

# Douglasienholz aus deutschem Anbau

Wissenschaftler des Hamburger Thünen-Instituts und der Freiburger FVA B-W untersuchen Qualität deutscher Douglasien

Von Uwe Schmitt\*, Johannes Welling\*, Gerald Koch\*, Eckhard Melcher\*, Jan-Henning Blohm\*, Ulrich Kohnle\*\*, Franka Brüchert\*\* und Udo Hans Sauter\*\*

Die in Nordamerika beheimatete Douglasie bildet sehr hochwertiges Kernholz, das vielseitig eingesetzt werden kann. Insbesondere für den Einsatz im Außenbereich wird die Qualität dieses Holzes auch in Europa geschätzt, woraus Bestrebungen entstanden, diese Baumart auf ihre Eignung zur Anpflanzung vor allem in Mitteleuropa zu prüfen. In den frühen 1970er-Jahren beschlossen deshalb einige Bundesländer, einen nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten angelegten Großversuch zur waldbaulichen Optimierung von Douglasien-Anpflanzungen durchzuführen. In der vorliegenden Arbeit wurden die biologischen und technologischen Eigenschaften des Holzes im Mittel 42 Jahre alter Bäume aus Baden-Württemberg untersucht. Die Ergebnisse ermöglichen eine bessere Einschätzung der Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen auf die Holzqualität.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) liegt im Westen Nordamerikas. Bei dieser Baumart werden zwei populationsgenetisch voneinander abweichende Formen unterschieden, die nach ihren Hauptvorkommensgebieten als Küsten- bzw. Inlands-Douglasien bezeichnet werden. Beide wachsen in Waldgesellschaften mit Westlicher Hemlocktanne, Küstentanne, Küstenmammutbaum und Zucker-Kiefer. Für den Anbau in Mitteleuropa hat sich die Küsten-Douglasie bewährt, die aus dem pazifischen Nordwesten stammt und in der westkanadischen Provinz Britisch-Kolumbien sowie den US-Bundesstaaten Oregon, Washington und Kalifornien natürlich beheimatet ist.

Die sehr gute Holzqualität der Douglasie bei gleichzeitig leichter Verarbeitbarkeit machten sie in Nordamerika zu

\* Thünen-Institut für Holzforschung, Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg

\*\* Forstliche Forschungs- und Versuchsanstalt Baden-Württemberg, Wonnhaldestr. 4, 79100 Freiburg

Die Autoren danken Dr. Robert Evans (SilviScan Pty Ltd. Melbourne/Australien) für die Messungen der histologisch-anatomischen Parameter. Das Projekt wurde durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe/FNR gefördert (Projekt-Kennzeichen 22037111/22037211).

einer vielseitig eingesetzten Baumart, beispielsweise im konstruktiven Holzbau, im dekorativen Innenausbau sowie in der Außenanwendung, wenn eine hohe Dauerhaftigkeit gefordert ist. Zudem ermöglichen die vor allem in der Vergangenheit verfügbaren großen Dimensionen besondere Anwendungen im konstruktiven Holzbau.

In Europa wurde im frühen 19. Jahrhundert begonnen, die schnellwüchsige Douglasie als Ergänzung zu einheimischen Koniferen versuchsweise und vorwiegend als Einzelpflanzungen in Gärten und Parks einzuführen. Zum Ausgang des 19. Jahrhunderts erfolgten u. a. in Deutschland ausgedehntere Versuchspflanzungen, beispielsweise im Forstamt Bad Herrenalb/Nordschwarzwald (Weidenbach 1980) und in mehreren Gebieten der damaligen ‚Preußischen Staatsforsten‘ (Danckelmann 1884). In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts kamen weitere Anbauversuche in Deutschland hinzu, die prinzipiell die Anbauwürdigkeit der Douglasie bestätigten (Übersicht in: Weller und Jansen 2017). Eine umfangreiche Douglasien-Provenienzversuchsserie startete in den 1950er-Jahren auf Initiative von Schober/Göttingen (Details in: Weller 2012). In den 1970er-Jahren kam es unter Koordination des internationalen Verbandes forstlicher Forschungsanstalten (Iufro) europaweit zur Ein-

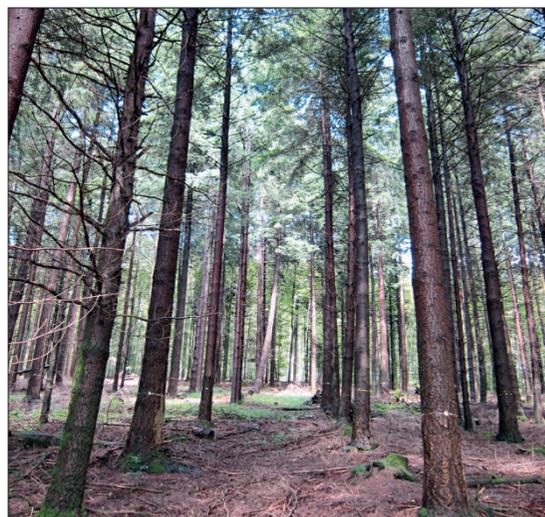


Abbildung 1 Douglasien-Versuchsfläche in Kändern im Südschwarzwald: Baumalter etwa 50 Jahre, Oberhöhe 45 m, Vorrat 500 Vfm/ha, 250 Bäume/ha Foto: Schmitt

richtung einer weiteren, noch umfangreicheren Versuchsserie mit Vergleichsanbauten verschiedener Douglasien-Herkünfte. Außerdem wurde 1971 auf Initiative von Abetz (1971) der koordinierte Standraumversuch mit einheitlichem Saatgut angelegt (Details s.u.), aus dem die Versuchsbäume für die vorgestellte Untersuchung stammen.

Heute nimmt Deutschland im europaweiten Vergleich laut dritter Bundeswaldinventur von 2012 (Thünen-Institut 2014) mit 217 000 ha Douglasien-Anbaufläche hinter Frankreich den zweiten Platz ein. Innerhalb Deutschlands ist Rheinland-Pfalz das Bundesland mit der sowohl absolut (51 718 ha) als auch relativ (6,4 % der Waldfläche) größten Douglasien-Anbaufläche, flächenmäßig gefolgt von Baden-Württemberg (45 928 ha; 3,3 %), Hessen (30 335 ha; 3,6 %) und Niedersachsen (27 464 ha; 2,4 %). Die dritte Bundeswaldinventur zeigt zudem, dass die Douglasie deutschlandweit zu etwa je einem Drittel im Staatswald der Länder (35 %), im Körperschaftswald (33 %) und im Privatwald (32 %) stockt.

## Koordinierter Standraumversuch in Baden-Württemberg

In der frühen zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde forstlicherseits intensiv über den weiteren Anbau und die Behandlung der Douglasie diskutiert. Vor diesem Hintergrund schlug Abetz (1971) den forstlichen Versuchsanstalten einen gemeinschaftlichen Standraumversuch vor, der in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen realisiert wurde (Kenk und Weise 1983, Spellmann und Nagel 1989, Klädtke et al. 2012).

