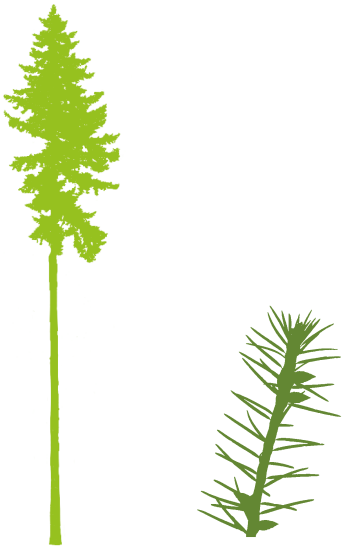


4.12 Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)

Autoren: Hermann Spellmann, Andreas Weller, Peter Brang, Hans-Gerhard Michiels, Andreas Bolte

4.12.1 Nomenklatur und Systematik

Familie:	Pinaceae („Kieferngewächse“)
Gattung:	Pseudotsuga (Douglasien)
Art:	*Pseudotsuga menziesii,* Douglasie (Gewöhnliche Douglasie), Douglas-fir

4.12.2 Gesamtbewertung der Invasivität und der Anbauwürdigkeit

Die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) ist aufgrund ihrer Verjüngungsökologie und der Kontrollierbarkeit ihrer Ausbreitung nicht invasiv. Sie stellt für natürlich vorkommende Ökosysteme, Biotope und Arten keine Gefährdung dar. Beobachtete Einwanderungstendenzen auf einzelnen Sonderstandorten (lichte und warme, blocküberlagerte Waldstandorte) lassen sich mit geringem Aufwand kontrollieren bzw. verhindern.

Langjährige wissenschaftliche Anbauversuche und praktische Anbauerfahrungen belegen die Anbauwürdigkeit der Douglasie (Schwappach 1901, 1911, Münch 1923, Penschuk 1935, 1937, Kanzow 1937, Zimmerle 1950, Wiedemann 1951, Lembcke 1973, Stratmann 1988, Lockow 2002). Sie ist nicht nur leistungsstark und ertragreich, sondern auch standortgemäß, bodenpfleglich, nicht über ein Normalmaß hinaus gefährdet, natürlich zu verjüngen, gut waldbaulich zu führen und leicht als

Mischbaumart in heimische Ökosysteme zu integrieren (Otto 1993). Vor dem Hintergrund des Klimawandels sollte künftig die gut angepasste Douglasie in die Waldbauplanungen einbezogen werden, um als führende oder nachrangige Mischbaumart nicht mehr standortgemäße Baumarten abzulösen und die Risiken zu senken bzw. zu verteilen (Spellmann et al. 2011). Naturschutzfachliche Vorrangflächen sowie seltene und gefährdete Waldgesellschaften auf Sonderstandorten lassen sich dabei durch eine räumliche Ordnung des Douglasienanbaus zusätzlich absichern, indem ein Anbau in ihrer Nachbarschaft nur unter Einhaltung eines ausreichenden Puffers erfolgt.

4.12.3 Vorkommen

4.12.3.1 Natürliches Vorkommen

Geografische und höhenzonale Verbreitung
Die Douglasie besiedelt im westlichen Nordamerika ein ausgedehntes und topografisch sehr stark gegliedertes Gebiet. Das natürliche Vorkommen erstreckt sich in Nord-Süd-Ausdehnung über 4.000 km von 55° bis 19° nördlicher Breite und in West-Ost-Ausdehnung über 1.500 km von 128° bis 97° westlicher Länge (Little 1971, Hermann 1981, Kleinschmit und Bastién 1992, Hermann und Lavender 2004, Lavender und Hermann 2014, s. a. Abb. 27). Dieses Gebiet schließt die Olympic-Halbinsel und Vancouver Island sowie die Küstengebirge in Washington, Oregon und im nördlichen Kalifornien ein. Es umfasst ferner das Kaskadengebirge mit den Übergangsbereichen zur Sierra Nevada im Südosten und die kanadische Küstenkordillere als Fortsetzung im Norden. Die östlichsten Vorkommen liegen in den Rocky Mountains in den US-Bundesstaaten Montana, Wyoming und Colorado. In Mexiko sind inselartige und räumlich sehr begrenzte Vorkommen zu beobachten (Little 1971, Hermann und Lavender 2004, Lavender und Hermann 2014). Höhenzonal reichen die Vorkommen hinauf bis 750 m ü. NN im Olympic-Inselgebirge, bis 1.700 m ü. NN in den Küstengebirgen und bis 3.300 m ü. NN im südöstlichen Kaskadengebirge (Hermann 1981, Li und Adams 1989).

Klima, Böden, Waldgesellschaften
Kennzeichnend für das natürliche Vorkommen der Douglasie sind die sehr unterschiedlichen Standortverhältnisse. Sie schließen Standorte verschiedenster Bodenarten und -typen mit wechselnder Gründigkeit, Nährstoff- und Wasserversorgung über unterschiedlichen geologischen Formationen ein. Die klimatischen Verhältnisse reichen von ozeanischer bis zu stark kontinentaler Klimatönung. Bei großklimatischer Betrachtung bilden die Kammlinien des Kaskadengebirges und der kanadischen Küstenkordillere eine Grenze zwischen dem ozeanisch getönten Klima im Westen und dem kontinentaleren Klima im Osten (Abb. 27). Mit Ausnahme des unmittelbaren

Abb. 27. Natürliches Verbreitungsgebiet von *Pseudotsuga menziesii*, differenziert nach Varietäten: hellgrün = *Pseudotsuga menziesii* var. *viridis*, dunkelgrün = *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (verändert nach Little 1971)

Küstensaums („fog-belt") sind auch für das Gebiet der Küstendouglasie (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis*) jährlich wiederkehrende Großwetterlagen mit bis zu mehrere Monate andauernden sommerlichen Trockenperioden typisch (Jenssen 2009, Weller 2011, 2012; siehe auch St. Clair und Howe 2007 oder Bansal et al. 2015). Hierauf begründen sich nicht zuletzt die hohen Erwartungen an die Douglasie vor dem Hintergrund der projizierten Klimaänderungen für Deutschland. Die Resistenz gegenüber zeitweiser Trockenheit wird physiologisch auf einen im Vergleich zu anderen Koniferen effektiveren Kontrollmechanismus der Stomata zurückgeführt (Lassoie und Salo 1981, Grieu et al. 1988, Lévesque et al. 2013, 2014). Die Unterschiede zwischen den Klimaverhältnissen im natürlichen Verbreitungsgebiet und beispielhaft in bewährten Anbaugebieten in Nordwestdeutschland lassen sich durch die klimatischen Kenngrößen „Vegetationszeitniederschlag" und „Jahrestemperaturschwankung" verdeutlichen (Abb. 28).

In den Waldgesellschaften ihres natürlichen Verbreitungsgebiets ist die Douglasie eine sogenannte Subklimaxbaumart, deren sukzessionale Entwicklung häufig vor dem Erreichen des Klimaxstadiums durch Waldbrände unterbrochen wird. Sie ist mit vielen Baumarten vergesellschaftet und tritt nur nach großflächigen Kalamitäten als Reinbestand auf (Isaac 1959, Otto 1984, 1987). Im natürlichen Areal werden Douglasien 500 Jahre (var. *glauca*) bis 1.400 Jahre (var. *viridis*) alt (Schütt et al. 2004).

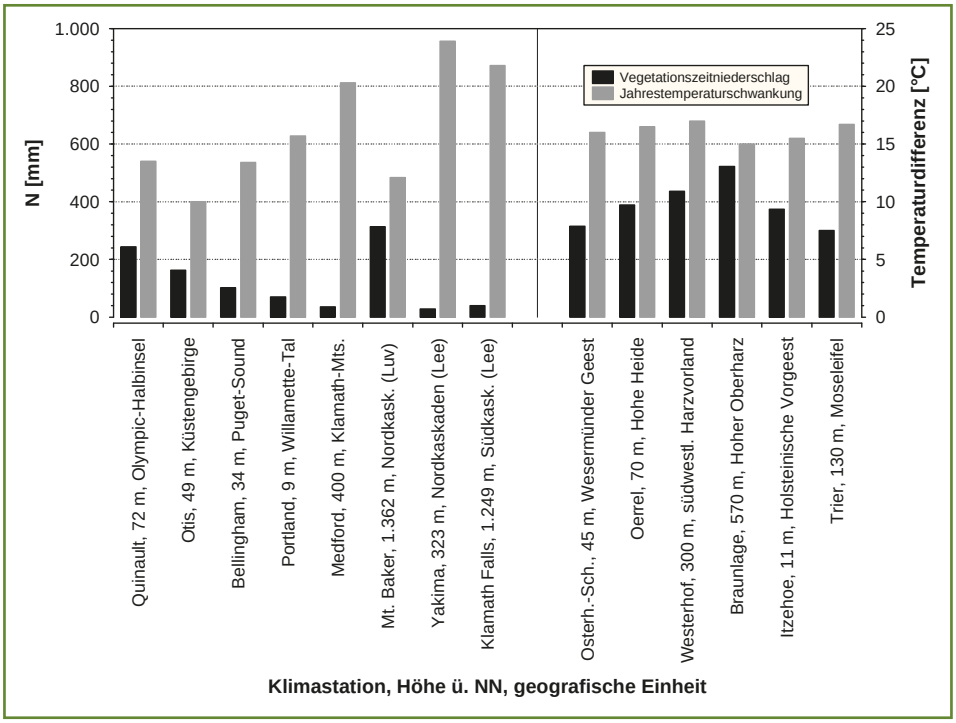


Abb. 28. Langfristige Niederschläge (Mai bis September) [mm] sowie Jahrestemperaturschwankung [°C] im natürlichen Areal der Douglasie (links der senkrechten durchgezogenen Trennlinie) und im Vergleich dazu beispielhaft ausgewählter Klimastationen in Nordwestdeutschland (rechts der senkrechten durchgezogenen Trennlinie, verändert nach Weller 2011)

Genetische Differenzierung und Provenienzen

Die stark variierenden geografischen, topografischen, standörtlichen und klimatischen Verhältnisse im natürlichen Verbreitungsgebiet haben zur Ausbildung genetisch differenzierter Populationen geführt, die an die jeweiligen Umweltbedingungen gut angepasst sind. Geografisch-klimatisch ist das Douglasien-Areal deutlich zweigeteilt. Dieser Einteilung folgt das Auftreten der Varietäten „*viridis*“ und „*glauca*“ mit einer Vielzahl von Ökotypen. Die „grüne“ Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis*) kommt westlich des Kaskadenkamms vom südwestlichen Britisch Kolumbien bis ins nördliche Kalifornien vor, die „blaue“ Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) ist vom mittleren Britisch Kolumbien bis nach Mexiko heimisch. In Britisch Kolumbien und im nordwestlichen Washington besitzen beide Varietäten eine Introgressionszone (Halliday und Brown 1943), in der von europäischen Wissenschaftlern eine Übergangsform (*Pseudotsuga menziesii* var. *caesia*; „graue“ Douglasie) ausgewiesen wird (Flöhr 1958, Konnert 2009).

