

Wuchshülle und Douglasie – geht das gut?

Wuchshüllen werden seit den 1980er-Jahren vor allem zum Schutz von Laubbäumen eingesetzt. Hier zeigte sich, dass Wuchshüllen die Ausfälle verringern, das Höhenwachstum beschleunigen, vor Wildverbiss bzw. Verfegen sowie Mäuseschäden schützen und die Kultursicherung erleichtern. In letzter Zeit sind Wuchshüllen vermehrt auch bei Nadelhölzern verwendet worden, insbesondere bei der Überstellung von Fichtennaturverjüngungen mit Douglasien in geringen Stückzahlen. Die Erfahrungen damit waren vor allem bei den Ausfällen recht unterschiedlich.

Regina Petersen

Damit die Auswirkungen der Wuchshülle auf das Wachstum der Douglasie objektiv beurteilt werden können, wurden sowohl in Hessen als auch in Baden-Württemberg zahlreiche Versuche angelegt. Die Ergebnisse der hessischen Versuchsflächen, betreut von der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) in Göttingen, werden nach fünf Jahren Beobachtung im Folgenden vorgestellt. Die Untersuchung vergleicht Ausfall und Wachstum von Douglasie ohne Wuchshülle und mit Wuchshülle.

Material und Methoden

Um den Wildeinfluss sicher auszuschließen, wurden die Flächen in Romrod und Melsungen gezäunt. Die Messung des



Foto: R. Petersen

Abb. 1: Wuchshüllen schützen die Douglasie nur bedingt vor Schäden durch Rot- und Damwild – Hier wurde die Hülle zerstört und der Stamm geschält.

Schneller Überblick

- Wuchshüllen schützen die Douglasien vor allem auf Freiflächen, besonders vor Frost und Trocknis
- Es erwachsen aber extrem dünne Bäume mit einem hohen Schlankheitsgrad, es wird wenig Wurzelmasse gebildet und die Douglasien sind schlecht verankert
- Die Wuchshülle wirkt sich negativ auf die Stabilität und Vitalität aus, die Anfälligkeit für Schneedruck und Windwurf steigt
- Vor Rotwild schützt die Wuchshülle nur bedingt
- Der Einsatz zum Schutz von Douglasien wird nicht empfohlen

Wurzelhalsdurchmessers (Whd) in 1/10 mm sowie der Höhe (H) in cm fanden jährlich statt. Die Wurzeln der 10 pro Variante ausgegrabenen Douglasien wurden in der NW-FVA vermessen, gewaschen und bei 100 °C drei Tage lang getrocknet. Die Auswertung der Wachstumsdaten erfolgte mittels Mann-Whitney-Test bei unabhängigen Stichproben im Programm IBM SPSS Statistics 23. Im Zuge der Auswertung wurden die H/Whd-Werte (Höhe/Wurzelhalsdurchmesser), die arithmetischen Mittelhöhen und die Mittel-Whd berechnet. Das Wurzel/Spross-Verhältnis bezieht sich auf die Trockenmasse, das Ankermaß ist der Quotient aus Wurzelgewicht und Höhe.

Ergebnisse und Diskussion

Ausfälle

Auch bei der Douglasie konnte die Wuchshülle die Ausfälle deutlich verringern. Besonders auf der Fläche in Romrod zeigte sich die schützende Wirkung der Hülle, denn hier waren auf der Plateaulage ohne Schirm bei starkem Spätfrost kurz nach der Pflanzung ohne Hülle 87 % der Douglasien vertrocknet, während in der Hülle der Ausfall nur 38 % betrug. Auch auf der Fläche in Melsungen überlebten mehr Douglasien in der Hülle als außerhalb. Für die weitere Untersuchung wurden alle ausgefallenen Pflanzen nachgebessert. Der Ausfall im darauf folgenden Jahr hielt sich in einem vertretbaren Rahmen und war in beiden Varianten annähernd gleich. Nach vier Jahren Standzeit liegen die Ausfälle der Douglasie mit Hülle bei 25 % bzw. 31 %, ohne Hülle sind hingegen 31 % bzw. 53 % ausgefallen.