Der Schwerpunkt der Versuche liegt mit acht Versuchsanlagen und insgesamt 78 Feldern in Baden-Württemberg (Abbildung 1). Der Standraumversuch zeichnet sich durch folgende Besonderheiten aus, weshalb diese Douglasien für wissenschaftliche Untersuchungen besonders geeignet sind:

- ◆ Homogenität des Pflanzmaterials: Ausschließlich Verwendung homogener Pflanzmaterials der kontrollierten Saatgut-Sonderherkunft „Südbaden“ (genetische Homogenität). Die Sämlinge wurden in einheitlichem Verband verschult, außerdem wurden 35 % der kleinsten und 15 % der größten Pflanzen aussortiert und von der Pflanzung ausgeschlossen (homogene Vitalität).

- ◆ Breite Palette der Standorts-Leistungskraft

Breite Spanne von Standorten unterschiedlicher naturräumlich bedingter Wuchskraft. Ausgedrückt in forstlichen Höhenbonitäten liegt die von den Versuchsfeldern repräsentierte Spanne der Höhenwuchsleistung zwischen 30 und 40 m im Alter von 50 Jahren.

- ◆ Kontrastreiche Standraumkonstellationen

Um die Entwicklung bei sehr unterschiedlichen Standraumkonstellationen beobachten zu können, wurden definierte Pflanzungen angelegt, die hinsichtlich der Ausgangsbauzahl mit 500, 1000, 2000 oder 4000 Douglasien je ha stark kontrastieren.

Im bisherigen Versuchsverlauf erfolgten quantifizierte Z-Baum-orientierte Auslesedurchforstungen, deren Beginn und Eingriffsstärke sich auf der Basis einer einheitlichen Baumzahl-Leitkurve (BLK) feldspezifisch ergaben. Die BLK gibt für eine bestimmte Bestandeshöhe eine definierte Bestandesdichte vor. Überschreitet die Dichte eines konkreten Bestandes den Zielwert der BLK, wird die Bestandesdichte bei der nächsten Durchforstung auf den Soll-Wert der Kurve reduziert. Dabei erfolgen die Durchforstungen in Intervallen von 3 m Höhenzuwachs aufeinander. Aus der Kombination von Standorten unterschiedlicher Leistungskraft in Verbindung mit stark kontrastierenden Ausgangsbauzahlen und oberhöhensteuerten Durchforstungen haben sich Bäume entwickelt, die sich hinsichtlich der Geschwindigkeit des Durchmesserwachstums erheblich unterscheiden. Hierdurch lassen sich beispielsweise systematische Vergleiche durchführen zwischen dem Holz von Douglasien, die rasch und in längeren Phasen unter weitgehendem Ausschluss nachbarlicher Konkurrenz erwachsen sind (breite Jahrringe), und langsamer wüchsigen Bäumen, die unter starkem Konkurrenzdruck standen (enge Jahrringe).

## Versuchsbäume

Es standen insgesamt 20 Bäume von vier Versuchsfeldern in Baden-Württemberg für die Untersuchung zur Verfügung, welche in jeweils fünf Stammabschnitte eingeteilt wurden [3,8 m Abschnittslänge (Erdstammabschnitt von Stock bis 3,8 m), anschließend vier Abschnitte je 5 m Länge]. Alle Stammabschnitte wurden mittels röntgenbasierter Computertomografie untersucht, um die Auswirkung der Wuchsdynamik auf die innere Struktur des Stammholzes (Kernholzentwicklung, innere Astig-

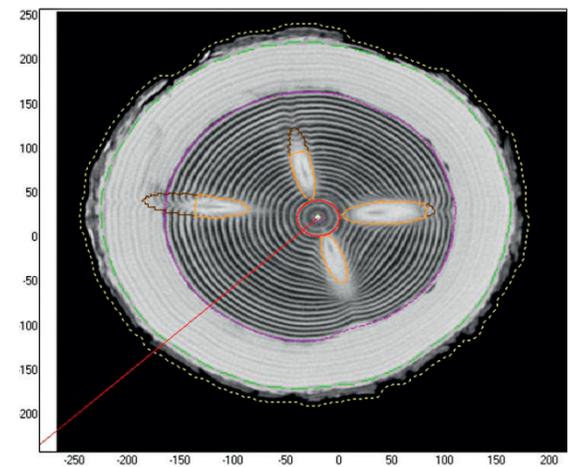


Abbildung 2 Rekonstruktion eines Stammquerschnitts aus computertomografischen Scans. Automatisierte Erkennung der inneren Stammstruktur: grün – Grenze Rinde-Holz, magenta – Grenze Splintholz-Kernholz, hellbraun/schwarz – Kontur des Asts (verwachsen bzw. potenzieller Totast).

keit) zu klären. Ein 2 m langes Stammsegment wurde aus dem Erdstammabschnitt oberhalb von 1,3 m entnommen und diente als Ausgangsmaterial für Strukturuntersuchungen, für die Ermittlungen ausgewählter mechanischer Eigenschaften und für Dauerhaftigkeitsprüfungen nach DIN.

Jeder der 20 Versuchsbäume war einer von fünf definierten Klassen unterschiedlicher Wachstumsdynamik zugeordnet, die sich nach folgenden Wuchsgängen unterschieden:

- ◆ L – langsam (Abb. 2a): Jugendphase langsam, Qualifizierungsphase langsam, Brusthöhendurchmesser (BHD) <40 cm

- ◆ BHD 40 – Brusthöhendurchmesser 40 cm: Jugendphase und Qualifizierungsphase gebremst mit erreichtem BHD von etwa 40 cm

- ◆ LS – langsam/schnell: Jugendphase langsam, Qualifizierungsphase schnell, BHD zwischen 48 und 51 cm

- ◆ SL – schnell/langsam: Jugendphase schnell, Qualifizierungsphase langsam, BHD zwischen 49 und 52 cm

- ◆ S – schnell (Abb. 2b): Jugendphase schnell, Qualifizierungsphase schnell, BHD zwischen 57 und 61 cm

Die Bewertung der Douglasie hinsichtlich einer waldbaulichen Steuerbarkeit der Holzqualität kann auf mehreren Betrachtungsebenen erfolgen: Stammholzgüte, Schnittholzmerkmale oder holztechnologische Eigenschaften. Im Folgenden soll die Holzqualität anhand ausgewählter technologischer Eigenschaften im untersten Stammsegment (als Referenzhöhe gilt der BHD bei 1,3 m) betrachtet werden.

## Kernholzanteil

Je nach Wuchsdynamik variierte der mittlere Kernholzanteil im untersten Stammsegment zwischen  $39 \pm 3\%$  und  $47 \pm 4\%$ , was auf eine ähnliche zeitliche Dynamik aller betrachteten Gruppen hinweist. Die Analyse aller Stammabschnitte je Baum ergab innerhalb jeder Gruppe eine stärkere Streuung als die Variation des mittleren Kernholzanteils zwischen den fünf Wuchsgruppen mit 33 bis 40 % (Abbildung 4). Dies spiegelt die altersbedingte Kernholzentstehung innerhalb des Einzelbaums wider, die der physiologischen Reifung des Holzes folgt. So fand sich in den unteren Stammsegmenten, insbesondere dem Erdstammabschnitt (Abbildung 4a) ein größerer Flächen-, beziehungsweise Volumenanteil an verkerntem Holz als in den oberen, kronennahen Stammsegmenten.