4.12.3.2 Vorkommen in Deutschland

Anbaugeschichte, Anbauerfahrungen, Anbauumfang

Die Douglasie wurde im Jahr 1792 durch den schottischen Naturforscher Archibald Menzies entdeckt und 1826 durch den schottischen Botaniker David Douglas in Europa eingeführt (Hermann 1981); andere Quellen nennen diesbezüglich das Jahr 1827 (Konnert 2009) bzw. 1828 (Kownatzki et al. 2011). In Deutschland wurde die Douglasie um 1830 zunächst zum Zwecke der Landschaftsgestaltung gepflanzt (Brosinger und Baier 2008), bevor ab 1850 ihr forstlicher Anbau vom Privatwald ausgehend einsetzte. Erste wissenschaftlich begleitete Anbauversuche folgten ab 1881 durch die Forstlichen Versuchsanstalten (Ganghofer 1884). Die aus den späteren Herkunftsversuchen abgeleiteten positiven Erfahrungen mit standortangepassten Provenienzen führten zu einer stetigen Zunahme der Douglasienanbaufläche (u. a. Schwappach 1907, 1912, Münch 1923, 1928, Wiedemann 1951, Schober 1973, Spellmann 1994). Einen herben Rückschlag erlitt der Douglasienanbau in Deutschland in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, als die bis dahin überwiegend verwendeten sehr frostharten Inlandsherkünfte (var. *glauca*) von der Rostigen Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*) dahingerafft wurden.

Die Anbaufläche in Deutschland beträgt nach den Ergebnissen der dritten Bundeswaldinventur ca. 217.600 ha, dies entspricht einem Waldflächenanteil von 2,0 % (BMEL 2014). Dabei kommt die Douglasie überwiegend in Mischbeständen v. a. mit Fichten-, Kiefern- und Buchenbeimischungen vor (BMELV 2005, Höltermann et al. 2008, BMEL 2014). Anbauschwerpunkte sind Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg mit Flächenanteilen von 6,4 %, 3,6 % bzw. 3,3 % (BMEL 2014). In Bayern, dem Bundesland mit der größten Waldfläche, liegt der Anteil bei 0,6 % (Eggert 2014a).

Genetische Differenzierung und Provenienzen

In Deutschland wurde die Bedeutung der Herkunft für das Wachstum der Douglasie früh erkannt. In zahlreichen Provenienzversuchen wurden quantitative und qualitative Merkmale sowie verschiedene Gefährdungsfaktoren untersucht (u. a. Flöhr 1954, Schober 1954, Rohmeder 1956, Kleinschmit et al. 1974, 1979, 1991, Schober et al. 1983, 1984, Kenk und Thren 1984, Rau 1985, Ruetz 1989, Stimm und Dong 2001, Konnert 2009, Weller 2011, 2012).

Übereinstimmend wurde dabei die Mattwüchsigkeit von Herkünften der Inlandsdouglasie (var. *glauca*) festgestellt (Flöhr 1954, Schober 1954, Rohmeder 1956, Kleinschmit et al. 1974 und 1991, Schober et al. 1983 und 1984, Kenk und Thren 1984, Rau 1985, Stimm und Dong 2001, Konnert 2009, Weller 2011, 2012). Diese gelten zwar als frosthärter und trockenresistenter (Pharis und Ferrell 1966, Joly et al. 1989), sind jedoch in den atlantischeren Klimaten des deutschen Anbaugebiets an-

fällig für die bestandesbedrohende Rostige Douglasienschütte (Liese 1932 und 1936, Lyr 1958, Kleinschmit 1973, Stephan 1981, Hartmann et al. 2007). Lediglich in Regionen mit stark kontinental getöntem Klima können auch Herkünfte der *glauca*-Form erfolgreich angebaut werden (Wolf et al. 2007).

Leistungsstarke Herkünfte der Küstendouglasie (var. *viridis*) stammen aus dem US-Bundesstaat Washington von der Olympic-Halbinsel und aus der Puget-Senke (Rau 2005). Weitere wuchskräftige Provenienzen finden sich in der Darrington-Region sowie am Kaskadenwesthang in Höhenlagen bis 600 m ü. NN (Schober et al. 1983, 1984, Kenk und Thren 1984, Kleinschmit et al. 1991, Weller 2011). Aus Oregon überzeugen Einzelherkünfte aus dem Küstengebirge sowie aus dem Willamette-Tal (Kenk und Thren 1984, Weller 2011). Die Herkünfte von Vancouver Island und aus dem Festlandküstenbereich in Britisch Kolumbien zeigen hingegen eher ein durchschnittliches bis geringes Wachstum (Kenk und Thren 1984, Kleinschmit et al. 1991, Rau 2005, Weller 2011). Mattwüchsiger sind noch die Herkünfte aus dem Süden des Douglasien-Areals im nördlichen Kalifornien (Kleinschmit et al. 1991, Rau 2005). Noch variabler als bei der Wuchsleistung sind die Qualitätsmerkmale wie z. B. Ästigkeit und Schaftform. Eine starke Qualitätsstreuung ist bei Provenienzen aus dem Darrington-Gebiet sowie vom Kaskadenwesthang zu beobachten. Herkünfte aus der Puget-Senke und dem Willamette-Tal sind hingegen einheitlich gut veranlagt (Weller 2011).

Mit Inkrafttreten des Forstvermehrungsgutgesetzes am 1. Januar 2003 (FoVG 2002) war es bis 2008 nicht möglich, bewährte Herkünfte aus dem Ursprungsgebiet einzuführen. Inzwischen haben die USA das OECD-Schema für forstliches Vermehrungsgut anerkannt, sodass seit 2009 wieder Saatgut direkt importiert werden kann. Unter dieses Schema fällt bis jetzt nur Vermehrungsgut der Kategorien ausgewählt und qualifiziert, so dass Saatgut der Kategorie geprüft nicht eingeführt werden kann. In Deutschland wurden durch die Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung (FoVHgV 1994) sechs Herkunftsgebiete (853 01 bis 853 06) für die Saatgutgewinnung ausgewiesen.

4.12.4 Ökologische und biologische Eigenschaften

4.12.4.1 Standortansprüche und Einfluss auf den Standort

Die Douglasie ist bodenvag. Die beste Entwicklung zeigt sie auf carbonatfreien, gut wasserversorgten Braunerden, Parabraunerden, Semipodsolen und Podsolen (z. B. Riehl 2000, Stähr und Kohlstock 2002, Englisch 2008, Kölling 2008). Im norddeutschen Pleistozän zeigt sie selbst auf unverlehmten Sanden mit mäßigem Bodenwasserhaushalt beachtliche Wuchsleistungen und ist anderen Nadelbaumarten wie Fichte oder Kiefer deutlich überlegen (Otto 1972 und 1987, Kleinschmit et al. 1991, Röhe

1997). Auf stark kalkhaltigen Böden kann es hingegen zu Wuchsstörungen durch Chlorosen kommen. Mangan im Boden kann in Verbindung mit geringen pH-Werten < 4 und hoher Bodenfeuchte für die Douglasie toxisch wirken. Es kommt zu Nadelvergilbungen bis hin zu Kronenverlichtungen und erheblichen Zuwachsrückgängen (Meyer und Ulrich 1990, Kleinschmit und Svolba 1997, Kehr und Büttner 2003, Jasser 2008). Gegenüber Wassermangel ist die Douglasie sehr tolerant, gegen Wasserüberschuss jedoch empfindlich. Ungeeignet sind daher wechselfeuchte Böden oder Nassstandorte. Dort sterben die Feinwurzeln ab, und die Douglasie ist windwurfgefährdet. Ansonsten zählt sie als sogenannter Herzwurzler zu den sturmfesten Baumarten (Foerst 1981, Englisch 2008).

Die Einflüsse der Douglasie auf den forstlichen Standort beziehen sich auf die Streuqualität, die Ausfilterung von Stoffen aus der Luft und den Nährstoffbedarf bzw. den Nährstoffentzug mit der Nutzung. Bezüglich der Streuqualität ist seit Langem bekannt, dass sich die Streu gut zersetzt. Die Douglasie ist daher eine der bodenpfleglichsten Nadelbaumarten in Deutschland (Wittich 1961, Höltermann et al. 2008, Prietzel und Bachmann 2011). Aufgrund der hohen Filterleistung ihres rauen Kronendachs ist der Nitrataustrag unter Douglasienbeständen in Nahimmissionsgebieten (beispielsweise intensive Tierhaltung) höher als in Kiefern- oder Eichenbeständen (Horvarth et al. 2011). Demgegenüber sind die Nährstoffentzüge bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten relativ gering (Block et al. 2008, Block und Schuck 2011, Rumpf et al. 2012, Block und Meiwes 2013). Bei der Nutzung der Nährstoffe zum Aufbau von Biomasse ist die Douglasie unter den Hauptbaumarten am effizientesten (Rumpf et al. 2012).

Auf vergleichbaren Böden sind Wuchsleistung und Vitalität der Douglasie in den atlantischeren Gebieten des nordwestdeutschen Diluviums allgemein höher als in den kontinental getönten Klimaten im nordostdeutschen Pleistozän (Otto 1987, Röhe 1997). Dies schränkt ihre Anbaueignung in diesen Regionen aber nicht ein, weil sie an trockene und heiße Sommer gut angepasst ist. Vor dem Hintergrund des Klimawandels stellt sie damit eine wichtige Anbaualternative zu anderen, weniger trockenheitstoleranten Baumarten dar (Spellmann et al. 2011, Sutmöller et al. 2013).

