

Douglasie: Einfluss des Waldbaus auf die Schnittholzqualität

Frühzeitige und verbesserte Holzsortierung erhöht Schnittholzausbeute

Andreas Rais, Hans Pretzsch und Jan-Willem Van de Kuilen

In welchem Maße beeinflusst waldbauliches Management die Schnittholzeigenschaften? Wie kann der Wirtschaftler die Festigkeit von Bauholz optimieren? Eine gemeinsame Studie des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde und der Holzforschung München zeigt auf, welchen Einfluss eine Standraumregulierung im frühen Jugendstadium von Douglasienbeständen für die spätere Verwendungsmöglichkeit des Holzes hat. Zudem wird dargestellt, wie die Qualität des Rundholzes frühzeitig in der Produktionskette beurteilt werden kann, um die Schnittholzausbeute zu optimieren.

Physikalische und mechanische Holzeigenschaften sind für die konstruktive Verwendung eines Baustoffs von großer Bedeutung. Auf der einen Seite variiert Holz als natürlich gewachsener Rohstoff in seinen Eigenschaften. Auf der anderen Seite wünschen sich Statiker, Architekten und Holzverwender konstante, definierte Holzeigenschaften, die mit Hilfe einer notwendigen Sortierung garantiert werden sollen.

In einem interdisziplinären Projekt zwischen dem Lehrstuhl für Waldwachstumskunde und der Holzforschung München der TU München konnte das Wissen über Wachstum und Holzqualität von Einzelbäumen und Beständen junger Douglasien (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) verbessert werden. Der Schwerpunkt der Analyse lag in der Wirkung der Bestandesdichte auf die Qualität des Schnittholzes. Bei Kanthölzern, Brettern und Bohlen werden Ästigkeit, Rohdichte, Steifigkeit und Festigkeit für die Qualitätsbeurteilung herangezogen und nach diesen Charakteristika sortiert. Daneben wurde untersucht, wie eine frühzeitige Filterung des Rundholzstromes die Schnittholzausbeute steigern kann.

Material und Methode

40-jährige Douglasien wurden während einer Durchforstung auf zwei kombinierten Standraum- und Durchforstungsversuchen des bayerischen ertragskundlichen Versuchsflächennetzes geerntet. Die Versuchsflächen liegen im Forstbetrieb Heigenbrücken (Spessart/Unterfranken) und südlich der Stadt Ansbach/Mittelfranken im Forstbetrieb Rothenburg o.d.T. Die Pflanzdichten betragen 1.000, 2.000 und 4.000 Bäume pro Hektar. Auswirkungen der Pflanzdichte auf die Holzqualität wurden in vorherigen Untersuchungen auf Grundlage ertragskundlicher Beobachtungen analysiert (Utschig und Moshammer 1996; Klädtke et al. 2012). In diesem Projekt wurde der Begriff der Holzqualität erweitert und auf der Ebene des Endproduktes angesprochen. Dazu wurden die geernteten Douglasien im Sägewerk Försch/Gössenheim zu 4,1 m langen Schnitthölzern eingesägt, bei Schwörerhaus/Hohenstein-Oberstetten unter Mithilfe von MiCROTEC/Brixen maschinell sortiert und schließlich an der Holzforschung in München holztechnologisch untersucht. Tabelle 1 informiert über Baum- und Kurzholzabschnitte der 167 geernteten Douglasien.

Verbesserung der Schnittholzeigenschaften durch waldbauliche Maßnahmen

Die Ergebnisse quantifizieren die Auswirkung der Pflanzdichte auf die Holzqualität. Alle festigkeitsrelevanten Schnittholzeigenschaften verbessern sich, je dichter die Bäume gepflanzt werden. Ein signifikanter Unterschied der Ästigkeit, des dynamischen Elastizitätsmoduls (MOEdyn) und der Festigkeit von Schnittholz wurden vor allem zwischen einer Pflanzdichte von 1.000 und 2.000 sowie 1.000 und 4.000 Bäumen pro Hektar beobachtet (Rais et al. 2014a). Sortiert man die Schnittware in übliche europäische Festigkeitsklassen nach EN 338 (CEN 2009), äußert sich die Qualitätssteigerung mit ansteigender Pflanzdichte in ansteigenden Ausbeuten. Dies heißt beispielsweise, dass ein höherer Anteil der Bretter von Bäumen aus der 4.000er-Variante in eine entsprechende Festigkeitsklasse sortiert wird als von Bäumen aus der 1.000er- oder 2.000er-Variante. Tabelle 2 verdeutlicht



Foto: L. Steinacker

Abbildung 1: Die Ausgangspflanzdichte hat bereits eine große Bedeutung für die spätere Verwendung des Douglasienholzes. Hohe Pflanzdichten erzielen höhere Schnittholzqualitäten. Blick in einen Douglasienbestand mit einer Ausgangspflanzdichte von 4.000 Bäumen pro Hektar.