## Juveniles Holz

Junges Kambium bildet einen um die Markröhre gelegenen und von der Stammbasis bis zum Apikalmeristem reichenden Zylinder juvenilen Holzes (Nawrot et al. 2012) (Abbildung 5). Dieses unterscheidet sich durch schwan-



Abbildung 3 a) Wuchsgang „L“, langsamer Wuchs während der Jugend- und Qualifizierungsphase, Stammscheibe mit Brusthöhendurchmesser deutlich kleiner 40 cm. b) Wuchsgang „S“, schneller Wuchs während der Jugend- und Qualifizierungsphase, Stammscheibe mit Brusthöhendurchmesser deutlich größer 40 cm. Foto: C. Waitkus/Thünen-Institut

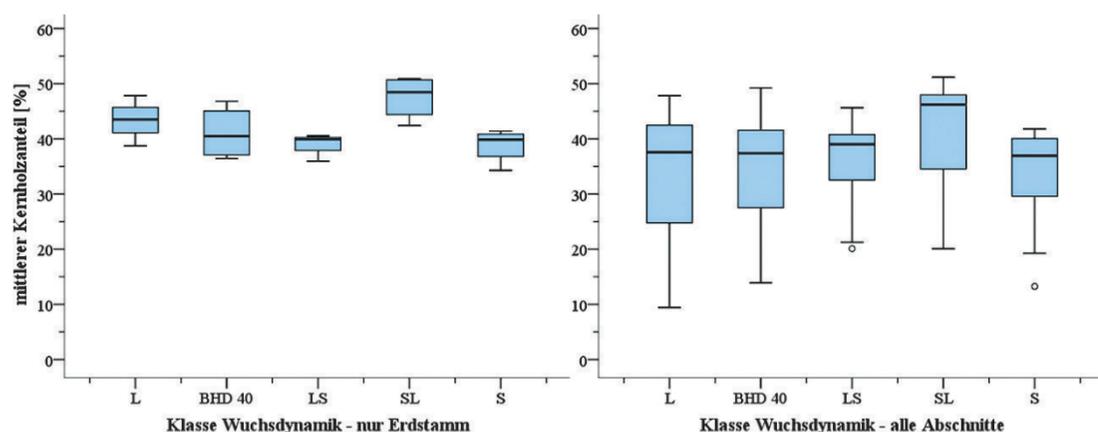


Abbildung 4 Variation des mittleren Kernholzanteils im Erdstammabschnitt (links) und gemittelt über alle Stammabschnitte in den betrachteten Wuchsgängen (rechts); Stichprobenumfang: je 4 Bäume je Klasse; 4 bzw. 5 Abschnitte je Baum. Wuchsgänge: L – langsam, BHD 40 – Brusthöhendurchmesser 40 cm, LS – langsam/schnell, SL – schnell/langsam, S – schnell.

## Douglasienholz aus deutschem Anbau

Fortsetzung von Seite 733

kende und für fast alle Verwendungen ungünstigere Eigenschaften vom markfernen, ab einem kambialen Alter von ungefähr 20 Jahren gebildeten adulten Holz (Walker und Nakada 1999). Das kambiale Alter eines Baumes entspricht dabei der Zeit von der ersten kambialen Zellteilung bis zum Betrachtungszeitpunkt.

Anhand der Verläufe jahringweise von der Markröhre zum Kambium gemessener anatomischer Merkmale lässt sich die Grenze zwischen juvenilem und adultem Holz identifizieren. Dazu wurden von allen Versuchsbäumen radiale Profile der Mikrofibrillenwinkel, Spätholzanteile, Zellwanddicken und Rohdichtewerte in Brusthöhe aufgenommen. Das für die Untersuchungen verwendete „Silvi Scan-3“ der Silviscan Pty Ltd. Melbourne (Australien) ist ein automatisiertes Analyse-System, das mittels kombinierter mikroskopischer Bildanalyse, Röntgen-Diffraktometrie und -Densitometrie bei einer Auflösung von 25 µm misst.

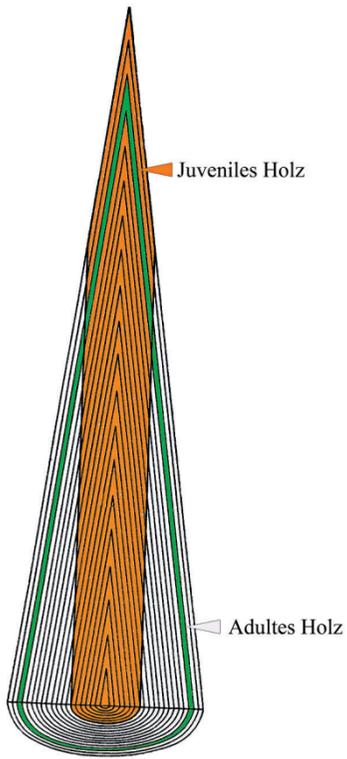


Abbildung 5 Vereinfachte Darstellung juvenilen (orange) und adulten Holzes. Innerhalb eines Jahringes (grün) findet sich juveniles und adultes Holz. Nach Rendle (1959).

Die radialen Profile wurden anschließend mittels segmentierter linearer Regression (broken stick regression) zu einer Funktion vereinfacht, deren Knick den Beginn der Bildung adulten Holzes markiert (Abdel-Gadir und Kraher 1993) (Abbildung 6).

Für das Merkmal Rohdichte ergab die Analyse eine Breite der markangrenzenden juvenilen Zone von im Mittel 17 (±5) Jahringen, was beim betrachteten Rundholz einem absoluten Durchmesser des juvenilen Zylinders zwischen 11 und 34 cm für die 20 untersuchten Bäume entsprach. Mit einer an dieser Position vorgenommenen Trennung zwischen juvenilem und adultem Holz wurden mittlere Rohdichten von 483 (±71) kg/m<sup>3</sup> bzw. 533 (±64) kg/m<sup>3</sup> bestimmt. Während das Merkmal Mikrofibrillenwinkel 16 (±4) Jahringe juvenilen Holzes identifizierte, lieferte die Regression anhand der Merkmale Spätholzanteil und Tracheidenwanddicke eine Breite des juvenilen Holzes von 11 (±6) bzw. 13 (±4) Jahringen.