4.12.4.2 Verjüngung

Die Douglasie ist monözisch und fruktifiziert mit 15 bis 40 Jahren. Die Blütezeit reicht von April bis Mai, und die Samen reifen bis Ende September des Blütejahres. In ihrem natürlichen Areal ist sie für ihre unregelmäßige Fruktifikationsneigung und -intensität bekannt: Im Durchschnitt fruktifizieren die Bestände nur alle 7 Jahre in ausreichendem Maße (Strehlke 1959, zit. nach Schober et al. 1983). Die mittlere Ausbreitungsdistanz mit dem Wind beträgt nach Stimm (2004) 100 m, die maximale 170 m (Tschopp et al. 2012) bis 200 m (Eggert 2014a). Die Samen liegen in der

Regel nicht über: Die Keimfähigkeit bleibt unter natürlichen Bedingungen ein Jahr erhalten, ausnahmsweise keimt auch ein geringer Prozentsatz der Samen bis ins zweite Jahr (Isaac 1943, Wegener 2008). *Pseudotsuga menziesii* verjüngt sich ausschließlich generativ, sie bildet weder Wurzelbrut oder Stockausschläge noch wird sie durch Vögel verbreitet.

Als Mineralbodenkeimer kann sich die Douglasie nur dort natürlich verjüngen, wo der Samen auf ein entsprechendes Keimbett fällt. Hierzu zählen Standorte mit geringer Nadelstreu, Flächen mit Bodenverwundungen z. B. durch Holzerntemaßnahmen, aber auch blocküberlagerte Standorte, auf denen immer wieder durch Geröllbewegungen Mineralboden freigelegt wird. Krautschichten mit einem hohen Deckungsgrad, dichter Grasfilz oder hohe (Laub-)Streuauflage schließen hingegen das Auflaufen und die Etablierung von Douglasien-Naturverjüngung weitgehend aus (Meyer-Ohlendorf 1996, Knoerzer und Reif 1996, Lüth 1997, Knoerzer 1999, Eggert 2014a). Entsprechend nimmt der Verjüngungserfolg von armen-trockenen zu nährstoffreichen-frischen Standorten rasch ab. Als Halbschattbaumart ist die Douglasie darüber hinaus bereits ab früher Jugend auf ein ausreichendes Strahlungsangebot angewiesen. Naturverjüngung stellt sich daher insbesondere in Beständen mit lockerem Kronenschluss ein. In lichten (Konkurrenzfaktor Vegetation) und geschlossenen (Konkurrenzfaktor Licht) Beständen verjüngt sich die Douglasie spärlicher. Reine Nadelholzbestände stellen die günstigste Ausgangssituation für Douglasien-Naturverjüngung dar, in Mischbeständen mit Laubholzbeimischung nimmt das Verjüngungsgeschehen ab. Mischbestände mit dichtem Buchen-Unter- und -Zwischenstand sind für die Douglasien-Naturverjüngung ungeeignet (Knoerzer und Reif 1996, Vor und Schmidt 2006, Vor 2011).

Die künstliche Bestandesbegründung erfolgt i. d. R. durch Pflanzung mit Pflanzenzahlen um 1.200 St./ha in Baden-Württemberg (Klädtke et al. 2012) und 2.000 bis 3.000 St./ha in Norddeutschland (Weller und Spellmann 2014).

4.12.4.3 Wachstum

Die Douglasie kennzeichnet eine starke Selbstdifferenzierung, ein lang anhaltendes Höhenwachstum und eine sehr hohe Wuchsleistung (Bergel 1986a, Bégin 1992, Pretzsch und Spellmann 1994, Spellmann 2004). Unter den verschiedenen Standortfaktoren ist der Grad der Kontinentalität für das Wachstum der Douglasie entscheidend (Hessenmöller et al. 2000). Der laufende Volumenzuwachs kulminiert im Alter zwischen 35 und 45 Jahren und erreicht Werte zwischen 24,1 m^3 und 15,3 m^3 Derbholz mit Rinde (Bergel 1985, Bégin 1992). Auf vergleichbaren, nicht extremen Standorten ist sie Fichte und Buche mit Abstand (15 bis 50 % und mehr) und Kiefer und Eiche noch weit deutlicher (50 bis 60 % und mehr) in der Wuchsleistung überlegen (Meyer 1988, Kleinschmit et al. 1991, Weise et al. 2001, Nörr 2004, Wördehoff

et al. 2011, Wördehoff 2014). Dieser Sachverhalt zeigt sich auch in den durch die Bundeswaldinventuren (BWI) erfassten Zuwachs- und Vorratsleistungen, obwohl die Douglasie bisher häufig auf schwächeren Standorten als Eiche, Buche oder Fichte angebaut wurde (BMELV 2005, BMEL 2014).

Die Ausgangspflanzenzahl beeinflusst das Wachstum der Douglasie deutlich. Mit der Ausgangspflanzendichte steigt die Gesamtwuchsleistung, während Durchmesserleistung, Aststärken und Kronenprozente sinken (Kristöfel 2008, Klädtke et al. 2012, Weller und Spellmann 2014). Gleichgerichtet wirkt sich auch die Stärke der Durchforstungen aus, die vor allem die Qualitätsentwicklung und Stabilität der Bestände fördert (Schober 1969, Bergel 1986b, Pretzsch und Spellmann 1994, Spellmann 2004). Akuter Trockenstress wirkt sich stärker auf das Höhen- als auf das Durchmesserwachstum aus und lässt sich in seinen Auswirkungen durch Durchforstungseingriffe mildern (Rais et al. 2014).

4.12.5 Waldbauliche Behandlung

Waldbauliches Leitbild sind standortgerechte, strukturreiche Douglasien-Mischbestände (z. B. Niedersächsische Landesforsten 1997, Hessen-Forst 2008, Schütz und Pommerening 2013, ForstBW 2014, s. a. Abb. 29). Die Douglasie lässt sich mit einheimischen Baumarten, insbesondere mit der Buche, aber auch mit der Fichte (weitständige Überpflanzung von Fichten-Naturverjüngungen mit Douglasie oder Kulturen mit geringen Douglasien-Anteilen, sogenannte Sparmischung) oder durch Voranbau unter Kiefer gut mischen. Wegen der Wuchsüberlegenheit der Douglasie sollte die Mischung mit Licht- und Halbschattbaumarten horst- bis klein-

Abb. 29. Gemischter Jungwuchs der Baumarten Douglasie, Fichte (truppweise) und Buche (einzelbaum- bis truppweise) aus Naturverjüngung in einem 102-jährigen Douglasienaltbestand in der submontanen Klimastufe in den nördlichen Ausläufern der Eifel („Hohes Venn“) (Foto: A. Weller)

flächenweise erfolgen, die Mischung mit der schattentoleranten Buche gruppen- bis horstweise (De Wall et al. 1998).
Voranbauten bzw. Naturverjüngungen unter Schirm sind bei der Halbschattbaumart Douglasie möglich und als Frostschutz oftmals auch förderlich (Etfeld 1970, Petersen und Wagner 1999, Schrader 2013). Der Nachlichtungsbedarf hängt allerdings von der Strahlungstransmission der Baumarten im Schirm ab (Nagel et al. 2014). Die Selbstdifferenzierung und die Konzentration des Zuwachses auf die bestveranlagten Bäume sollten durch eine entsprechende Pflege (Hochdurchforstung) unterstützt werden (Spellmann 1995, 2004). Zur Sicherung der Wertleistung muss die Totäste erhaltende Douglasie geästet werden (Schmidt et al. 2001). Das Produktionsziel ist Wertholz mit einem Durchmesser in Brusthöhe von 70 cm und mehr in 80 bis 120 Jahren bzw. Stammholz mit einem Durchmesser von 50 cm und mehr in 60 bis 80 Jahren. Als Endnutzungsform ist die Zielstärkennutzung bei der Douglasie mit ihrer starken Durchmesser- und Höhendifferenzierung ökonomisch besonders erfolgversprechend (Spellmann 1997a). Sie erlaubt zudem lang gestreckte Verjüngungszeiträume und die Erhaltung bzw. Entwicklung strukturreicher Waldgefüge (Spellmann 1999).

4.12.6 Gefährdungen in verschiedenen Entwicklungsstadien

4.12.6.1 Biotische Risiken

Nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand ist die Douglasie in Deutschland unter Beachtung der standörtlichen Anbauempfehlungen und der Wahl einer geeigneten Herkunft als betriebssicher und stabil einzustufen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sich bisher nicht bedeutsame heimische Schadinsekten oder Pilze mit zunehmender Anbaudauer und stärkerer Verbreitung der Douglasie im Rahmen eines koevolutiven Prozesses besser auf diese Baumart einstellen und sie stärker als bisher nutzen (vgl. Schönherr 1983, Möller und Heydeck 2009, Roques 2010) oder dass neue Schädlinge auf den globalen Transportwegen nach Deutschland gelangen.

Die Douglasie ist in den Ökosystemen ihres natürlichen Areals die Baumart mit dem größten Artenspektrum an ihr lebender Insekten (> 250 Arten) (Altenkirch et al. 2002, Tomiczek 2008, Roques 2010). Unter den rindenbrütenden Insekten besitzt der Douglasien-Riesenbastkäfer (*Dendroctonus pseudotsugae*) das größte Gefährdungspotenzial: Bei Massenvermehrungen kommt es durch Stehendbefall zum Absterben ganzer Bestände. Der Reifungsfraß des Douglasien-Spinners (*Orgya pseudotsugata*) und der Wicklerart *Choristoneura occidentalis* kann bei Gradationen ebenfalls zu bedeutenden Schäden auf großer Fläche führen (Barbosa und Schultz 1987, Möller und Heydeck 2009). Die bedeutendste Pilzerkrankung ist die Laminierte Wurzelfäule

(*Phellinus weirii*) (Hermann und Lavender 2004, Blaschke et al. 2008, Lavender und Hermann 2014).

Wenige Insektenschädlinge sind der Douglasie bisher in das mitteleuropäische Anbaugebiet gefolgt bzw. haben sich an die seit Mitte des 19. Jahrhunderts in europäischen Waldgesellschaften verbreitete Baumart angepasst (vgl. Höltermann et al. 2008). Ein solcher Schädling ist die Amerikanische Zapfenwanze (Leptoglossus occidentalis), die seit 1999 in Europa nachgewiesen ist und die Samenproduktion der Douglasie erheblich einschränken kann (Werner 2011).

Weniger als 100 Insektenarten, wovon die meisten zur Ordnung *Coleoptera* (45 Arten) und *Lepidoptera* (34 Arten) zählen, sind im europäischen Anbaugebiet von heimischen Baumarten zur Douglasie übergegangen (Roques 2010). In Mitteleuropa gehören Borkenkäferarten wie z. B. Furchenflügeliger Fichtenborkenkäfer (*Pityophthorus pityographus*), Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*), Buchdrucker (*Ips typographus*), Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) sowie verschiedene Kiefernborkenkäfer zu den Sekundärschädlingen, die nach Prädisposition durch Immissionsbelastung oder Witterungsstress an Douglasie zu finden sind (Tomiczek 2008). Hinzu kommen einige wirtsunspezifische Schmetterlinge wie der Schwammspinner *(Lymantria dispar*) oder die Nonne (*Lymantria monacha*) (Altenkirch et al. 2002). Der Gestreifte Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*) befällt und entwertet Douglasien-Stammholz (Schönherr 1983). Douglasien-Kulturen werden vom Großen Braunen Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) oftmals stark geschädigt.