Höhen- und Durchmesserwachstum

Die Wachstumsdaten nach vier Vegetationsperioden sind in Tab. 3 zusammengefasst. Es zeigen sich auf der Fläche Romrod sowohl in der Höhe, im Durchmesser als auch beim Schlankheitsgrad (H/Whd) deutliche Unterschiede zwischen den Douglasien ohne und mit Wuchshülle. Die Douglasien in der Wuchshülle sind im Mittel 17 cm höher und 0,8 cm dünner, infolgedessen weisen sie mit einem Wert von 100 auch einen wesentlich höheren Schlankheitsgrad auf als die Douglasien ohne Hülle mit einem Wert von 62. Auf der Fläche Melsungen sind die Höhen

Versuchsfläche	Standort	Anlage	Sortiment	Wuchshülle
Romrod Abt. 1064	mittlerer Buntsandstein mäßig frisch, mesotroph, Kalamitätsfläche in ebener Lage ohne Schirm und Seitenschutz	Frühjahr 2011 Nachbesserung Frühjahr 2012	Dgl 2+0 25 - 50 Dgl 3+0 25 - 50	Plant Saver Microvent, transparent grün, 120 cm hoch, Querschnitt 10 x 10 cm
Melsungen Abt. 2108	mittlerer Buntsandstein mäßig frisch, schwach mesotroph, Hanglage, ohne Schirm, leichter Seitenschutz	Frühjahr 2012	Dgl 2+1 30 - 60	

Tab. 1: Übersicht der Versuchsflächen

Versuchsfläche	Variante	Anzahl der Messbäume	Ausfälle 1. Jahr [%]	Ausfälle 2. Jahr [%] (Nachbess.)	Ausfälle bis April 2016 [%]
Romrod	ohne Hülle	142	87	14	31
	mit Hülle	144	38	10	25
Melsungen	ohne Hülle	58	43	15	53
	mit Hülle	61	13	9	31

Tab. 2: Ausfall der Douglasie ohne und mit Wuchshülle

Fläche	Alter	Variante	Höhe H [cm]	Wurzelhalsdurchmesser WHD [cm]	H/WHD
Romrod 1064	7	ohne Hülle	132 ^a	2,3 ^a	62 ^a
		Microvent	149 ^b	1,5 ^b	100 ^b
Melsungen 2108	7	Ohne Hülle	182	3,0 ^a	63 ^a
		Microvent	176	1,9 ^b	98 ^b

Tab. 3: Wachstum von Douglasie mit und ohne Wuchshülle (Microvent 120 cm) im Zaun auf den Versuchsflächen in Romrod und Melsungen im Alter 7. Unterschiedliche hochgestellte Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen.

beider Varianten zwar annähernd gleich, doch auch hier sind die Unterschiede im Wurzelhalsdurchmesser von im Mittel 1,1 cm signifikant, und dadurch ergeben sich Schlankheitsgrade von 98 bei der Douglasie in der Hülle und 63 bei der Douglasie ohne Hülle.

Wurzelentwicklung

Die Wurzelentwicklung spielt sowohl für die Vitalität als auch für die Stabilität eine entscheidende Rolle. Um einen eventuellen Einfluss der Wuchshülle auf das Wurzelwachstum nachweisen zu können, wurden auf der Fläche in Melsungen pro Variante zehn Douglasien, die mit dem letztjährigen Trieb aus der Wuchshülle herausgewachsen waren, ausgegraben und untersucht.

Aus den Messdaten (Tab. 4) wird ersichtlich, dass die Douglasien in der Microvent-Hülle bei annähernd gleicher Höhe geringfügig tiefer wurzeln als Douglasien ohne Wuchshülle, dieser Unterschied ist nicht signifikant. Dagegen weisen die Bäume ohne Hülle ein deutlich höheres Wurzel- und Sprossgewicht auf. Das Verhältnis von Wurzel : Spross beträgt bei der Variante Microvent auf beiden Flächen 1 : 7,5, die Werte bei der Douglasie ohne Hülle weichen hiervon sowohl nach oben (Romrod) als auch nach

unten (Melsungen) ab. Im Ankermaß weisen die Douglasien ohne Hülle nachweislich bessere Werte auf als die Bäume in der Hülle (siehe Abschnitt Stabilität).

Stabilität

Die Bruchfestigkeit eines Baumes hängt vor allem vom Dickenwachstum ab. Das jährliche, primäre Längenwachstum und das sekundäre Dickenwachstum führen zu Stämmen mit annähernder Kegelform. Bei dieser Form treten bei Belastungen z. B. durch Wind auf der gesamten Stammlänge überall ähnliche Spannungen auf [22]. Im Laufe des Lebens nehmen bei frei stehenden Bäumen diese Spannungen immer weiter zu und der Baum reagiert mit überproportionalem Dickenwachstum und es entwickelt sich ein stark abholziger Stamm.