Tabelle 1: Eigenschaften der Bäume und Kurzholzabschnitte in Abhängigkeit der Pflanzdichte und des Standortes (Mittelwerte)

Pflanzdichte [Bäume/ha]	1.000		2.000		4.000	
	AN	HE	AN	HE	AN	HE
Versuchsfläche						
BHD [cm]	30,7	41,4	29,7	33,7	28,9	32,1
Höhe [m]	25,7	27,7	26,4	28,0	25,1	28,2
Kronenansatzhöhe [m]	13,0	12,4	13,7	13,9	13,5	13,9
Höhe/BHD [$\text{cm} \cdot \text{cm}^{-1}$]	84	68	90	85	88	87
Kronenprojektionsfläche [m^2]	22,5	44,9	22,9	35,0	21,6	35,6
maximaler Astdurchmesser des Erdstamms (4,1m) [mm]	35,0	51,6	28,9	30,9	28,0	27,2

AN = Ansbach; HE = Heigenbrücken; BHD = Brusthöhendurchmesser

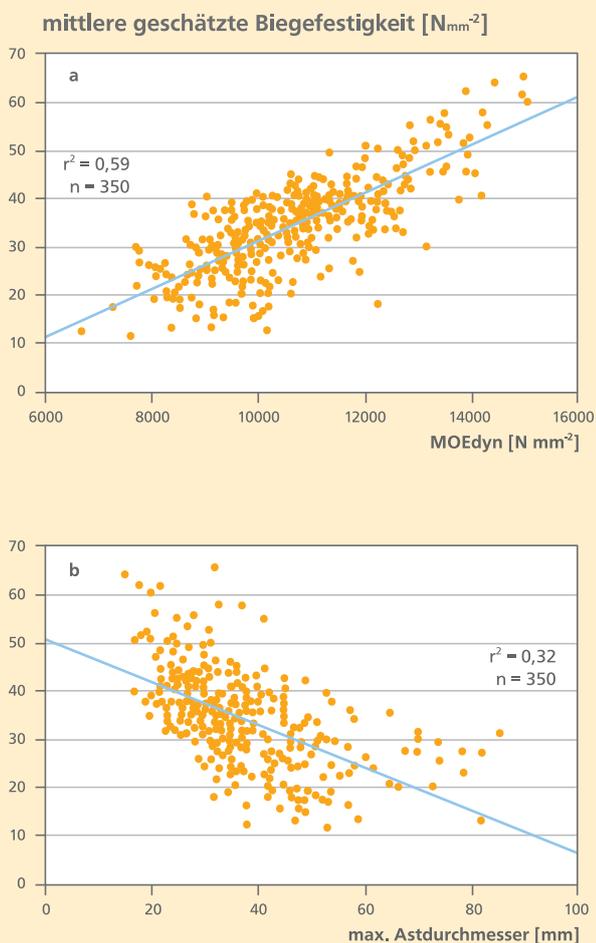


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Rundholz- und Schnittholzebene: der MOEdyn der Kurzholzabschnitte (a) korreliert mit der Biegefestigkeit der Schnittholzelemente besser als der maximale Astdurchmesser der Kurzholzabschnitte (b).

auch, dass die Seitenware qualitativ hochwertiger als die Hauptware ist. Mit Zunahme des Abstands vom Mark reduziert sich die Ästigkeit und erhöht sich die Rohdichte.

Sortierung des Rundholzes mit modernen Methoden

Die Schnittholzerzeugung ist und wird auch zukünftig der wichtigste Verwendungszweig für das anfallende Douglasienholz bleiben. Daher war es in diesem Projekt notwendig, die Holzeigenschaften in erster Linie aus Sicht der Weiterverarbeitung der Schnittholzelemente zu beurteilen. Entscheidend für den Einsatz im Bauwesen sind neben der optischen Erscheinung des Schnittholzes seine Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften. Im Allgemeinen muss Konstruktionsholz auf dem Markt als sicherer Baustoff zur Verfügung stehen. Eine Sortierung garantiert erhöhte Festigkeits- und Steifigkeitswerte, die nur noch in engen Grenzen schwanken (Stapel und Rais 2010). Klassisch werden die Schnittholzfestigkeiten auf der Stufe des Schnittholzes beurteilt. Die Festigkeitssortierung am Schnittholz kann visuell oder maschinell geschehen. In beiden Fällen mündet die Sortierung in der Einstufung von Sortier- bzw. Festigkeitsklassen. Durch die Verwendung aussagekräftigerer Sortierparameter wie dem dynamischen Elastizitätsmodul (MOEdyn) lassen sich bei der maschinellen im Vergleich zur visuellen Sortierung sowohl höhere Klassen als auch bessere Ausbeuten erzielen (Stapel und Van de Kuilen 2014).