Die erhebliche Schäden verursachende Rostige Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*) befällt Herkünfte der Inlandsdouglasie (var. *glauca*) sowie der Übergangsform (var. *caesia*) (Liese 1932, 1936, Stephan 1981, Hartmann et al. 2007). Ihr kann durch die Wahl einer Herkunft aus dem Formenkreis der Küstendouglasie (var. *viridis*) begegnet werden. Die Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*) ist demgegenüber nur ein Schwächeparasit, der vor allem in mattwüchsigen und dicht bestockten Beständen in luftfeuchten Lagen auftritt (Stephan 1981, Metzler 2012). Ihm kann durch frühzeitige und starke Durchforstung vorgebeugt werden. Der Erreger der Phomopsis-Krankheit (*Phacidium coniferarum*) verursacht an Douglasien jeden Alters einen Rindenbrand, der zu rautenförmigen Rindennekrosen führt, die den Wert des Holzes mindern (Siemonsmeier 2008). Empfindlich ist die Douglasie gegenüber den Wurzelfäulen *Armillaria* sp. und *Heterobasidion annosum,* die vor allem in der Jungbestandsphase zum Absterben führen können (Tomiczek 2008).

Rehwild kann in Douglasien-Kulturen und -Jungwüchsen starke Schäden durch Verbiss und Fegen hervorrufen, beim Rot- und Damwild sind es vor allem die Schlag- und Schälschäden. Letztere können, wenn sie nicht großflächig und stammumfassend sind, gesund überwallt werden.

Im Vergleich zu Fichte und Kiefer ist die Douglasie in Mitteleuropa deutlich weniger durch biotische Schädlinge bedroht (Schmidt 2012).

4.12.6.2 Abiotische Risiken

In der Jugend ist die Douglasie durch Spät- und Winterfröste sowie durch Frosttrocknis gefährdet. Sommertrockenheit verträgt sie besser als die heimischen Nadelhölzer (Lévesque et al. 2013, 2014). In Mittelgebirgslagen kann es zu Schnee- und Eisbruchschäden in den Kronen kommen (Schober et al. 1983), die die Douglasie in der Regel ohne Stammfäule wieder auswächst. Als Herzwurzler zählt sie zu den sturmfesten Baumarten. Albrecht (2009) und Albrecht et al. (2010) verglichen das Sturmwurfrisiko für die Douglasie in Südwestdeutschland mit dem für die Fichte. Grundlage der Untersuchungen waren Sturmschäden durch die Orkane Wiebke 1990 und Lothar 1999 auf Douglasien- und Fichten-Versuchsflächen in Baden-Württemberg. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Douglasie im Vergleich zur Fichte nicht sturmstabiler ist. Diese Schlussfolgerung widerspricht gänzlich den Erfahrungen der forstlichen Praxis und des Versuchswesens im norddeutschen Raum, die stärker von den Orkanen von 1972, 2007 und 2013 betroffen waren, oder in der Schweiz, und bedarf einer weiteren Klärung.

4.12.7 Naturschutzfachliche Bewertung

4.12.7.1 Ökologische Integration

Vegetationsökologisch ist die Douglasie in Europa als Neophyt einzustufen, da sie durch den Menschen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts eingeführt wurde (Klingenstein et al. 2005). Mittlerweile hat sie sich in mitteleuropäischen Waldökosystemen etabliert. Sie ist standortgemäß auf bodensauren Standorten und sollte auf extremen Standorten (zu sauer, zu basisch, zu nass) nicht angebaut werden (Walentowski 2008). Ihre Streu ist gut zersetzbar und wirkt der Rohhumusbildung in Nadelwaldgesellschaften entgegen (vgl. Wittich 1961, Flöhr 1956, Nüsslein 1968, Prietzel und Bachmann 2011).

Über die Auswirkungen des Douglasienanbaus auf die Flora und Fauna liegen bisher relativ wenige Untersuchungen vor, die zum Teil auch widersprüchlich sind. Während Höltermann et al. (2008) davon sprechen, dass die Douglasie nur wenig ausgeprägte Interaktionen mit der heimischen Tier- und Pflanzenwelt eingeht, fassen Tschopp et al. (2012 und 2015) ihre Literaturauswertungen dahingehend zusammen, dass die Douglasie einer großen Anzahl einheimischer Arten Lebensraum bietet, wobei es sich überwiegend um generalistische Tier- und Pflanzenarten handelt (vgl. Müller und Stollenmeier 1994, Goßner und Utschick 2001, Winter 2001, Glatz et al. 2003, Finch und Szumelda 2007).

Nach Untersuchungen von Budde und Schmidt (2005) und Budde (2006) ist die Bodenvegetation in Douglasien-Rein- und -Mischbeständen ähnlich divers wie

in vergleichbaren Laub- und Nadelbeständen. Das Artenspektrum und die Anteile einzelner Arten variieren. Der Baumarteneinfluss wird vielfach überprägt von den Faktoren Standort, Licht und Bewirtschaftung. Auch Zerbe et al. (2000) weisen auf den Artenreichtum im Vergleich zu anderen Nadelwäldern hin. Vor und Schmidt (2006) fanden ebenfalls eine höhere Arten- und Strukturdiversität der Bodenvegetation in ca. 100-jährigen Douglasien-Rein- und -Mischbeständen in den rheinland-pfälzischen Naturwaldreservaten „Eselskopf" (Nordwesteifel) und „Grünberg" (Pfälzer Wald) im Vergleich zu gleichaltrigen Buchen-Hainbuchen-Traubeneichen-, Buchen-Kiefern- und Fichten-Buchen-Mischbeständen.

Die meisten Studien zu Pilzen an Douglasie beschäftigen sich nach Tschopp et al. (2012) mit Mykorrhiza-Pilzen. Danach bildet die Douglasie in Mitteleuropa artenreiche Mykorrhizen aus, die sich mit denen der Fichte und Kiefer vergleichen lassen. Ansonsten präferieren andere Pilze die Douglasie nur in geringem Maße (Utschik 2001), was aus Waldschutzsicht ein Vorteil ist.

Im Bereich Fauna befassen sich die meisten Untersuchungen mit dem Einfluss der Douglasie auf Vogel- und Arthropodenarten. Auf die Ergebnisse der ornithologischen Untersuchungen hat der geringe Anteil älterer Douglasienbestände am Gesamtvorkommen einen unmittelbaren Einfluss. So zeigt sich, dass ältere Douglasienbestände oft eine ähnliche oder höhere Abundanz und Diversität an Vogelarten aufweisen im Vergleich zu heimischen Nadelwaldbeständen. Die Beobachtungen variieren jeweils in Abhängigkeit von den Jahreszeiten (Ammer und Detsch 1999, Goßner und Utschick 2001, Marion und Frochat 2001). Die Ergebnisse zur Arthropodenfauna hängen stark von den betrachteten Artengruppen ab (Goßner 2004). Kohlert und Roth (2000) fanden mit Bodenfallen in der Nadelstreu von Fichtenbeständen mehr saprophage Arthropoden als in Douglasienbeständen. In den Fichtenbeständen waren auch die epigäischen Prädatoren und parasitischen Regulatoren häufiger vertreten. In den Baumkronen von Fichten- und Douglasienbeständen stellten hingegen Goßner und Simon (2002) bei der Artenzahl der Arthropodenfauna keine signifikanten Unterschiede fest. Es gab jedoch leichte Unterschiede in der Artenzusammensetzung und in den Häufigkeiten der festgestellten Arten. In Buchen-Douglasien-Mischbeständen konnten Glatz et al. (2003) im Vergleich zu Kiefern-Buchen-Mischbeständen keinen Einfluss des Douglasienanbaus auf das Artenspektrum und die Individuenzahl der Käferpopulation feststellen. Im Vergleich zu Fichtenbeständen kommt Winter (2001) bei den epigäischen Arthropoden, den Spinnen und Käfern zu geringeren Artenzahlen und Individuendichten, während die Artenzahlen im Vergleich zu Buchenbeständen in etwa gleich hoch sind. Die mehrjährigen Untersuchungen der Arthropodengemeinschaften in von Douglasie, Fichte oder Buche dominierten Mischbeständen von Goßner und Ammer (2006) zeigen, dass im Kronenbereich keine, wohl aber im Stammbereich Unterschiede bei den drei Bestandestypen bestehen. Im Kronenbereich finden sich auf Douglasie mehr

zoophage, auf Fichte mehr xylophage Arthropoden. Die oft aus dem Kronendach herausragenden Douglasienkronen (Abb. 30) bieten Nischen für thermophile Arten. Die Spinnendiversität in Fichten- und Douglasienbeständen sowie in Buchen-Fichten- und Buchen-Eichen-Mischbeständen ist stärker von verschiedenen, durch die waldbauliche Behandlung gesteuerten mikroklimatischen Faktoren abhängig als von der jeweiligen Baumart (Ziesche und Roth 2008). Zu einem anderen Schluss kommen Schuldt und Scherer-Lorenzen (2014) in Mischbestands-Exploratorien, die allerdings noch sehr jung und von Startschwierigkeiten der beteiligten Baumarten in der Jungwuchsphase geprägt sind.

Abb. 30. Förderung der Vertikalstruktur in Waldbeständen durch einzelne Douglasienüberhälter (Foto: J. Bauhus)

4.12.7.2 Prädation und Herbivorie

Bisher waren die Risiken durch Schwammspinner, Nonne, Kupferstecher, Buchdrucker, Rostige Douglasienschütte und die Phomopsis-Krankheit relativ gering (vgl. 4.12.6.1). Mit zunehmender Anbaufläche ist aber damit zu rechnen, dass die Gefährdung durch einheimische und eingeschleppte Schaderreger zunehmen wird. Nach der

Abb. 31. Junge Douglasien werden häufig durch Rehwild verbissen und gefegt. (Fotos: B. Leder, T. Vor)

Anpassung heimischer polyphager Schadorganismen an die neophytische Douglasie oder nach Einschleppung neuer Schädlinge wird sich zeitverzögert eine Nützlingsfauna (Räuber und Parasitoide) einstellen oder anpassen (Möller und Heydeck 2009).

