General Technical Report 120. pp. 175–183.

Impact de l'élagage artificiel sur la croissance du sapin de douglas: résultats du nord-ouest de l'Allemagne

En raison de son élagage naturel insuffisant, un élagage artificiel du sapin de douglas est obligatoire pour la production de bois de qualité. L'élagage des branches vivantes augmente considérablement le pourcentage du volume sans nœud du corps en bois. Le critère de la quantité de nœuds, cruciale au triage par qualités de bois, perd en importance en raison de l'élagage artificiel des porteurs de valeur parmi les douglas. En 1980, un essai avec des douglas âgés de 3 ans a été mis en place dans le district forestier d'Ahlhorn (Basse-Saxe, Allemagne), afin d'étudier l'influence de l'élagage des branches vivantes sur la croissance des arbres. Le matériel examiné contient 93 arbres dont l'élagage commença à une hauteur d'arbres située entre 6 et 8 mètres, ainsi que sur un groupe de contrôle de 9 douglas non élagués. L'élagage se fit périodiquement jusqu'à 20, 40 et 60% de la hauteur des arbres. En effet, seule dans la variante avec une hauteur d'élagage de 60%, des branches vivantes ont été coupées à chaque mesure. À l'aide d'un modèle de régression linéaire multivarié, les effets de l'élagage sur le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), la hauteur des arbres, la conicité de la tige, et le diamètre maximal des branches ont été étudiés de manière approximative à une hauteur de 5 m, jusqu'à l'âge de 39 ans. L'élagage des branches vivantes avait une influence significative sur la croissance radiale périodique et sur la répartition de la conicité de la tige, mais pas sur la croissance en hauteur des arbres échantillonnés et sur le diamètre des branches. L'élagage des branches vivantes a réduit faiblement la croissance radiale et a eu un effet positif sur la conicité de la tige. Les résultats de cette étude sont globalement conformes aux études précédentes sur les effets de l'élagage artificiel sur la croissance du douglas.

Effects of pruning on the growth of Douglas-fir: findings from northwestern Germany

Owing to Douglas-firs' insufficient self-pruning ability, for the production of high-grade wood, manual pruning is mandatory. Pruning of live branches increases the branch-free tree volume considerably. Branchiness is important for grading wood quality, but with pruning this detrimental characteristic loses its significance for the value of the Douglas-fir asset. In 1980, trials were conducted in the forest district of Ahlhorn (Lower Saxony, Germany) with three-year-old Douglas-firs to test the effects of live pruning on tree growth. The sample material consists of 93 trees which were periodically pruned beginning from a height of 6 to 8 m up to 20, 40 and 60% of tree height, as well as of 9 Douglas-firs of the unpruned control group. However, only specimens with a pruning height of 60% had live branches removed at each pruning. By means of a multivariate linear regression model the effects of pruning on the dependent variates diameter at breast height (dbh), tree height, stem taper of the butt log and maximum branch diameter approximately at a whorl's height of 5 m were studied up to the age of 39 years. Pruning of live branches had a significant effect on periodic radial growth as well as on bottom log allocation, though not on tree height or branch diameter. Live prune led to moderate reduction of radial increment and had a positive effect on stem taper. The results of the study largely agree with earlier studies on the effects of pruning on Douglas-fir growth.