Wenn ein Baum geschützt steht, entweder in engen Bestandesstrukturen oder wie hier in einer Wuchshülle, dann fehlen diese mechanischen Spannungsreize. Dadurch lässt das Dickenwachstum nach, der Baum wird weniger abholzig und der Schlankheitsgrad steigt [22]. Dieser Effekt trat auch auf den Flächen in Romrod und Melsungen zutage und konnte bei zahlreichen anderen Untersuchungen zum Einfluss der Wuchshülle nachgewiesen werden [10, 20, 6, 18, 12, 3, 17, 16, 13, 7].

Versuch	Variante	Anzahl Bäume	Höhe [cm]	WHD [cm]	H/WHD	Wurzeltiefe [cm]	Wurzelgewicht [g]	Sprossgewicht [g]	Wurzel : Spross	Ankermaß
Romrod	ohne Hülle Microvent	10	142 ^a	2,0 ^a	71 ^a	14,6 ^a	26 ^a	251 ^a	1 : 9,5 ^a	0,18 ^a
		10	147 ^a	1,4 ^b	108 ^b	16,9 ^a	13 ^b	99 ^b	1 : 7,5 ^a	0,09 ^b
Melsungen	ohne Hülle Microvent	10	158 ^a	2,7 ^a	56 ^a	12,1 ^a	77 ^a	361 ^a	1 : 4,7 ^a	0,48 ^a
		10	172 ^a	1,8 ^b	97 ^b	14,8 ^a	22 ^b	164 ^b	1 : 7,5 ^a	0,13 ^b

Tab. 4: Ergebnisse der Wurzeluntersuchung an Douglasie mit und ohne Wuchshülle im Zaun auf den Versuchsflächen Romrod und Melsungen im Alter 7. Unterschiedliche hochgestellte Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen.

Beim errechneten Schlankheitsgrad von 98 bzw. 100 muss zudem berücksichtigt werden, dass es sich hierbei um den Quotienten aus Höhe und Wurzelhalsdurchmesser handelt. Würde man den Brusthöhendurchmesser noch zugrunde legen, läge der Schlankheitsgrad deutlich höher.

Soll ein Baum wenig windwurfgefährdet sein, muss er ein stabiles Wurzelwerk besitzen, damit die Windlast erst über den Stamm und danach über die Wurzel auf den Boden übertragen werden kann. Der Hebelarm der Wurzeln ist hierbei meistens wesentlich kleiner als der des Stammes, sodass am Wurzelteller viel größere Kräfte wirken als am Stamm [15]. Das Gewicht des Wurzelballens wird gelegentlich als Widerpart (Stehlampeneffekt) der oberirdisch wirkenden Kräfte genannt. Als Maß der Stabilität wurde in dieser Untersuchung neben dem Schlankheits-

grad (H/WHD) das sogenannte Ankermaß herangezogen (Wurzelgewicht/H), bei dessen Herleitung neben dem Wurzelgewicht auch die Höhe einfließt und somit der Hebelarm des Stammes berücksichtigt wird (siehe Tab. 4). Es zeigt sich, dass die Douglasien ohne Wuchshülle mit 0,18 bzw. 0,48 ein deutlich höheres Ankermaß aufweisen und damit nachweislich besser verankert sind als die Douglasien in der Hülle. Deren Ankermaß erreicht lediglich einen Wert von 0,09 bzw. 0,13.

Die Ursache der schlechteren Wurzelentwicklung bei Douglasien in der Wuchshülle liegt vermutlich an dem dadurch simulierten Dichtstand und der Beschattung. Bereits Köstler et al. [8] wiesen in dichten Douglasien-Naturverjüngungen nach, dass die Douglasien entsprechend ihrem schlanken Spross und ihrer eingengten Krone eine auffallend wenig

standfeste Bewurzelung zeigen. Durch den Dichtstand wird nicht nur die Seitenausdehnung der Wurzeln beschränkt, auch die Tiefenbewurzelung bleibt gering und das ganze Wurzelsystem schwach. Auch in anderen Untersuchungen, sowohl an Nadel- als auch an Laubbäumen, konnte nachgewiesen werden, dass sich Wuchshüllen negativ auf das Wurzel/Spross-Verhältnis auswirken [21, 4, 2]. Auch hier fehlen mechanische Reize, denn wird ein Baum nicht bewegt, fehlen Scherkräfte an den Wurzeln, die das Wurzelwachstum zusätzlich stimulieren [23].