Je nach dem zur Identifizierung gewählten Strukturmerkmal variierte der Übergang von juvenilem zu adultem Holz um wenige Jahre, was von baumspezifischen und externen Einflüssen abhängen kann. Unter Annahme der Variante mit der breitesten juvenilen Zone, die anhand der Merkmale Mikrofibrillenwinkel und Spätholzanteil errechnet wurde, ist davon auszugehen, dass spätestens ab kambialem Alter 22 das adulte Holz beginnt. Bei dieser Altersgrenze ergeben sich dann für die un-

tersuchten Douglasien beim Alter von 42 Jahren in den fünf Wuchsgangklassen zum Zeitpunkt der Fällung ein mittlerer Durchmesseranteil an juvenilem Holz von rund 63 (±6) % bei den sehr schnell gewachsenen Bäumen (S), 74 (±5) % bei den schnell gewachsenen Douglasien des Wuchsganges SL, 59 (±8) % für den mittleren Wuchsgang LS, 69 (±3) % bei den langsam erwachsenen Douglasien (40 cm) und 74 (±6) % bei den sehr langsam gewachsenen Bäumen. Mit zunehmendem Baumalter und sukzessiver Bildung von adultem Holz verringert sich konsequenterweise der prozentuale Anteil juvenilen Holzes.

### Biegefestigkeit und Biege-Elastizitätsmodul

Die Prüfung in Anlehnung an DIN 52186:1978 ergab eine mittlere Biegefestigkeit von 85 ± 17 N/mm<sup>2</sup> und einen Biege-Elastizitätsmodul von 10500 ± 2400 N/mm<sup>2</sup> bei 13 % Holzfeuchte. Dabei stammten die fehlerfreien Kleinproben (Querschnitt 20 × 20 mm<sup>2</sup>) aus einem inneren, marknahen Bereich, der juveniles Holz repräsentierte und einem äußeren Bereich, dessen Holz durch die lineare segmentierte Regression teilweise als adult charakterisiert wurde. Somit ergeben sich die drei Kollektive inneres/juveniles, äußeres-juveniles und äußeres-adultes Holz. Mit zunehmendem radialem Abstand vom Mark nimmt die Biegefestigkeit signifikant ( $p < 0,05$ ) zu; so beträgt der Mittelwert des inneren-juvenilen Holzes 76 ± 13 N/mm<sup>2</sup> (Abbildung 4), des äußeren-juvenilen Holzes 90 ± 15 N/mm<sup>2</sup> und des adulten Holzes 102 ± 14 N/mm<sup>2</sup>. Analog unterscheiden sich auch die mittleren Biege-Elastizitätsmoduln signifikant voneinander mit rund 9100 ± 1800 N/mm<sup>2</sup> im inneren juvenilen Holz, 11400 ± 2100 N/mm<sup>2</sup> im äußeren juvenilen Holz und 13200 ± 1300 N/mm<sup>2</sup> im adulten Holz (Abbildung 7).

Die ermittelten technologischen Kennwerte für Biegefestigkeit und Biege-Elastizitätsmodul variieren ähnlich der Kennwerte rund 60-jähriger wallonischer, ein etwa 70-jähriger baden-württembergischer und bis zu 70-jähriger nordwestdeutscher Douglasien (Pollet et al. 2013, Möhler und Beyersdorfer 1987, Knigge 1958). Allerdings liegen die vorliegenden Werte unter den Kennwerten, die an Material aus der Eifel, Rheinland-Pfalz und Nordostdeutschland bestimmt wurden, bei denen jedoch auch die mittlere Rohdichte jeweils höher lag (Hapla 1986, Göhre 1958, Pechmann und Courtois 1970). Verglichen mit dem Biege-Elastizitätsmodul in England angebaute Douglasien sind insbesondere die Werte des untersuchten adulten Kernholzes höher (Bawcombe 2012).

### Natürliche Dauerhaftigkeit

In Anlehnung an DIN EN 350-1:1994 und DIN EN 113:1996/prA1:2003 wurden Untersuchungen zur Ermittlung der natürlichen Dauerhaftigkeit von Douglasien-Kernholz gegenüber Basidiomyceten durchgeführt, wozu die Braunfäuleerreger *Coniophora puteana* (Brauner Kellerschwamm), *Poria placenta* (Rosafarbener Saftporling), *Gloeophyllum trabeum* (Balkenblättling) sowie der Weißfäuleerreger *Corioliolus versicolor* (Schmetterlings-Tramete) verwendet wurden. Es wurde Holz aus zwei radialen Positionen getestet; die fehlerfreien Prüfkörper stammten zum einen aus dem fünften Jahring in Brusthöhe in Richtung des Kambiums (innere Position), zum anderen aus dem letzten Kernholzjahring in Richtung des Marks (äußere Position). Zur Bewertung der Dauerhaftigkeit des Kernholzes der Douglasie und zur Feststellung der Virulenz der Erreger umfasste die Prüfung auch nicht dauerhaftes Kiefernholz- bzw. Buchenholz. Der Masseverlust jedes Douglasien-Prüfkörpers (25 × 15 × 50 mm<sup>3</sup>) wurde in Relation zum mittleren Masseverlust der Virulenzprüfkörper gesetzt. Anhand der daraus resultierenden x-Werte sind die Dauerhaftigkeitsklassen definiert (Abbildung 8).

Den stärksten Abbau des Douglasien-Kernholzes verursachte *P. placenta*, gefolgt von *C. puteana*, *C. versicolor* und *G. trabeum*, wobei ein Trend zu höherer Dauerhaftigkeit im äußeren Kernholz deutlich erkennbar ist. Nach den vorliegenden Befunden ergaben die Abbauraten für *C. puteana*, *G. trabeum* und *C. versicolor* die Einordnung in die Dauerhaftigkeitsklassen 2 (dauerhaft) und 3 (mäßig dauerhaft), wogegen für *P. placenta* lediglich die Dauerhaftigkeitsklasse 4 (wenig dauerhaft) erreicht wurde.

Gemäß der relevanten Normen ist für die Dauerhaftigkeitsklassifizierung stets der Prüfpilz zugrunde zu legen, der den höchsten Masseverlust (DIN CEN/TS 15083-1:2005) hervorruft bzw. den höchsten x-Wert erhält (DIN EN 350-1:1994). Dementsprechend ist das geprüfte Douglasien-Kernholz der Dauerhaftigkeitsklasse 4 (wenig dauerhaft) zuzuordnen, unabhängig davon, dass die drei anderen Prüfpilze geringere Schäden hervorriefen.

### Innere Astigkeit

Das Volumen der durch Computertomografie im Stamminnenen ermittelten umschlossenen Äste spiegelt das Wachstum der Krone direkt durch Aststärke und Anzahl von Ästen wider. Das absolute Astvolumen stieg mit zunehmender Wuchsdynamik deutlich an. Dies zeigte sich sowohl in den Erdstammabschnitten als auch gemittelt über alle Stammabschnitte (Abbildung 9). Der prozentuale Anteil des Astvolumens in Bezug zum Stammvolumen in den unteren, geasteten Stammabschnitten blieb jedoch mit vergleichsweise breiter Streuung konstant, während sich bei der Beurteilung des gesamten Stammholzes die deutliche Tendenz zu nicht nur absolut, sondern auch relativ mehr Astholz je Abschnitt zeigte. Mit zunehmender Astdimension vermindert sich jedoch die Eignung von Douglasienholz für hochwertige konstruktive Verwendungen.