Die Samen der Douglasie werden von verschiedenen Vogelarten gefressen (Müller und Stollenmeier 1994, Goßner und Utschick 2001, Matthes und Balcar 2011). Das Rehwild verbeißt die Knospen junger Pflanzen (Abb. 31). Der Verbiss und insbesondere auch das Fegen (Eggert 2014a) können zum Ausfall von Naturverjüngungen und Pflanzungen führen und selektiv wirken.

4.12.7.3 Interspezifische Konkurrenz

Die boden- und klimavage Douglasie zeigt auf vielen Standorten eine überlegene Wuchsleistung gegenüber den heimischen Baumarten. Die Strahlungstransmission durch ihr Kronendach ist aber ausreichend, sodass in den Unterstand abgedrängte Schatt- und Halbschattbaumarten nicht vergehen und sich in Lücken gut entwickeln können (vgl. Baade 1996, De Wall et al. 1998, Hilbrig 2005, Vor 2011). In Mischbeständen mit führender Buche verjüngt sich die Douglasie erst gar nicht oder nur sporadisch (vgl. 4.12.4.2) und hat aufgrund des geringen Strahlungsangebots keine Entwicklungsmöglichkeiten (vgl. Spellmann 1997b, Vor und Schmidt 2006). Zur Entwicklung strukturreicher Mischbestände sehen zahlreiche Waldbaukonzepte grundsätzlich Bestandesbegründungen mit nicht zu inniger Mischung der Baumarten vor. In der späteren Pflegephase sind wiederholt Mischwuchsregulierungen geplant (z. B. Niedersächsische Landesforsten 1997, Hessen-Forst 2008), um je nach waldbaulicher Ausgangssituation vitale Douglasien oder Buchen zu erhalten. Für das Ankommen und die Etablierung von Douglasien-Naturverjüngung sind kleinflächige Störungen des Oberbodens oder Mineralböden sowie nach der Keimung ein ausreichendes Lichtangebot unverzichtbar. Unter diesen Bedingungen ist Douglasien-Naturverjüngung konkurrenzstark und kann ggf. andere Baumarten zurückdrängen.

Vor dem Hintergrund der projizierten Klimaänderungen gibt es auf vielen schwächeren Standorten mit sekundärer Fichten- und Kiefernbestockung keine Alternative zur Douglasie als stabile Wirtschaftsbaumart (Jasser 2008).

4.12.7.4 Hybridisierung

Aus der Literatur ist für die Douglasie keine natürliche Artenhybridisierung bekannt, wie sie beispielsweise zwischen Sitkafichte (*Picea sitchensis*) und Weißfichte (*Picea glauca*) oder auch Engelmann-Fichte (*Picea engelmannii*) zu beobachten ist (Forrest 1980). Zwischen den Varietäten der Douglasie kann spontane Introgression auftreten (Olberg 1951, Leinemann und Maurer 1999, Franklin und Halpern 2000, Kleinschmit 2000, Hermann und Lavender 2004, Aas 2008, Lavender und Hermann 2014).

4.12.7.5 Krankheits- und Organismenübertragung

Die Douglasie ist Sekundärwirt der Sitka-Gallenlaus (*Gilletteella cooleyi*) (Hartmann et al. 2007). Weitere pathogene Auswirkungen des Douglasienanbaus auf andere Baumarten sind im deutschen und mitteleuropäischen Anbaugebiet nicht bekannt.

4.12.7.6 Gefährdung der Biodiversität, Invasivität

Die Douglasie stellt allgemein keine Gefährdung für die Biodiversität dar (vgl. 4.12.7.1). So konnten z. B. in Bayern bislang keine Anzeichen von Invasivität festgestellt werden, weder in bewirtschafteten Wäldern (Schmidt und Konnert 2012, Eggert 2014b), noch in unbewirtschafteten Naturwaldreservaten (Endres und Förster 2013). Lediglich auf einzelnen Sonderstandorten, z. B. lichte, warme Blockhalden (vgl. Knoerzer 1999), ist sie in der Lage, die typische Ausprägung der dort natürlich vorkommenden Lebensgemeinschaften zu verändern. Unerwünschte Entwicklungen lassen sich jedoch mit geringem Aufwand rückgängig machen bzw. durch eine räumliche Ordnung des Douglasienanbaus mit einem Puffer zu bzw. um Vorrangflächen des Naturschutzes (Nationalparke, Naturschutzgebiete auf trocken-warmen Standorten, FFH-Lebensräume mit hervorragendem Erhaltungszustand oder gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG) vermeiden.

Aufgrund ihrer Verjüngungsökologie, ihres Ausbreitungspotenzials und ihrer waldbaulichen Kontrollierbarkeit ist die Douglasie gemäß § 7 BNatSchG nicht als invasiv anzusehen. Diese ökologisch und waldbaulich begründete Einschätzung wird auch Bestand haben, wenn mit der Zeit der Anteil älterer Douglasienbestände zunehmen wird und damit der Sameneintrag steigt, und sie dürfte nach heutigem Kenntnisstand auch in einem zunehmend wärmeren und trockeneren Klima zutreffen. Auch Kleinbauer et al. (2010) vermuten, dass sich durch den Klimawandel das Invasionsrisiko nicht erhöht.

4.12.7.7 Andere ökosystemare Auswirkungen

Ein vermehrter Umbau von Kiefernbeständen in Douglasie kann zu einer Veränderung der Kulturlandschaftsbilder führen. Bei der Ablösung von Fichtenanteilen durch Douglasie in laubwaldgeprägten Kulturlandschaften ist dieser ästhetische Effekt nicht zu erwarten, weil der Habitus von Fichten und der von Douglasien einander sehr ähnlich sind. Auswirkungen auf Nahrungsketten lassen sich noch nicht abschließend bewerten (vgl. 4.12.7.1), diejenigen auf den Stoffhaushalt sind überwiegend positiv zu beurteilen (vgl. 4.12.4.1).

4.12.7.8 Möglichkeiten der Kontrolle

Das Ankommen und die Etablierung von Douglasien-Naturverjüngung lassen sich über Eingriffe in den Altholzschirm, die das Strahlungsangebot verändern und den Oberboden verwunden, waldbaulich steuern. Unerwünschte Douglasien-Verjüngung kann mit einem Freischneidegerät leicht wieder beseitigt werden. Häufig reichen aber allein schon Verbiss und Fegen durch Schalenwild aus, um eine Verjüngung zu verhindern. In Buchen-Douglasien-Mischbeständen führt die vorzeitigere Entnahme zielstarker Douglasien dazu, dass ihre natürliche Verjüngung weitgehend ausgeschlossen wird, weil die Douglasiensamen auf der Laubstreu kein günstiges Keimbett finden, die plastischen Buchenkronen das Kronendach schnell wieder schließen und dadurch das Lichtangebot für eine Etablierung häufig nicht ausreicht (Abb. 32).

Naturschutzfachliche Vorrangflächen sowie seltene und gefährdete Waldgesellschaften auf Sonderstandorten lassen sich durch eine räumliche Ordnung des Douglasienanbaus zusätzlich absichern, indem ein Anbau in ihrer Nachbarschaft nur unter Einhaltung eines ausreichenden Puffers durchgeführt wird (vgl. Starfinger und Kowarik 2003).

Abb. 32. In Douglasien-Buchen-Mischbeständen kann sich Douglasien-Naturverjüngung selten etablieren. (Foto: T. Vor)

14.12.8 Literatur

Aas, G. 2008. Die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) in Nordamerika: Verbreitung, Variabilität und Ökologie. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel. LWF Wissen 59, 7-11

Albrecht, A. 2009. Sturmschadensanalysen langfristiger waldwachstumskundlicher Versuchsflächendaten in Baden-Württemberg. Diss. Forstl. Fakultät Univ. Freiburg. 170 S.

Albrecht, A., Kohnle, U., Hanewinkel, M., Bauhus, J. 2010. Storm damage of Douglas-fir and Norway spruce in southwest Germany: Stability of Douglas-fir and the impact of silviculture on the vulnerability of conifers. Freiburger Forstliche Forschung 85, 25-27

Altenkirch, W., Majunke, C., Ohnesorge, B. 2002. Waldschutz auf ökologischer Grundlage. 1. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart

Ammer, U., Detsch, R. 1999. Waldökologischer Vergleich von Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern. AFZ-DerWald 54, 394-396

Baade, U. 1996. Anlage und Auswertung einer Douglasien-Buchen-Wuchsreihe im Wuchsbezirk Geest-Mitte. Unveröff. Diplomarbeit Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. 98 S.

Bansal, S., Harrington, C. A., Gould, P. J., St. Clair, J. B. 2015. Climate-related genetic variation in drought-resistance of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). Global Change Biology 21, 947-958

Barbosa, P., Schultz, J. C. 1987. Insect outbreaks. Academic press, San Diego. 563 S.

Bégin, J. 1992. Productivité du Douglas vert (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco var. menziesii Franco) en relation avec des caractéristiques stationelles, ETH Zürich, Diss. Nr. 9567

Bergel, D. 1985. Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland. In: Schober, R. 1987 (Hrsg.) Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J. D. Sauerländer's Verlag, 3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Frankfurt am Main

Bergel, D. 1986a. Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 157, 49-59

Bergel, D. 1986b. Der Wertertrag von Douglasienreinbeständen in Abhängigkeit von Durchforstungsstärke, Umtriebszeit und Ertragsniveau. Forstarchiv 57, 129-134

Blaschke, M., Bussler, H., Schmidt, O. 2008. Die Douglasie – (k)ein Baum für alle Fälle. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel. LWF Wissen 59, 57-61

Block, J., Meiwes, K. J. 2013. Erhaltung der Produktivität der Waldböden bei der Holz- und Biomassenutzung. In: Bachmann G., König, W., Utermann, J. (Hrsg.) Bodenschutz – Ergänzbares Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. 1. Lfg., Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1-50

Block, J., Schuck, J. 2011. Douglasie, eine standortspflegliche Baumart? FAWF-Seminar 2.4.6, 19.05.2011 in Trippstadt: Douglasie – Neophyt oder Baum der Zukunft?, 3-28. http://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/.../_Seminar_2-4-6_aktuell.pdf (abgerufen am 8.8.2012)

Block, J., Schuck, J., Seifert, T. 2008. Einfluss unterschiedlicher Nutzungsintensitäten auf den Nährstoffhaushalt von Waldökosystemen auf Buntsandstein im Pfälzerwald, Forst und Holz 63, 66-69

BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) 2005. Bundeswaldinventur 2. http://www. bundeswaldinventur.de/enid/31.html (abgerufen am 14.8.2012)

BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) 2014. Bundeswaldinventur 3

BNatSchG (Bundesnaturschutzgesetz) 2009. Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009, BGBl. I, S. 2542, zuletzt geändert durch Artikel 4 Absatz 100 des Gesetzes vom 7. August 2013, BGBl. I, S. 3154

Brosinger, F., Baier, R. 2008. Chancen und Grenzen des Waldbaus mit der Douglasie in Bayern. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel. LWF Wissen 59, 33-38

Budde, S. 2006. Auswirkungen des Douglasienanbaus auf die Bodenvegetation im nordwestdeutschen Tiefland. Diss. Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen. 146 S.