Mit einer geeigneten maschinellen Rundholzsortierung oder auch einer Ansprache am stehenden Stamm kann die Schnittholzqualität sinnvoll eingeschätzt werden (Rais et al. 2014b). So wurde deutlich, dass der dynamische Elastizitätsmodul (MOEdyn) der Kurzholzabschnitte sehr gut mit der Festigkeit der daraus geschnittenen Kanthölzer und Bretter korreliert (Abbildung 2 oben). Aber auch der maximale Astdurchmesser als einer der wichtigsten Sortiermerkmale in der visuellen Rundholzsortierung nach EN 1927-3 (CEN 2008) zeigt eine gute, wenn auch geringere Übereinstimmung mit den Schnittholzeigenschaften (Abbildung 2 unten). Im Allgemeinen unterstreicht die Untersuchung, dass sowohl klassische als auch moderne Technologien für die Holzqualitätsbewer-

Tabelle 2: Qualitative Ausbeute [in %] der Schnitthölzer aus den Erdstammstücken in Abhängigkeit der Pflanzdichte unterteilt in Haupt- und Seitenware, die Art der Sortierung und verschiedene Festigkeitsklassen

		Pflanzdichte [Bäume/ha]		
Sortierung	Festigkeitsklasse	1.000	2.000	4.000
Hauptware				
visuell	S10+ (C24)	26	35	54
maschinell	C18	83	93	99
	C24	50	73	89
	C30	10	29	32
	C40	0	2	4
Seitenware				
maschinell	C18	96	98	100
	C24	84	95	99
	C30	33	66	77
	C40	1	7	14

tung auf verschiedenen Ebenen der Verarbeitungskette vorhanden sind, um den Rundholz- und Schnittholzfluss effizienter lenken zu können. Dabei ist zu beachten, dass einerseits die Vorhersagegenauigkeit sinkt, je größer der Abstand der Beurteilungsebene von der Schnittholzebene wird, andererseits sich die Handlungsfreiheit erhöht.

Konsequenzen für die Forst- und Holzwirtschaft

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, welchen Einfluss waldbauliches Handeln auf die Holzverwendung der Douglasie hat: Hohe Pflanzdichten erzielen hohe Schnittholzqualität. Dies dürfte auch für Fichte und ähnliche Koniferen gelten. Forstliche Entscheidungsträger sollten die Auswirkungen waldbaulicher Behandlungsmaßnahmen auf holztechnologische Eigenschaften kennen, um einen optimalen Ausgleich zwischen Bestandesstabilität, verwertbaren Holzmenge und ökologischem Wert zu finden. Im Sinne des Clustergedankens der Forst- und Holzwirtschaft ist die innovative, qualitätsbezogene Verwertung des Baustoffes Holz ein zentraler Gedanke. Die Untersuchung betont den technologischen Aspekt des Holzes und liefert einen wichtigen Wissensbaustein in der Diskussion um die Festlegung geeigneter Pflanzzahlen und um eine optimale Stammzahlhaltung. Aus holztechnologischer Sicht konnten wir empirisch vor allem eine Qualitätsverbesserung zwischen den Pflanzdichten von 1.000 und 2.000 Bäumen pro Hektar feststellen.

Die Ergebnisse des Projekts zeigen auch, dass Qualität auf Baum-, Rundholz- und Schnittholzebene messbar und sichtbar ist. So könnte die Holzqualität stärker bei der Bewertung von Rundholz gewichtet werden. Sägewerke profitieren vom besseren Rundholz, erzielen beim Schnittholz höhere Festigkeitsklassen (Tabelle 2) und sind dadurch in der Lage, Rundholz hoher Qualität besser zu bezahlen. In der heutigen Pra-