### Fazit

Repräsentativ für die vorherrschende Altersklasse in Deutschland wachsender Douglasie wurde ein weites Spektrum etwa 42-jähriger Douglasien aus dem koordinierten Standraumversuch eingehend untersucht und charakterisiert. Neben der Bestimmung des Kernholzanteils und des Astvolumens erfolgten an fehlerfreien Kleinproben Normprüfungen zu Biegefestigkeit und Biege-Elastizitätsmodul sowie natürlicher Dauerhaftigkeit. Zusätzlich wurde anhand radialer Profile mithilfe anatomisch-histologischer Parameter der Übergang vom juvenilen zum adulten Holz ermittelt, der in Brusthöhe spätestens ab einem kambialem Alter von 22 Jahren vollzogen war. Ein Vergleich der prozentualen Anteile juvenilen Holzes unterschiedlicher Wuchsdynamik deutet darauf hin, dass ein langsames Wachstum die Bildung adulten Holzes begünstigt. Juveniles Holz zeigt gegenüber adultem Holz niedrigere technologische Kennwerte.

Die Unterschiede zwischen Biegefestigkeit und Biege-Elastizitätsmodul fehlerfreier Kleinproben juvenilen und adulten Holzes betragen 21 % bzw. 24 %. In Laborprüfungen der natürlichen Dauerhaftigkeit wurden für *P. placenta* die größten Masseverluste und damit auch x-Werte berechnet, wodurch sich die Dauerhaftigkeitsklasse 4 (wenig dauerhaft) ergibt. Damit liegt die Dauerhaftigkeit des untersuchten Holzes zwar etwas unterhalb der in DIN EN 350-2:1994 mit 3–4 angegebenen Dauerhaftigkeitsklasse, dafür aber mit Dauerhaftigkeitsklasse 3–5 genau im nach DIN EN 350:2016 neuen Klassifizierungssystem für die Dauerhaftigkeit gegenüber Basidiomyceten.

Insgesamt ergänzt das vorliegende Material aus dem koordinierten Douglasien-Standraumversuch die Datenbasis zur Variationsbreite der technologischen Kennwerte der Douglasie aus deutschem Anbau hinsichtlich Biegefestigkeit, Biege-Elastizitätsmodul und natürlicher Dauerhaftigkeit. Mit der Douglasie aus nordamerikanischer Herkunft kann sie hinsichtlich Festigkeit und Elastizität messen, bleibt jedoch in der Dauerhaftigkeit zurück (Ta-

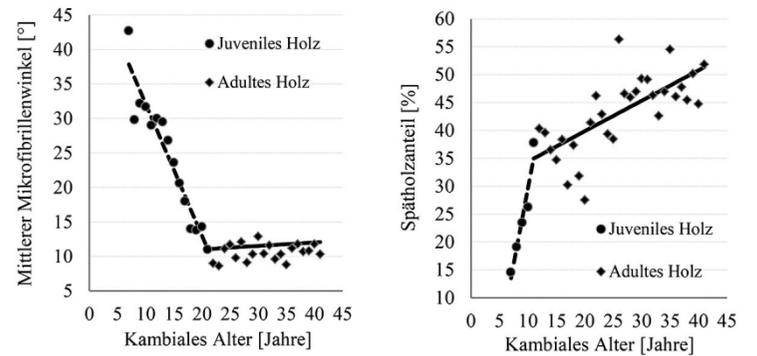


Abbildung 6 Identifizierung juvenilen Holzes mittels segmentierter linearer Regression anhand der Merkmale mittlerer Mikrofibrillenwinkel [°] (links,  $R^2 = 95\%$ ) und Spätholzanteil [%] (rechts,  $R^2 = 77\%$ ) mit kambialem Alter [Jahre]. Für denselben Bohrkern aus Brusthöhe identifizieren die Merkmale 20 (Mikrofibrillenwinkel) bzw. 5 (Spätholzanteil) Jahringe juvenilen Holzes, die Bildung adulten Holzes beginnt in dieser Stammhöhe bei kambialem Alter 22 bzw. 12.

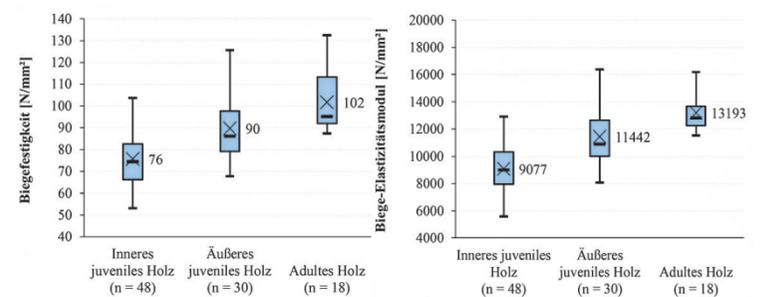


Abbildung 7 Biegefestigkeiten [N/mm<sup>2</sup>] (links) und Biege-Elastizitätsmodul [N/mm<sup>2</sup>] (rechts) des inneren juvenilen Holzes (n=48), des äußeren juvenilen Holzes (n=30) und des adulten Holzes (n=18).

belle). Ebenso kann die Douglasie in Festigkeit und Elastizität mit der Fichte konkurrieren, doch muss durch waldbauliche Behandlung insbesondere die Entwicklung in der Jugendphase kontrolliert werden.

Eine besondere Herausforderung ergibt sich dabei aus der Schwierigkeit, dass die für nutzungstechnische Möglichkeiten beziehungsweise Risikomin-

derung relevanten Aspekte teilweise widersprüchliche Strategien erfordern: einerseits erscheint aus nutzungstechnischer Sicht langsames Wachstum generell günstig, um den Anteil an juvenilem Holz sowie die Entwicklung der Astdimensionen als maßgebendes Qualitätskriterium für eine Verwendung im kon-

Fortsetzung auf Seite 735

## Vergleichende Darstellung ausgewählter Prüfwerte der Douglasien des Standraumversuches mit Literaturwerten für amerikanische Douglasie und Fichte

	Douglasien Standraumversuch (Baden-Württemberg)		Amerik. Douglasie (Wagenführ 2007)	Fichte (Wagenführ 2007)
	Juveniles Kernholz	Adultes Kernholz		
Biegefestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	68 ... 90 ... 126	87 ... 102 ... 132	68 ... 89	49 ... 78 ... 136
Biege-Elastizitätsmodul [N/mm <sup>2</sup> ]	8.076 ... 11.442 ... 16.389	11.531 ... 13.193 ... 16.185	11.200 ... 13.500	7.300 ... 11.000 ... 21.400
Natürliche Dauerhaftigkeit	Klasse 4		Klasse 3	Klasse 4
Nat. Dauerh. nach DIN EN 350: 2016	Douglasie (Kultiviert in Europa): Klasse 3-5		Klasse 3	Klasse 4-5