Budde, S., Schmidt, W. 2005. Impact of introduced *Pseudotsuga menziesii* (Douglas-fir) on understory vegetation: A comparison with native *Fagus sylvatica* (European beech) and *Pinus sylvestris* (Scots pine) forests. In: Nentwig, W., Bacher, S., Cock, M.J.W., Dietz, H., Gigon, A., Wittenberg, R. (eds.) Biological Invasions – From Ecology to Control. Neobiota 6, 79-88

De Wall, K., Dreher, G., Spellmann, H., Pretzsch, H. 1998. Struktur und Dynamik von Buchen-Douglasien-Mischbeständen in Niedersachsen. Forstarchiv 69, 179-191

Eggert, M. 2014a. Wie verjüngt sich die Douglasie? AFZ-DerWald 69, 27-29

Eggert, M. 2014b. Verjüngungspotenzial der Douglasie in Bayern. Keine Einstufung als invasive Art gemäß BNatSchG. Naturschutz und Landschaftsplanung 46, 345-352 Endres, U., Förster B. 2013. Die Douglasie in Naturwaldreservaten –

passt das zusammen? Vorkommen der Douglasie in bayerischen Naturwaldreservaten. LWF aktuell 93, 37-39

Englisch, M. 2008. Die Douglasie – Für und Wider aus standortkundlicher Sicht. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien. BFW Praxisinformation 16, 6-8

Etfeld, B. 1970. Der Anbau der Douglasie unter Kiefern-Schirm. Allgemeine Forstzeitschrift 25, 810-811

Finch, O.-D., Szumelda, A. 2007. Introduction of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) into western Europe: Epigaeic arthropods in intermediate-aged pure stands in northwestern Germany. Forest Ecology and Management 242, 260-272

Flöhr, W. 1954. Die bisherigen Ergebnisse der Douglasien-Provenienzversuche in den Lehrrevieren der Forstwirtschaftlichen Fakultät Eberswalde, Teil I. Die Entwicklung des Douglasien-Provenienzversuches aus dem Jahre 1910 in Chorin, Abt. 90e. Archiv für Forstwesen 5/6, 385-398

Flöhr, W. 1956. Untersuchungen über die Ertragsleistung und Anbauwürdigkeit der grünen Douglasie (Pseudotsuga taxifolia Britton, var. viridis) auf verschiedenen Standorten des nordostdeutschen Diluviums. Diss. Humboldt-Universität, Berlin-Eberswalde,

Flöhr, W. 1958. Kennzeichnung, Varietäten und Verbreitung der Douglasie. In: Göhre, K., Wagenknecht, E. (Hrsg.) Die Douglasie und ihr Holz. Akademieverlag, Berlin, 4-10

Foerst, K. 1981. Empfehlungen zum Douglasienanbau in Bayern. Allgemeine Forstzeitschrift 36, 1071-1072

Forrest, G. 1980. Geographic variation in the monoterpene composition of Sitka spruce cortical oleoresin. Canadian Journal of Forest Research 10, 108-115.

ForstBW 2014. Richtlinien landesweiter Waldentwicklungstypen. MLRV Baden-Württemberg, Stuttgart. 116 S.

FoVG (Forstvermehrungsgutgesetz) 2002. Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002, BGBl. I, S. 1658, geändert durch die Verordnung vom 31. Oktober 2006, BGBl. I, S. 2407

FoVHgH (Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung) 1994. Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung vom 7. Oktober 1994, BGBl. I, S. 3578, geändert durch die Verordnung vom 15. Januar 2003 (BGBl. I, S. 238)

Franklin, J. F., Halpern, C. B. 2000. Pacific Northwest Forests. In: Barbour, M. G., Wright, W. D. (eds.) North American terrestrial Vegetation. 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, 123-161

Ganghofer, A. v. 1884. Das forstliche Versuchswesen. Bd. II. Schmid'sche Verlagsbuchhandlung, Augsburg. 477 S.

Glatz, K., Winter, K., Niemeyer, H. 2003. Beitrag zur epigäischen Käferfauna in niedersächsischen Mischwäldern mit und ohne Douglasie. Forst und Holz 58, 32-36

Goßner, M. 2004. Diversität und Struktur arborikoler Arthropodenzönosen fremdländischer und einheimischer Baumarten. Ein Beitrag zur Bewertung des Anbaus von Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) und Roteiche (*Quercus rubra* L.). Neobiota 5, 1-241

Goßner, M., Ammer, U. 2006. The effects of Douglas-fir on tree-specific arthropod communities in mixed species stands with European beech and Norway spruce. European Journal of Forest Research 125, 221-235

Goßner, M., Simon, U. 2002. Introduced Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) affects community structure of tree-crown dwelling beetles in a managed European forest. Neobiota 1, 167-179

Goßner, M., Utschick, H. 2001. Douglasienbestände entziehen überwinternden Vogelarten die Nahrungsgrundlage. Ber. Bayer. Landesanstalt Wald und Forstwirtschaft 33, 41-44

Grieu, P., Guehl, J. M., Aussenac, G. 1988. The effects of soil and atmospheric drought on photosynthesis and stomatal control of gas-exchange in 3 coniferous species. Physiologia Plantarum 73, 97-104

Halliday, W. E. C., Brown, A. W. A. 1943. The distribution of some important forest trees in Canada. Ecology 24, 353-373

Hartmann, G., Nienhaus, F., Butin, H. 2007. Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. 3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. 269 S.

Hermann, R. K. 1981. Die Gattung Pseudotsuga – Ein Abriss ihrer Systematik, Geschichte und heutigen Verbreitung. Forstarchiv 52, 204-212

Hermann, R. K., Lavender, D. P. 2004. Douglas-fir. *Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco. In: Burns, R. M., Honkala, B. H. (tech. coords.) Silvics of North America, Vol. 1, Conifers. USDA For. Serv. Agr. Handb. No. 654, Washington DC, 1080-1108

Hessen-Forst 2008. Hessische Waldbaufibel – Grundsätze und Leitlinien zur naturnahen Wirtschaftsweise im hessischen Staatswald. Kassel: Landesbetrieb Hessen-Forst (Hrsg.), 97 S.

Hessenmöller, D., Lüdemann, G., Nagel, J., Gadow, K. v. 2000. Untersuchungen zum potenziellen Wachstum der Douglasie in Nordwestdeutschland. Forst und Holz 56, 366-369

Hilbrig, L. 2005. Zur Wuchsleistung, Struktur und Konkurrenz in Buchen-Douglasien-Mischbeständen des Nordwestdeutschen Flachlands. Unveröff. Masterarbeit Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. 86 S.

Höltermann, A., Klingenstein, F., Ssymank, A. 2008. Naturschutzfachliche Bewertung der Douglasie aus Sicht des Bundesamtes für Naturschutz (BfN). In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel. LWF Wissen 59, 74-81

Horváth, B., Meiwes, K. J., Meesenburg, H. 2011. Stickstoffaustrag und -speicherung in Waldböden bei hohem Eintrag. AFZ-DerWald 66 (17), 22-24

Isaac, L. A. 1943. Reproductive Habits of Douglas-fir. Charles Lathrop Pack Foundation, Washington D.C., 107 S.

Isaac, L. A. 1959. Waldbau und Ökologie der Douglasie. In: Appel, C. (Hrsg.) Die Douglasie. Selbstverlag Conrad Appel, Darmstadt, 7-16

Jasser, C. 2008. Douglasie in Oberösterreich – Möglichkeiten und Grenzen. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien. In: BFW Praxisinformation, Nr. 16, 19-20

Jenssen, M. 2009. Die grüne Douglasie im klimaplastischen Wald des Tieflandes – ökoklimatisch-waldgeografische Grundlagen. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 43, 15-22

Joly, R. J., Adams, W. T., Stafford, S. G. 1989. Phenological and morphological response of mesic and dry site sources of coastal Douglas-fir to water deficit. Forest Science 35, 987-1005

Kanzow, H. 1937. Die Douglasie. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. 69, 65-93, 113-139, 242-271

Kehr, I., Büttner, G. 2003. Mangan-Schäden an Douglasie im Provenienzversuch Sobernheim. Forstarchiv 74, 53-61

Kenk, G., Thren, M. 1984. Ergebnisse verschiedener Douglasienprovenienzversuche in Baden-Württemberg. Teil I: Der Internationale Douglasien-Provenienzversuch von 1958. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 155, 165-183

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 Standraumgestaltung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163, 96-104

Kleinbauer, I., Dullinger, S., Klingenstein, F., May, R., Nehring, S., Essl, F. 2010. Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefäßpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich. BfN-Skript 275. 76 S.

Kleinschmit, J. 1973. Zur Herkunftsfrage bei der Douglasie. Der Forst- und Holzwirt 28, 209-213

Kleinschmit, J. 2000. Mit der Douglasie in die Zukunft. Ökologische und ökonomische Bilanz: Genetik. Forst und Holz 55, 713-715

Kleinschmit, J., Bastién, J. C. 1992. IUFRO's role in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) tree improvement. Silvae Genetica 41, 161-173

Kleinschmit, J., Svolba, J. 1997. Ergebnisse von Douglasien-Provenienzversuchen unter besonderer Berücksichtigung von Douglasienschäden. Mitt. Forstl. Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 41, 128-144

Kleinschmit, J., Racz, J., Weisgerber, H., Dietze, W., Dietrich, H., Dimpflmeier, R. 1974. Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland. Silvae Genetica 23, 167-176

Kleinschmit, J., Svolba, J., Weisgerber, H., Jestaedt, M., Dimpflmeier, R., Ruetz, W., Dieterich, H. 1979. Ergebnisse aus dem Internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland. II. Ergebnisse der Feldversuche im Alter 6. Silvae Genetica 23, 167-176.