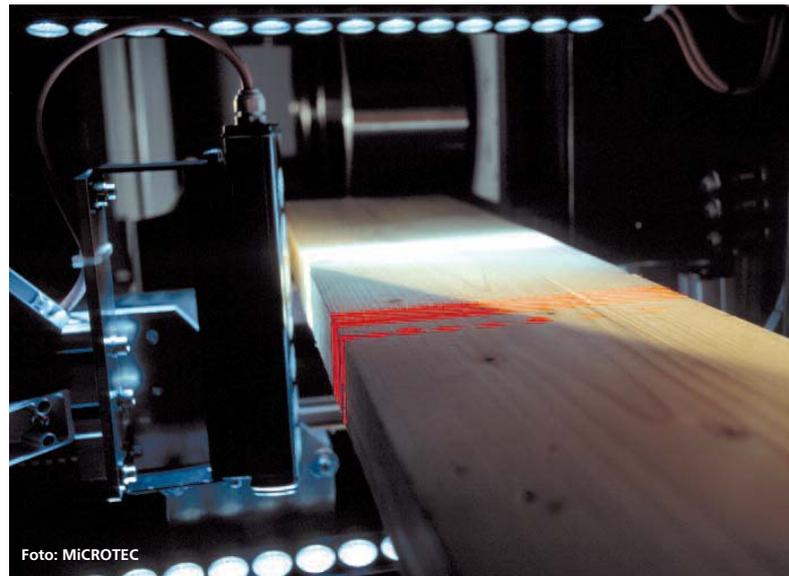


Abbildung 3: Die maschinelle Sortierung des Schnittholzes (z.B. Multi-Sensor Technologie beim GoldenEye-702) erhöht die Ausbeute qualitativ höherwertiger Schnittholzsortimente.

xis wird das Rundholz jedoch vorwiegend auf Basis des Volumens und nicht auf Basis der Holzqualität bewertet. Eine verbesserte Qualitätsbeurteilung kann am Kurzholzabschnitt geschehen oder am (nassen) Schnittholz. Für Ersteres müsste eine lückenlose und transparente Rückverfolgung des Schnittholzes zum Kurzholzabschnitt innerhalb des Sägewerkes gewährleistet sein. Eine früh in der Produktionskette stattfindende Qualitätsbeurteilung eröffnet einen hohen Handlungsspielraum und hilft, das sortierte Material der optimalen Verwendung zuzuführen.

Die Ergebnisse beruhen auf 40-jährigen Douglasien, also klassischen Durchforstungsbäumen. Zukunftsbäume sind nicht in der Stichprobe enthalten. Am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde wird gegenwärtig die zeitliche Entwicklung des Baumwachstums und der Holzqualität modelliert (Poschenrieder et al. 2014), um etwa auch die Qualitätsentwicklung der Zukunftsbäume berücksichtigen zu können. Zu welcher Verbesserung führt etwa eine Astung der Zukunftsbäume? Das Hauptziel der Modellierung ist die ganzheitliche Erfassung von Holzmenge und Holzqualität. Mit dem gewählten positionsabhängigen, einzelbaumorientierten Modellansatz können nicht nur die Auswirkungen verschiedener Pflanzdichten auf die Holzqualität untersucht werden, sondern – unter Hinzunahme der anfallenden Holzmenge – kann auch ein ökonomischer Vergleich vorgenommen werden. Die Ergebnisse werden noch in diesem Jahr veröffentlicht (Rais et al. 2014c). Es ist zu erwarten, dass die Qualität von älteren Douglasienbäumen auf Grund des geringeren Anteils an juvenilem Holz und der zunehmenden Holzqualität mit Abstand zum Mark (natürlich reduzierte Ästigkeit, höhere Rohdichte) höher ist als von Durchforstungsbäumen (Hapla 1980; Sauter 1992; Glos et al. 2006). Die gezeigte größere Ausbeute der Seitenware (Tabelle 2) lässt aus jetziger Sicht vermuten, dass eine hohe Anfangspflanzdichte auch die Holzqualität von dickeren Bäumen fördert.

Literatur

CEN (2008): EN 1927-3:2008, Qualitative classification of softwood round timber - Part 3: Larches and Douglas fir, European Committee for Standardization, Brüssel

CEN (2009): EN 338:2009, Structural timber - Strength classes, European Committee for Standardization, Brüssel

Glos, P.; Richter, C.; Diebold, R. (2006): Maschinelle Sortierung von Brettern aus den Holzarten Lärche und Douglasie. *Holzforschung München*, Bericht Nr. 04511, 134 S.

Hapla, F. (1980): Untersuchung der Auswirkung verschiedener Pflanzverbandsweiten auf die Holzeigenschaften der Douglasie. Dissertation an der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 182 S.