Quelle: Wagenführ 2007

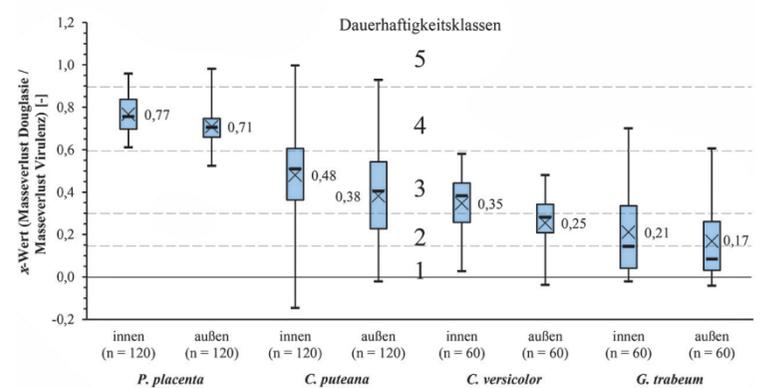


Abbildung 8 Box-Whisker-Plots und für die Dauerhaftigkeitsklassifizierung relevante Mittelwerte der x-Werte für inneres und äußeres Douglasien-Kernholz nach Abbau durch *Poria placenta*, *Coniophora puteana*, *Corioliolus versicolor* und *Gloeophyllum trabeum* bei 16-wöchiger Exposition (negative x-Werte ergeben sich aus Korrekturberechnungen Proben ohne Pilzangriff). Dauerhaftigkeitsklassen: 1 – sehr dauerhaft, 2 – dauerhaft, 3 – mäßig dauerhaft, 4 – wenig dauerhaft, 5 – nicht dauerhaft.

# Keine Sachargumente für FSC bei Hessen-Forst

Hinz erfüllt walddpolitische Forderung – Klientelpolitik in Reinform – und die CDU macht mit – zähneknirschend

Von Christian Raupach\*, Friedrichsdorf

**Der Hessische Staatswald wurde in den letzten vier Jahren schrittweise nach den Vorschriften des Forest Stewardship Council (FSC) zertifiziert. CDU und Bündnis 90/Die Grünen hatten sich im Koalitionsvertrag darauf geeinigt: „Wir wollen eine schrittweise Zertifizierung des hessischen Staatsforstes nach den Kriterien des ‚FSC-Deutschland‘. Dabei werden wir so vorgehen, dass die ökologischen und ökonomischen Ergebnisse bei den Umsetzungsschritten berücksichtigt werden.“**

Es musste schon wichtige Gründe für eine FSC-Zertifizierung geben, denn der Staatswald hatte sich bereits vor vielen Jahren den Standards von PEFC verpflichtet. Jedes Jahr wird mindestens ein Forstamt durch PEFC auditiert. In anderen Forstämtern werden jedes Jahr etliche von Hessen-Forst betreute private und kommunale Forstbetriebe überprüft.

Nachdem 2016 bereits 21 der 42 hessischen Forstämter zertifiziert waren, hat die Hessische Umweltministerin, Priska Hinz, Hessen-Forst mit einer Analyse der ökologischen und ökonomischen Wirkungen der FSC-Zertifizierung beauftragt. Die Ergebnisse fielen ernüchternd aus. Hohe Mehraufwendungen, erhebliche Mindererträge, kaum ökologischer Mehrwert (vgl. HZ Nr. 28 vom 14. Juli 2017, S. 660).

Hinz glaubte ihrem Landesbetrieb nicht, bezeichnete die Analyse als „verwaltungsinterne Stellungnahme“ und schrieb eine externe Evaluierung öffentlich aus. Den Zuschlag erhielt die Forstberatungsfirma Unique aus Freiburg. Mit ihren eigenen Berechnungen hat Unique die Analyse von Hessen-Forst in weiten Teilen bestätigt. Jährliche Mehraufwendungen und Mindererträge von rund 10 Mio. Euro, geringe zusätzliche ökologische Effekte und ein erheblicher Verwaltungsaufwand sind von der FSC-Zertifizierung zu erwarten. Die Hessische Umweltministerin sieht das trotzdem anders und bewertet die FSC-Zertifizierung als großen forstpolitischen Erfolg (vgl. HZ Nr. 4 vom 26. Januar, S. 73).

Die hessische CDU hatte nach Bekanntwerden der Gutachten und Expertenberechnungen intern zunächst massive Kritik geäußert, die FSC-Zerti-

fizierung der noch verbliebenen 21 Forstämter letztlich aber mitgetragen. Man darf berechnete Zweifel haben, ob hier tatsächlich eine Sachentscheidung getroffen wurde. Schon ein kurzer Blick auf einzelne FSC-Standards und ihre Wirkung geben Aufschluss.

## Fragwürdige Umweltpolitik durch Flächenstilllegung

FSC-Deutschland verlangt in seinen Standards, dass Forstbetriebe im Eigentum der öffentlichen Hand 10 % ihrer Wälder als Referenzfläche aus der Nutzung nehmen. Ziel soll sein, aus der natürlichen Entwicklung dieser Waldflä-



Christian Raupach

chen zu lernen und die Bewirtschaftung der übrigen Betriebsflächen an der natürlichen Entwicklung zu orientieren. Ein forst- oder naturwissenschaftliches Begleitprogramm, mit dem die Waldentwicklung dieser Referenzflächen systematisch beobachtet und ausgewertet wird, fehlt jedoch und ist in den FSC-Standards auch nicht vorgesehen.

Der von Umweltverbänden und Naturschutzverwaltungen immer wieder vorgetragene positive Effekt für die Artenvielfalt ist inzwischen durch mehrere naturwissenschaftliche Untersuchungen widerlegt. Im Gegenteil, naturnah bewirtschaftete Mischwälder in Deutschland haben über lange Zeiträume und mehrere Waldentwicklungsstadien eine wesentlich höhere Artenvielfalt als unbewirtschaftete Wälder.

Bei einer umfassenden umweltpolitischen Betrachtung sind unbewirtschaftete Wälder hinsichtlich ihrer Klimaschutzfunktion und ihrer Erholungsfunktion nachhaltig und naturnah genutzt deutlich unterlegen: Wenn kein Holz geerntet und langfristig verwendet werden kann, fallen die Kohlenstoffspeicherwirkung und der energiesparende Substitutionseffekt des Holzes weg. Das Betreten sich selbst überlassener Laubwälder wird schon nach einigen Jahrzehnten wegen des rapide zunehmenden Totholzes lebensgefährlich.

Ökonomisch bedeutet der Nutzungsverzicht von 32000 ha Staatswald für den Landesbetrieb Hessen-Forst massive Ertragsverluste bei zugleich hohem Verwaltungsaufwand für die stillgelegten Flächen. Zum Ausgleich für die in den Jahren 2016 (5800 ha) und 2018 (6300 ha) aus der Nutzung genommenen Wälder erhält Hessen-Forst jedes Jahr 2,2 Mio. Euro.