Neben dem Dichtstand spielen zudem noch die Lichtintensität und die Lichtqualität eine Rolle [1]. Tatsächlich entspricht das den Bäumchen in der Wuchshülle zur Verfügung stehende Licht bei der verwendeten Microvent in 30 cm Höhe 28 %, in 60 cm Höhe



Abb. 2: Wenn die Douglasie gerade aus der Hülle herausgewachsen ist und sich die Krone etwas ausgebreitet hat, ist sie sehr kopflastig und neigt sich schon bei wenig Schnee zur Seite bzw. kann schon bei geringen Windgeschwindigkeiten umgebogen oder geworfen werden.



Abb. 3a und b: Douglasie aus Wuchshülle, H/D-Wert 167

35 % und in 90 cm 39 % der Freilandstrahlung. Diese Werte sind vergleichbar mit der Beleuchtung unter einem lichten Schirmschlag [16] und erfüllen die relativ hohen Lichtansprüche der Douglasie nicht. Als Halbschattbaumart ist sie bereits ab früher Jugend auf ein ausreichendes Strahlungsangebot angewiesen [14, 19]. Generell gilt, dass bei Jungpflanzen der meisten Baumarten mit zunehmender Beschattung der Wurzelteil im Vergleich zum Spross abnimmt [15]. Auch die Durchwurzelungstiefe lässt bei Beschattung nach, ursächlich dafür ist die geringere Bodentemperatur [9]. Einen Nachweis über signifikant niedrigere Temperaturen in 5 cm Bodentiefe beim Einsatz von 60 cm hohen Wuchshüllen lieferten Heiseke und Minkoley [6].

Waldbauliche Folgerungen

Wuchshüllen schützen auf Freiflächen die Douglasien besonders bei Witterungsextremen wie Frost und Trockenheit und reduzieren dadurch die Ausfälle. Stellenweise

kann es aber aufgrund von Begleitflora in der Hülle zum Ausdunkeln der Pflanzen kommen und auch insgesamt konnten an vielen Douglasien Schäden festgestellt werden, wobei allerdings nur ein geringer Teil davon die Vitalität der Pflanzen entscheidend einschränkte (vergleiche auch [11]).

Dennoch ist aus waldwachstumskundlicher Sicht die Verwendung von Wuchshüllen bei der Douglasie nicht zu empfehlen. In der Hülle erwachsen extrem dünne Bäume mit einem hohen Schlankheitsgrad, die des Weiteren relativ wenig Wurzelmasse bilden und schlecht verankert sind. Dies verringert zusätzlich neben der Stabilität auch die Vitalität und erhöht die Anfälligkeit für Schneedruck und Windwurf. Bei Douglasie wird Nassschnee vor allem dann zum Problem, wenn die Bäume gerade aus der Hülle herausgewachsen sind und sich die Krone etwas ausgebreitet hat. In dieser Phase ist der Baum extrem kopflastig und neigt sich schon bei wenig Schnee zur Seite bzw. kann schon bei geringen Windgeschwindigkeiten umgefallen oder geworfen werden.

Außerdem schützen die Wuchshüllen nur bedingt vor Schäden durch Rot- und Damwild (Umdrücken, Verbiss und Schälen des der Hülle entwachsenen Triebes). Die Pflanzen müssen, nachdem die Wuchshülle entfernt oder zerstört worden ist, häufig noch gegen Schlag- und Schäl-schäden geschützt werden. Das Anbringen und die Kontrolle sowie der Abbau und die Entsorgung von Wuchshüllen sind mit hohen Kosten verbunden. Sie betragen nach einer umfangreichen landesweiten Studie in Baden-Württemberg durchschnittlich 4,55 € pro Pflanze [5]. In Abhängigkeit vom Pflanzverband ist somit schon ab einer Fläche von 0,3 bis 0,4 ha der flächige Schutz durch Zäune günstiger.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Beurteilung der Landschaftsästhetik und die generelle Verwendung von Kunststoff im Wald. Bei beiden Gesichtspunkten sind Wuchshüllen negativ einzustufen.