Klädtker, J.; Kohnle, U.; Kublin, E. et al. (2012): Wachstum und Wertleistung der Douglasie in Abhängigkeit von der Standraumgestaltung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 163, S. 96–104; doi: 10.3188/szf.2012.0096

Poschenrieder, W.; Rais, A.; Van de Kuilen, J.-W.G.; Pretzsch, H. (2014): Modelling sawn timber volume and strength development at the individual tree level – a sensitivity analysis on Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In Vorbereitung

Rais, A.; Poschenrieder, W.; Pretzsch, H.; Van de Kuilen, J.-W.G. (2014a): Influence of initial plant density on sawn timber properties for Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). *Ann For Sci*. doi: 10.1007/s13595-014-0362-8

Rais, A.; Pretzsch, H.; Van de Kuilen, J.-W.G. (2014b): Roundwood pre-grading with longitudinal acoustic waves for production of structural boards. *Eur J Wood Wood Prod* 72, S. 87–98; doi: 10.1007/s00107-013-0757-5

Rais, A.; Poschenrieder, W.; Van de Kuilen, J.-W.G.; Pretzsch, H. (2014c): Quantifying volume and quality of Douglas-fir sawn timber as determined by stand density and pruning regime, based on a distance-dependent individual tree model. In Vorbereitung

Stapel, P.; Rais, A. (2010): Maschinelle Schnittholzsortierung in Europa. *LWF aktuell*, 77, S. 20–22

Stapel, P.; Van de Kuilen J.-W.G. (2014): Strength grading of timber in Europe with regard to different grading methods. *World conference on timber engineering*, Quebec, Canada.

Sauter, U.H. (1992): Technologische Holzeigenschaften der Douglasie als Ausprägung unterschiedlicher Wachstumsbedingungen. Dissertation, Universität Freiburg, 221 S.

Utschig, H.; Moshammer, R. (1996): Der Koordinierte Douglasien-Standraumversuch – Auswertung der bayerischen Flächen. *Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sekt. Ertragskunde, Jahrestagung*, Neresheim, S. 102–127

Andreas Rais ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde und an der Holzforschung München der TU München. Prof. Dr. Hans Pretzsch leitet den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU München

Prof. Dr. Jan-Willem G. van de Kuilen leitet das Fachgebiet Holztechnologie an der Holzforschung München der TU München
Korrespondierender Autor: Andreas Rais, rais@hfm.tum.de

Das Projekt »Wachstum und Holzqualität der Douglasie« (X36) wurde finanziert vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Die Bayerischen Staatsforsten, insbesondere die Forstbetriebe Heigenbrücken und Rothenburg o.d.T., die Fachoberschule Triesdorf, das Sägewerk Försch in Gössenheim, Schwörer Haus in Oberstein-Hohenstetten und Microtec in Brixen unterstützen das Forschungsprojekt mit der Materialbereitstellung und bei den Messarbeiten.

Seltene Naturschauspiel: Die blühende Titanwurz



Foto: G. Aas

Es war eine eindrucksvolle Premiere vor großem Publikum: Erstmals kam die Titanwurz, die größte Blume der Welt, im Ökologisch-Botanischen Garten (ÖBG) der Universität Bayreuth zur Blüte. 10.000 Besucher waren Anfang August auf den Campus gekommen, um die nur 24 Stunden andauernde Vollblüte dieser weltweit seltenen Pflanze zu erleben.

Schon seit mehreren Jahren wächst die Titanwurz im Tropenwald des ÖBG, wo sie einen prominenten Platz unter vielen anderen tropischen Gewächsen einnimmt. Jedoch hat sie regelmäßig nur ein einziges riesiges Blatt hervorgebracht. Diesmal aber ließ eine riesenhafte, kolbenähnliche Knospe die seltene Vollblüte schon seit einigen Wochen erahnen. Als das Schauspiel endlich begann, ließen sich die zahlreichen Interessierten und Neugierigen auch nicht von dem intensiven, aasähnlichen Geruch abschrecken, den die voll aufgeblühte Titanwurz zur Anlockung ihrer Bestäuber möglichst weit verbreitet.

Die Titanwurz (*Amorphophallus titanum*), ein Aronstabgewächs, ist in den Regenwäldern Sumatras (Indonesien) beheimatet. Entdeckt wurde sie 1878 von dem italienischen Botaniker Odoardo Beccari. In botanischen Gärten kommt sie bis heute selten vor, da ihre riesige Knolle sehr empfindlich ist und leicht von Fadenwürmern (Nematoden) befallen wird. Weltweit haben erst rund 120 Titanwurz-Pflanzen in botanischen Gärten geblüht.

Gregor Aas