Hinz behauptet, der Wald werde mit den Vorgaben von FSC nicht nur ökologisch sondern auch ökonomisch nach den höchsten Standards bewirtschaftet. Eine sehr interessante Behauptung, die es zu hinterfragen gilt. Denn für Standard-Rundholzsportimente mit FSC-Zertifikat gibt es nachweislich keine höheren Holzpreise. Im Gegenteil, der Reinertrag pro Festmeter sinkt deutlich, weil die betrieblichen Aufwendungen für Holzerte und Verwaltung durch FSC steigen. Worin der ökonomische Vorteil für den Waldeigentümer liegen soll, bleibt das Geheimnis der Ministerin.

Seit den Sturmschäden im Januar und der jetzt drohenden Borkenkäfer-Kalamität ist klar, dass FSC beim Verzicht auf Pflanzenschutzmittel dieselben Zugeständnisse macht, die PEFC zum Schutz der stehenden Bestände generell erlaubt. Ohne Polterspritzung bringt der aktuelle Witterungsverlauf mit der Borkenkäfermassenvermehrung in liegenden Holz vielen Fichtenbeständen den sicheren Tod. Wenn auch FSC diesen Zusammenhang anerkennt und die Polterspritzung auf Antrag erlaubt, fragt sich der Fachmann, wo dann noch der Unterschied ist.

## Höhere Arbeitsrisiken

Der vorgeschriebene Abstand der Rückegassen in älteren Beständen von 40 m führt zu kombinierten Holzerteverfahren: Forstwirte müssen zwischen den Gassen motormanuell zufallen, damit der Harvester auf der Rückegasse auch das Holz aufarbeiten kann, das er mit dem Kran nicht erreichen und nicht maschinell fällen kann. Kombinierte Arbeitsverfahren von Mensch und Maschine auf derselben Waldfläche sind immer mit einem höheren Unfallrisiko behaftet. Die Zahl der Überfahrten auf den Rückegassen erhöht sich, womit bei kritischem Wetter die technische Befahrbarkeit der einzelnen Gasse schneller beeinträchtigt wird.

Auch der von FSC geforderte höhere Anteil an stehendem Totholz wird für die Forstwirte bei der motormanuellen

Holzernte besonders in Laubwäldern zu einem höheren Unfallrisiko.

## Jährliche Audits

FSC verlangt, dass jeder zertifizierte Betrieb einmal im Jahr auditiert wird. Die zertifizierten Betriebe verpflichten sich zu umfangreichen Dokumentationen. Der damit verbundene Aufwand ist sehr hoch, der Gewinn an Erkenntnissen gegenüber stichprobenhaften Überprüfungen, wie PEFC sie durchführt, ist gering. Denn die bei Audits von PEFC immer wieder festgestellten Abweichungen sind nahezu deckungsgleich mit den von FSC festgestellten Abweichungen.

## Kommentar

Nach Aussage der Hessischen Umweltministerin, Priska Hinz, verwirklicht die Landesregierung mit der FSC-Zertifizierung des hessischen Staatswaldes ein „wegweisendes umweltpolitisches Ziel“. Wer mit so viel Pathos daherkommt, muss schon überzeugende Sachargumente vorbringen. Die kann Hinz aber nicht liefern.

FSC bringt ökologisch wenig, kostet den Steuerzahler Jahr für Jahr etliche Millionen und macht den Staatsforst zum Zuschussbetrieb. Bei genauer Betrachtung entsteht der größte Anteil der Kosten durch die Stilllegung von 10 % der Waldfläche, die sich hinsichtlich der Klimaschutzpotenziale des Waldes und der Erholungsfunktion sogar negativ auswirken.

Statt den Waldeigentümern und Förstern Entscheidungsfreiheiten zu lassen, damit sie waldbaulich flexibel auf die veränderten Klimabedingungen und Witterungsextreme reagieren können, verordnet Hinz noch mehr starre Regeln und Bürokratie. Wegweisend? Wohl kaum! Die Umweltverbände BUND und Nabu applaudieren, denn mit der FSC-Zertifizierung hat Hinz eine ihrer wichtigsten walddpolitischen Forderungen erfüllt – Klientelpolitik in Reinform. Und der Koalitionspartner CDU macht mit – zähneknirschend.

Waldbesitzer und Förster haben es satt, sich von der Politik ständig erklären zu lassen, wie sie die Wälder bewirtschaften müssen. Wie viele Jahrhunderte müssen wir eigentlich noch beweisen, dass wir Wälder auch in sehr schwierigen Situationen durch nachhaltige Bewirtschaftung erhalten können, damit die Politik uns vertraut.

# Historisches Forstlexikon nachgedruckt

Mit Unterstützung der Niedersächsischen Landesforsten, des Niedersächsischen Staatsarchivs und der Stiftung Braunschweiger Kulturbesitz hat der Braunschweigische Geschichtsverein jüngst einen von Forstdirektor a.D. Ulrich Meyer bearbeiteten und kommentierten Nachdruck des zwischen 1705 und 1711 von Leopold Schomburg in Blankenburg/Harz verfassten Forstlexikons „dictionarium forestale“ veröffentlicht. Im Rahmen der Präsentation des Buches im Waldforum Riddagshausen stellten die Beteiligten das Werk am Abend des 25. Juli vor und lieferten Beiträge zu dessen forsthistorisch herausragender Einordnung.

## Original im Staatsarchiv

Das einzige bekannte Original des Werkes wird als besondere Kostbarkeit im Niedersächsischen Staatsarchiv am Standort Wolfenbüttel verwahrt. In dem Werk werden sowohl die um 1700 im Harz vorkommenden Baumarten und Gehölze als auch die daraus gefertigten Holzprodukte textlich als auch mittels detaillierter Zeichnungen dargestellt. Preisangaben für Holzprodukte ermöglichen Einblicke in das ländliche Wirtschaftsleben zu Beginn des 18. Jahrhunderts im Herzogtum Braunschweig, zu dem der blankenburgische Teil des Harzes seinerzeit gehörte.

„Es freut mich sehr, dass nun dieser besondere Schatz forstlicher Geschichte der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Das Werk ist Zeuge einer Zeit, in der erste Grundlagen für eine nachhaltige Forstwirtschaft gelegt wurden und belegt, dass Blankenburg ein Epizentrum dieser Entwicklung war“, so Dr. Klaus Merker, Präsident der Niedersächsischen Landesforsten.

## Neue Vortragsreihe

Die Buchpräsentation fand statt in der in diesem Jahr gestarteten Vortragsreihe „Waldwissen“. „Mit dieser Vortragsreihe im Waldforum Riddagshausen möchten wir alle am Wald interessierten Menschen aus Braunschweig und Umgebung ansprechen und fachlich fundierte Einblicke in das spannende Themenfeld der Wald- und Forstwirtschaft liefern. Auf dieser Basis freuen wir uns auf vielfältige und offene Diskussionen rund um den Wald“, so Andreas Baderschneider, Forstamtsleiter in Wolfenbüttel.