Kleinschmit, J., Svolba, J., Weisgerber, H., Rau, H.-M., Dimpflmeier, H., Ruetz, W. 1991. Ergebnisse des IUFRO-Douglasien-Herkunftsversuches in West-Deutschland im Alter 20. Forst und Holz 46, 238-241

Klingenstein, F., Kornacker, P. M., Martens, H., Schippmann, U. 2005. Gebietsfremde Arten – Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz. BfN Skript 128

Knoerzer, D. 1999. Zur Naturverjüngung der Douglasie im Schwarzwald. Dissertationes Botanicae 306, 283 S.

Knoerzer, D., Reif, A. 1996. Die Naturverjüngung der Douglasie im Bereich des Stadtwaldes von Freiburg. AFZ-DerWald 51, 1117-1120

Kohlert, A., Roth, M. 2000. Der Einfluss fremdländischer Baumarten (Douglasie: *Pseudotsuga menziesii*) auf saprophage Arthropoden und epigäische Regulatoren. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 12, 71-74

Kölling, C. 2008. Die Douglasie im Klimawandel: Gegenwärtige und zukünftige Anbaubedingungen in Bayern. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel. LWF Wissen 59, 12-21

Konnert, M. 2009. Genetische Aspekte und Herkunftsfragen bei der Douglasie. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 43, 28-32

Kownatzki, D., Kriebitzsch, W.-U., Bolte, A., Liesebach, H., Schmitt, U., Elsasser, P. 2011. Zum Douglasienanbau in Deutschland. Bundesforschungsinstitut für ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI), Sonderheft 344. 78 S.

Kristöfel, F. 2008. 120 Jahre ertragskundliche Versuche mit Douglasie. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien. BFW-Praxisinformation 16, 14-16

Lassoie, J. P., Salo, D. J. 1981. Physiological-response of large Douglas-fir to natural and induced soil-water deficits. Canadian Journal of Forest Research 11, 139-144

Lavender, D. P., Hermann, R. K. 2014. Douglas-fir. The Genus Pseudotsuga. Oregon State University Press, Corvallis. 352 S.

Leinemann, L., Maurer, W. 1999. Bedeutung von Isoenzymgenmarkern für den Anbau der Douglasie. AFZ-DerWald 54, 242-243

Lembcke, G. 1973. Der gegenwärtige Stand des unter Schwappach begründeten Freienwalder Anbauversuchs mit ausländischen Baumarten. Beiträge für die Forstwirtschaft 7, 24-37

Lévesque, M., Saurer, M., Siegwolf, R., Eilmann, B., Brang, P., Bugmann, H. 2013. Drought response of five conifer species under contrasting water availability suggests high vulnerability of Norway spruce and European larch. Global Change Biology 19, 3184-3199

Lévesque, M., Rigling, A., Bugmann, H., Weber, H., Brang, P. 2014. Growth response of five co-occurring conifers to drought across a wide climatic gradient in Central Europe. Agricultural and Forest Meteorology 197, 1-12

Li, P., Adams, W. 1989. Range-wide patterns of allozym variation in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). Canadian Journal of Forest Research 19, 149-161

Liese, L. 1932. Zur Biologie der Douglasiennadelschütte. Z. Forst- u. Jagdw. 64, 680-693

Liese, L. 1936. Die Douglasienrassen und ihre Anfälligkeit gegenüber der Douglasien-Nadelschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*). Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 259

Little, E. L. 1971. Atlas of United States trees, Volume 1, conifers and important hardwood. USDA Miscellaneous Publication, No. 1146

Lockow, K.-W. 2002. Ergebnisse der Anbauversuche mit amerikanischen und japanischen Baumarten. In: Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.) Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern, 41-101

Lüth, S. 1997. Beschreibung spontaner Mischnaturverjüngungen aus Buche (*Fagus sylvatica*, Linné.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) unter

Berücksichtigung der lichtökologischen Verhältnisse. Unveröff. Diplomarbeit Fakultät Forstwiss. und Waldökologie Univ. Göttingen. 105 S.

Lyr, H. 1958. Die Krankheiten der Douglasie. In: Göhre, K., Wagenknecht, E. (Hrsg.) Die Douglasie und ihr Holz. Akademie-Verlag, Berlin. 595 S.

Marion, P., Frochat, B. 2001. L'avifaune nicheuse de la succession écologique de Sapin du Douglas en Morvan (France). Revue d'Écologie – La Terre et la Vie 56, 53-79

Matthes, U., Balcar, P. 2011. Arten- und Strukturvielfalt in Douglasienwäldern. FAWF-Seminar 2.4.6, 19.05.2011 in Trippstadt: Douglasie – Neophyt oder Baum der Zukunft?, 29-55. http://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/.../_Seminar_2-4-6_aktuell.pdf (abgerufen am 29.8.2012)

Metzler, B. 2012. Rußige Douglasienschütte. Waldwissen.net. http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/pilze_nematoden/fva_douglasienschuette/index_DE (abgerufen am 11.8.2014)

Meyer, M., Ulrich, B. 1990. Auswirkungen einer Kalkung auf Böden mit Mangantoxizität bei Douglasienbeständen auf Buntsandstein in der Nordeifel. Forst und Holz 45, 493-498

Meyer, U. C. 1988. Ertragskundliche Auswertung der Forsteinrichtungs- und Standortskartierungsergebnisse für wichtige Hauptbaumarten in verschiedenen Wuchsbezirken der Niedersächsischen Landesforsten. Diss. Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen. 239 S.

Meyer-Ohlendorf, J. 1996. Entwicklung der Douglasien-Naturverjüngung (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in Abhängigkeit vom Strahlungsgenuß im Bereich des niedersächsischen Tieflands. Unveröff. Diplomarbeit Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. 73 S.

Möller, K., Heydeck, P. 2009. Risikopotenzial und akute Gefährdung der Douglasie – biotische und abiotische Faktoren. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 43, 49-58

Müller, J., Stollenmeier, S. 1994. Auswirkungen des Douglasienanbaus auf die Vogelwelt. Allgemeine Forstzeitschrift 49, 237-239

Münch, E. 1923. Anbauversuch mit Douglasfichten verschiedener Herkunft und anderen Holzarten. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 61

Münch, E. 1928. Klimarassen der Douglasie. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 9

Nagel, R.-V., Rumpf, H., Meiwes, K. J., Klinck, U., Spellmann, H. 2014. Hiebsformen zum Umbau älterer Fichtenreinbestände. AFZ-DerWald 69 (10), 22-26

Niedersächsische Landesforsten 1997. Entscheidungshilfen zur Behandlung und Entwicklung von Douglasienbeständen. Merkblatt Nr. 36. 19 S.

Nörr, R. 2004. Vom Exoten zur Wirtschaftsbaumart. LWF aktuell 45, 7-9. http://www.lwf.bayern.de/.../lwf-aktuell/45/lwf-aktuell_45-03.pdf (abgerufen am 14.8.2012)

Nüsslein, H. 1968. Der Anbau der Douglasie im Spessart. Diss. Forstliche Fakultät Univ. München. 126 S.

Olberg, A. 1951. Zur Frage der Douglasien- und Lärchenbastarde. Allgemeine Forstzeitschrift 6, 75

Otto, H.-J. 1972. Zu den Standortsansprüchen der Douglasie. Forstarchiv 43, 62-65

Otto, H.-J. 1984. Standortskundliche Aufnahmen und Gliederungen in wichtigen Herkunftsgebieten der Douglasie des westlichen Washington und Oregon sowie in Südwest-Britisch-Kolumbien. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) Aus dem Walde 38. 269 S.

Otto, H.-J. 1987. Skizze eines optimalen Douglasienwaldbaus in Nordwestdeutschland. Forst und Holz 42, 515-522

Otto, H.-J. 1993. Fremdländische Baumarten in der Waldbauplanung. Forst und Holz 48, 454-456

Penschuk, H. 1935. Die Anbauversuche mit ausländischen Holzarten unter Berücksichtigung ihrer Ertragsleistung. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 67, 113-137

Penschuk, H. 1937. Die Anbauversuche mit ausländischen Holzarten unter Berücksichtigung ihrer Ertragsleistung. Zeitschr. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 69, 525-555

Petersen, R., Wagner, S. 1999. Erste Ergebnisse eines Voranbauversuches unter Kiefer im östlichen Niedersachsen. Forst und Holz 54, 647-653

Pharis, R. P., Ferrell, W. K. 1966. Differences in drought resistance between coastal and inland sources of Douglas-fir. Canadian Journal of Botany 44, 1651-1659

Pretzsch, H., Spellmann, H. 1994. Leistung und Struktur des Douglasien-Durchforstungsversuchs Lonau 135. Forst und Holz, 49, 64-69

Prietzel, J., Bachmann, S. 2011. Verändern Douglasien Wasser und Boden? LWF aktuell 84, 50-52

Rais, A., van de Kuilen, J.-W. G., Pretzsch, H. 2014. Growth reaction pattern of tree height, diameter, and volume of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) under acute drought stress in Southern Germany. European Journal of Forest Research 133, 1043-1056

Rau, H.-M. 1985. Der Douglasien-Provenienzversuch von 1958 in Hessen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 156, 72-79

Rau, H.-M. 2005. Der Internationale Douglasien-Provenienzversuch in Hessen. Ergebnisse bis zum Alter 27. Forst und Holz 60, 291-294

Riehl, G. 2000. Zum Waldbau der Douglasie in Nordwestdeutschland – Erfahrungen eines Praktikers. Forst und Holz 55, 716-718

Röhe, P. 1997. Die forstlich wichtigsten nichtheimischen Baumarten in Mecklenburg-Vorpommern. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern 1. 61 S.