Literaturhinweise:

[1] BERGEZ, J. E.; DUPRAZ, C. (2009): Radiation and thermal microclimate in tree shelter. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (1), S. 179-186. [2] COUTAND, C.; DUPRAZ, C.; JAOUEN, G.; PLOQUIN, S.; ADAM, B. (2008): Mechanical stimuli regulate the allocation of biomass in trees: Demonstration with young *Prunus avium* trees. *Annals of Botany* 101, S. 1421-1432. [3] DUBOIS, M. R.; CHAPPELKA, A. H.; ROBBINS, E.; SOMERS, G.; BAKER, K. (2000): Tree shelters and weed control: Effects on protection, survival and growth of cherrybark oak seedlings planted on a cutover site. *New Forests* 20, S. 105-118. [4] DUPRAZ, C. (1997): Le protections de plants à effet de serre: ce qu'en pensent les arbres. *Revue Forestière Française*, 49 (5), S. 417-432. [5] GÖCKEL, C.; KOPP, C.; WICHT-LÜCKGE, G. (2012): Wuchshüllen und alternative Wildschutzmaßnahmen im Kostenvergleich. *AFZ-DerWald*, Nr. 16, S. 28-29. [6] HEISEKE, D.; MINKOLEY, J. (1990): Mikroklima und Wachstum von Buchen und Küstentannen in Minigewächshäusern. *Forst und Holz*, Nr. 11, S. 295-297. [7] KÖCKRITZ, L. v.; AMMER, C. (2009): Zur Eignung von Wuchshüllen bei der Wiederaufforstung. *AFZ-DerWald*, Nr. 10, S. 524-525. [8] KÖSTLER, J. N.; BRÜCKNER, E.; BIBELRIETHER, H. (1968): Die Wurzeln der Waldbäume. Paul Parey, Hamburg, 284 S. [9] KUTSCHERA, L.; LICHTENEGGER, E. (2002): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. Leopold Stocker Verlag, Graz, 604 S. [10] LARSON, P. R. (1965): Stem forms of young *Larix* as influenced by wind and pruning. *Science*, 11, 4, S. 412-424. [11] LÖFFLER, C.; FRANK, S.; HEIN, S. (2012): Verwendung von Wuchshüllen in Baden-Württemberg. *AFZ-DerWald*, 16, S. 22-25. [12] MAYHEAD, G. J.; BOOTHMAN, I. R. (1997): The effect of treeshelter height on the early growth of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). *Forestry*, 70, 2, S. 151-155. [13] MENG, S. X.; LIEFFERS, V. J.; RIED, D. E. B.; RUDNICKI, M.; SILLINS, U.; JIN, M. (2006): Reducing stem bending increases the height growth of tall pines. *Journal of Experimental Botany* 57, S. 3175-3182. [14] PETRITAN, C. I.; LÜPKE, B.V.; PETRITAN, A. M. (2010): Einfluss unterschiedlicher Hiebsformen auf das Wachstum junger Buchen und Douglasien aus Pflanzung. *Forstarchiv*, 81, S. 40-52. [15] POLOMSKI, J.; KUHN, N. (2001): Wurzelhabitus und Standfestigkeit der Waldbäume. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 120, S. 303-317. [16] SHAREW, H.; HAIRSTON-STRANG, A. (2005): A comparison of seedling growth and light transmission among tree shelters. *Northern Journal of Applied Forestry*, 22, (2), S. 102-110. [17] SHARROW, S. H. (2001): Effects of shelter tubes on hardwood tree establishment on western Oregon silvopastures. *Agroforestry Systems*, 53, S. 283-290. [18] SPELLMANN, H.; RICHTER, A. (1992): Versuche mit „Mini-Gewächshäusern“ bei Eiche. *Forst und Holz*, Nr. 7, S. 179-180. [19] SPELLMANN H.; WELLER, A.; BRANG, P.; MICHELS, H.-G.; BOLTE, A. (2015): Douglasie. In: Vor, T.; Spellmann, H.; Bolte, A.; Ammer, C. (Hrsg.). *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten*, S. 187-217. [20] STRELETZKI, H.-W. (1988): Einsatz von Schutz- und Wuchshüllen für Waldbäume in Süd-England. *Forst und Holz*, Nr. 9, S. 221-223. [21] SVIHRA, P.; BURGER, D.; HARRIS, R. (1996): Treeshelter effect on root development of Redwood trees. *Journal of Arboriculture*, 22, 4, S. 174-179. [22] WEISS, H. (2010): Einflussfaktoren auf die Stabilität von Bäumen. *AFZ-DerWald*, Nr. 4, S. 28-31. [23] WEISS, H.; CLAUSEN, R. (2010): Stabilität einer Linden-Pflanzung. *AFZ-DerWald*, Nr. 8, S. 20-24.

FORin Regina Petersen, regina.petersen@nw-fva.de, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Sachgebiet Waldverjüngung der Abteilung Waldwachstum der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen.