# Douglasienholz aus deutschem Anbau

Fortsetzung von Seite 734

struktiven Bereich im Rahmen zu halten. Andererseits ist zur Minderung der nicht unerheblichen Risiken durch Sturmschäden (Albrecht et al. 2013) rasches Wachstum günstig, um so die angestrebten Zieldimensionen bei möglichst geringen Baumhöhen und damit möglichst geringen Verlustrisiken erreichen zu können. Es gilt – wie so oft – einen wirtschaftlich optimalen Kompromiss zu finden.

## Literatur

Abetz, P., (1971) Douglasienstandraumversuche, ein Gemeinschaftsprojekt forstlicher Versuchsanstalten und Landesforstverwaltungen. Allgemeine Forst Zeitschrift 26: 448-449.  
 Abdel-Gadir, AY., Krahmer R L (1993) Estimating the age of demarcation of juvenile and mature wood in Douglas-fir. Wood and Fiber Science 25: 242-249.  
 Albrecht, A., Kohnle, U., Hanewinkel, M., Bauhus, J., (2013) Storm damage in Douglas-fir unexpectedly high compared to Norway spruce. Ann. For. Sci. 70, 195-207.  
 Bawcombe, J., (2012) A study of Douglas-fir anatomical and mechanical properties and their interactions. Dissertation. University of Bath, Bath/United Kingdom.  
 Blohm, JH., (2015) Holzqualität und Eigenschaften des juvenilen und adulten Holzes der Douglasie (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) aus süddeutschen Anbaugebieten. Dissertation Universität Hamburg,

Zentrum Holzwirtschaft, 138 Seiten.  
 Blohm, JH., Melcher, E., Lenz, MT., Koch, G., Schmitt, U., (2014) Natural durability of Douglas Fir (Pseudotsuga menziesii) heartwood grown in Southern Germany. Wood Material Science and Engineering 9: 186-191.  
 Danckelmann, B., (1884) Anbauversuche mit ausländischen Holzarten in den Preussischen Staatsforsten. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 6/7: 289-315 & 345-371.  
 DIN CEN/TS 15083-1 (2005) Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten. Bestimmung der natürlichen Dauerhaftigkeit von Vollholz gegen holzerstörende Pilze, Prüfverfahren - Teil 1: Basidiomyceten.  
 DIN 52186 (1978): Prüfung von Holz - Biegeversuch., Berlin: Beuth.  
 DIN EN 113/A1:2004-04 Holzschutzmittel-Prüfverfahren zur Bestimmung der vorbeugenden Wirksamkeit gegen holzerstörende Basidiomyceten - Bestimmung der Grenze der Wirksamkeit; Deutsche Fassung EN 113:1996/A1:2004  
 DIN EN 350:2016 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten. Prüfung und Klassifizierung der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff.  
 DIN EN 350-2:1994 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten. Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz. Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung für Europa.  
 Göhre, K., (1958) Die Douglasie und ihr Holz. In: Göhre, K., (Hrsg.): Die Douglasie und ihr Holz. Akademie-Verlag, Berlin.  
 Hapla, F., (1986) Einfluß von Rohdichte und Jahringbreite auf Biege- und Druckfestigkeit von Douglasie. Holz als Roh- und Werkstoff 44: 36.Thünen-Institut (2014) Dritte Bun-

deswaldinventur-Ergebnisdatenbank.  
 Kenk, G., Weise, U., (1983) Erste Ergebnisse von Douglasien-Pflanzversuchen in Baden-Württemberg. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 154: 41-55.  
 Klädtke, J., Kohnle, U., Kublin, E., Ehring, A., Pretzsch, H., Uhl, E., Spellmann, H., Weller, A., (2012) Wachstum und Wertleistung der Douglasie in Abhängigkeit von der Standortgestaltung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163: 96-104.  
 Knigge, W., (1958) Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Holzeigenschaften und Wuchs der Gastbaumart Douglasie (Pseudotsuga taxifolia Britt.). Verlag J. D. Sauerländer's, Frankfurt am Main.  
 Möhler, K., Beyersdorfer, P., (1987) Festigkeitsuntersuchungen an einheimischem Douglasienholz als Bauholz. Holz als Roh- und Werkstoff 45: 49-58.  
 Nawrot, M., Pazdrowski, W., Szymanski, M., Indraszak, A., Walkowiak, R., Borysiak, S., (2012) Identification of juvenile and mature wood zones in stems of European larch (Larix decidua Mill.) using a K-means algorithm. Wood Research 57: 545-560.  
 Pechmann, H., Courtois, H., (1970) Untersuchungen über die Holzeigenschaften von Douglasien aus linksrheinischen Anbaugebieten. Forstwissenschaftliches Centralblatt 89: 89-122.  
 Pollet, C., Henin, JM., Jourez, B., Hebert, J., (2013) Impact of growth rate on the mechanical properties of Douglas-fir grown in Wallonia (Southern Belgium). IUFRO, Nancy: Measurement methods and modelling approaches for predicting desirable future wood properties.  
 Rendle, BJ., (1959) Fast-growing coniferous timber - some anatomical considerations. Quarterly Journal of Forestry 53(2): 116-122.  
 Spellmann, H., Nagel, J., (1989) Zum Einfluß von Ausgangspflanzenzahl und Pflanzverband auf die Jugendentwicklung von Douglasienbeständen. Forst und Holz 44: 455-459.

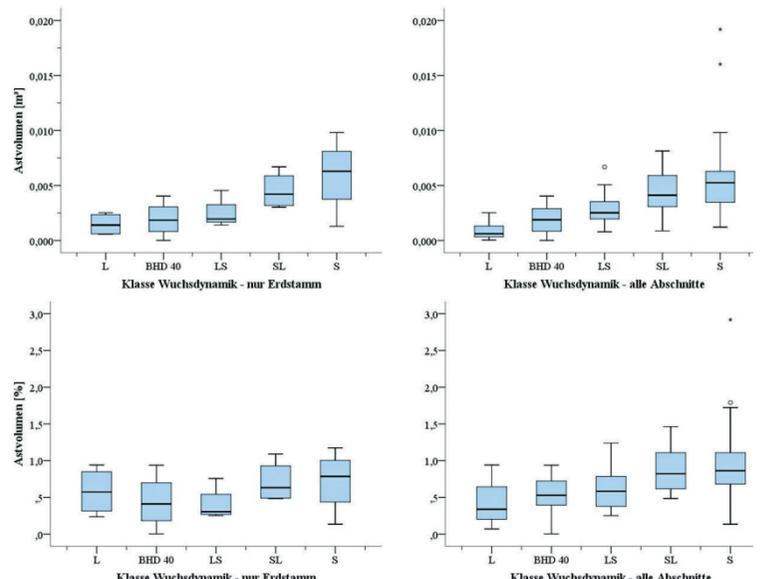


Abbildung 9 Veränderung der Variation des Astvolumens [m³ und %] mit der Wuchsdynamik des Einzelbaumes: im untersten Stammabschnitt (Erdstamm) (links) und gemittelt über alle Stammabschnitte (Stichprobenumfang vergleiche Abbildung 3). Wuchsklasse: L – langsam, BHD 40 – Brusthöhendurchmesser 40 cm, LS – langsam/schnell, SL – schnell/langsam, S – schnell.