Rohmeder, E. 1956. Professor Münchs Anbauversuch mit Douglasien verschiedener Herkunft und anderen Nadelbaumarten im Forstamt Kaiserslautern-Ost 1912 bis 1954. Zeitschrift für Forstgenetik 5, 142-156

Roques, A. 2010. Review of present and potential insect pests affecting Douglas-fir in Europe in a context of global change. Freiburger Forstliche Forschung 85, 20

Ruetz,W. 1989. Provenienzforschung bei der Douglasie. Allgemeine Forstzeitschrift 43, 563-565

Rumpf, S., Nagel, J., Schmidt, M. 2012. Biomasseschätzfunktionen von Fichte (*Picea abies* [L.] Karst), Kiefer (*Pinus sylvestris* [L.]), Buche (*Fagus sylvatica* [L.]), Eiche (*Quercus robur* [L.] und *petraea* [Liebl.]) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) für Nordwestdeutschland. Ergebnisbericht zum FNR-Forschungsvorhaben, FKZ: 22015407, 25-124. http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22015407.pdf (abgerufen am 23.7.2014)

Schmidt, M., Spellmann, H., Nagel, J. 2001. Waldwachstumskundliche Entscheidungshilfen zur Wertästung der Douglasie. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 172, 126-136

Schmidt, O. 2012. Fragen und Antworten zur Douglasie. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) Forstinfo 04, 8

Schmidt, O., Konnert, M. 2012. Die Douglasie in Bayern – Perspektiven im Klimawandel. AFZ-DerWald 67 (18), 30-34

Schober, R. 1954. Douglasien-Provenienzversuche, Teil I. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 125, 160-178

Schober, R. 1969. Massen- und Wertleistung der Douglasie bei verschiedener Durchforstung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 140, 145-157

Schober, R. 1973. Ergebnisse von Douglasien-Provenienzversuchen in Deutschland. IUFRO Working Party on Douglas-fir Provenances, S 2.02-05, 1-10

Schober, R., Kleinschmit, J., Svolba, J. 1983. Ergebnisse des Douglasien-Provenienzversuches von 1958 in Nordwestdeutschland, Teil I. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 209-236

Schober, R., Kleinschmit, J., Svolba, J. 1984. Ergebnisse des Douglasien-Provenienzversuches von 1958 in Nordwestdeutschland, Teil II. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 155, 53-80

Schönherr, J. 1983. Douglasienanbau als Alternative? Zur Frage der Gefährdung der Douglasie bei verstärktem Anbau. Allgemeine Forstzeitschrift 38, 1369

Schrader, M. 2013. Wachstum und Entwicklung von langfristig überschirmten Douglasien-Voranbauten unter Kiefer im nördlichen Sachsen-Anhalt. Unveröff. Masterarbeit Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. 88 S.

Schuldt, A., Scherer-Lorenzen, M. 2014. Non-native tree species (*Pseudotsuga menziesii*) strongly decreases predator biomass and abundance in mixed-species plantations of a tree diversity experiment. Forest Ecology and Management 327, 10-17

Schütt, P., Weisgerber, H., Schuck, H. J., Lang, U. M., Stimm, B., Roloff, A. 2004. Lexikon der Nadelbäume. Nikol Verlag, Hamburg. 640 S.

Schütz, J. P., Pommerening, A. 2013. Can Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) sustainably grow in complex forest structures? Forest Ecology and Management 303, 175-183

Schwappach, A. 1901. Die Ergebnisse der in den Preußischen Staatsforsten ausgeführten Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen 33, 137-169, 195-225 und 261-292

Schwappach, A. 1907. Über den Wert der verschiedenen Formen der Douglasfichte. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 122

Schwappach, A. 1911. Die weitere Entwicklung der Versuche mit fremdländischen Holzarten in Preußen. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 3-37

Schwappach, A. 1912. Der Einfluß der Herkunft des Samens von Ps. Douglasie auf das Wachstum der Pflanzen. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 35

Siemonsmeier, A. 2008. Phomopsis-Krankheit der Douglasie. In: Bayerische Forstverwaltung (Hrsg.) Bayerische Waldschutznachrichten 7/8, 1-2. http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/waldschutz/schaedlinge-und-baumkrankheiten/verzeichnis/phomopsis-krankheit/35799/index.php (abgerufen am 13.8.2012)

Spellmann, H. 1994. Ertragskundliche Aspekte des Fremdländeranbaus. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 165, 27-34

Spellmann, H. 1995. Holzqualität als Beurteilungskriterium im langfristigen Versuchswesen. Forst und Holz 50, 743-747

Spellmann, H. 1997a. Zielstärkennutzung – Waldbauliche und ertragskundliche Aspekte. Tagungsbericht der Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im DVFFA in Grünberg 1997, 186-198

Spellmann, H. 1997b. Ertragsenwicklung im „LÖWE"-Wald der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. Forst und Holz 52, 711-718

Spellmann, H. 1999. Überführung als betriebliche Aufgabe. Forst und Holz 54, 110-116

Spellmann, H. 2004. Ursachen-Wirkungs-Beziehungen am Beispiel der Douglasie, waldwachstumskundliche Entscheidungshilfen für Waldbewirtschaftung und Forstplanung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 175, 142-150

Spellmann, H., Albert, M., Schmidt, M., Sutmöller, J., Overbeck, M. 2011. Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse. AFZ-DerWald 66 (11), 19-23

Stähr, F., Kohlstock, N. 2002. Standortsansprüche und Verjüngung der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirbel] Franco). In: Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. Landesforstanstalt Eberswalde, 102-116

Starfinger, U., Kowarik, I. 2003. *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Pinaceae), Gewöhnliche Douglasie. Bundesamt für Naturschutz, http://www.neobiota.de/12630.html (abgerufen am 17.11.2014)

St. Clair, J. B., Howe, G. T. 2007. Genetic maladaptation of coastal Douglas-fir seedlings to future climates. Global Change Biology 13, 1441-1454

Stephan, B. R. 1981. Douglasienschütte. In: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.) Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 2. 8 S.

Stimm, B. 2004. Gastbaumarten in Bayerns Wäldern: Altlast oder Bereicherung? LWF aktuell 45, 4-6

Stimm, B., Dong, P. H. 2001. Der Douglasien-Herkunftsversuch Kaiserslautern nach neun Jahrzehnten Beobachtung. Forstwissenschaftliches Centralblatt 120, 173-186

Stratmann, J. 1988. Ausländeranbau in Niedersachsen und den angrenzenden Gebieten. Schriftenr. Forstl. Fakultät Univ. Göttingen., Bd. 91

Sutmöller, J., Ahrends, B., Schmidt, M., Albert, M., Fleck, S., Plašil, P., Hansen, J., Overbeck, M., Nagel, R., Evers, J., Spellmann, H., Meesenburg, H. 2013. Klimafolgenstudie 2012: Forstwirtschaft. Untersuchungen zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 8. 150 S.

Tomiczek, C. 2008. Ist die Douglasie hinsichtlich des Forstschutzes weniger problematisch als heimische Koniferen? Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum

für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien. BFW Praxisinformation 16, 7-18

Tschopp. T., Holderegger, R., Bollmann, K. 2012. Die Douglasie in der Schweiz: Auswirkungen auf Biodiversität und Lebensräume im Wald. Eine Literaturübersicht. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 53 S.

Tschopp. T., Holderegger, R., Bollmann, K. 2015. Auswirkungen der Douglasie auf die Waldbiodiversität. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 166, 9-15 Utschik, H. 2001. Vögel, Schnecken, Pilze – Ergebnisse für Naturschutz-Lobbyisten. LWF-Bericht 33, 45-49

Vor, T. 2011. Bodenvegetation und Naturverjüngung in Douglasien-Altbeständen. Forstarchiv 82, 159-160

Vor, T., Schmidt, W. 2006. Auswirkungen des Douglasienanbaus auf die Vegetation der Naturwaldreservate „Eselskopf" (Nordwesteifel) und „Grünberg" (Pfälzer Wald). Forstarchiv 77, 169-178

Walentowski, H. 2008. Die Douglasie aus naturschutzfachlicher Sicht. LWF Wissen 59, 67-69

Wegener, B. 2008. Die Konkurrenzkraft der Douglasiennaturverjüngung auf unterschiedlichen Standorten und unter verschiedenen Lichtverhältnissen. Unveröff. Bachelorarbeit Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. 30 S.

Weller, A. 2011. Prüfung der Anbaueignung von 38 autochthonen bzw. nichtautochthonen Douglasienherkünften (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in Bezug auf ihre Wuchsleistung und qualitative Entwicklung. Diss. Fakultät Forstwiss. u. Waldökologie Univ. Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen. 274 S.

Weller, A. 2012. Douglasien-Provenienzversuch von 1961 in Nordwestdeutschland: Ergebnisse nach 38 Jahren. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163, 105-114

Weller, A., Spellmann, H. 2014. Wachstum der Douglasie abhängig von Ausgangspflanzenzahl und Pflanzverband. Forstarchiv 85, 3-15

Weise, U., Flöß, M., Kenk, G. 2001. Behandlung und Wertleistung von Douglasienbeständen in Baden-Württemberg. AFZ-DerWald 58, 802-806

Werner, D. J. 2011. Die amerikanische Koniferen-Samen-Wanze Leptoglossus occidentalis (Heteroptera: Coreidae) als Neozoon in Europa und in Deutschland: Ausbreitung und Biologie. Entomologie heute 23, 31-68

Wiedemann, E. 1951. Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. Main. 346 S.

Winter, K. 2001. Zur Arthropodenfauna in niedersächsichen Douglasienforsten. Forst und Holz 56, 355-363

Wittich, W. 1961. Der Einfluß der Baumart auf den Bodenzustand. Allgemeine Forstzeitschrift 16, 41-45

Wolf, H., Gerold, D., Bach, C. 2007. Ergebnisse des Internationalen Provenienzversuches von 1958 und des IUFRO-Provenienzversuches von 1970. Kolloqium Staatsbetrieb Sachsenforst am 13. März 2007, unveröff. Autoren-Manuskript. 19 S.

Wördehoff, R. 2014. Kohlenstoffspeicherung als Teilziel der strategischen Waldbauplanung. NW-FVA, 215 S. Unveröff. Manuskript

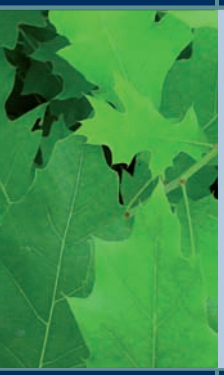
Wördehoff, R., Spellmann, H., Evers, J., Nagel, J. 2011. Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen. Beiträge aus der NW-FVA, Bd. 6. Universitätsverlag Göttingen. 92 S.

Zerbe, S., Brande, A., Gladitz, F. 2000. Kiefer, Eiche und Buche in der Menzer Heide (N-Brandenburg). Veränderungen der Waldvegetation unter dem Einfluss des Menschen. Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg 133, 43-86

Ziesche, T. M., Roth, M. 2008. Influence of environmental parameters on small-scale distribution of soil-dwelling spiders in forests: What makes the difference, tree species or microhabitat? Forest Ecology and Management 255, 738-752

Zimmerle, H. 1950. Anbauwürdigkeit fremdländischer Holzarten nach neueren Erfahrungen in Württemberg. Allgemeine Forstzeitschrift 5, 135-138

Band 7 Göttinger Forstwissenschaften



Torsten Vor, Hermann Spellmann,
Andreas Bolte, Christian Ammer (Hrsg.)

Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten

Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung

Universitätsverlag Göttingen