

# Freisaat von Douglasie – eine Alternative zur Pflanzung

Die Pflanzung von Douglasien führt nicht immer zu befriedigenden Ergebnissen. Gerade bei der Verwendung von wurzelnacktem Material kann es bei unsachgemäßer Pflanzung zu Wurzeldeformationen kommen, die einen erheblichen Einfluss auf die spätere Stabilität der Bäume haben [19]. Einmal deformierte Wurzelsysteme können auch nach Jahren kein dreidimensionales, feinstrukturiertes Herzwurzelsystem mehr ausbilden [13, 27] und es kommt vermehrt zu Schiefständen im beginnenden Jungwuchsstadium.

Regina Petersen

Die Freisaat von Douglasie ist eine mögliche Alternative zur Pflanzung, denn hier entstehen keine pflanzungsbedingten Wurzeldeformationen. Die Wurzeln können sich natürlich entwickeln (Abb. 3). Dies führt zu einer besseren Standfestigkeit und damit zu einer höheren Betriebssicherheit. Weitere Vorteile der Saat sind in der guten Qualität der Jungwüchse bei dichtem und gleichmäßigem Aufwuchs sowie in den geringeren Kosten bei hoher Flächenleistung zu sehen. Gegen die Saat sprechen die Abhängigkeit von Samenjahren, der große Saatgutbedarf im Vergleich zur Baumschulanzucht, die Abhängigkeit des Saaterfolgs von der Witterung, das Auftreten von Keimlingskrankheiten sowie der hohe Pflegeaufwand [2, 14, 23].

An zwei Fallbeispielen im Zuständigkeitsbereich der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) wird im Folgenden die Freisaat von Douglasie sowohl unter Kiefer als auch



Fotos: R. Petersen



Abb. 1: Versuchsfläche Ehra-Lessien (l., Douglasie rot gebändert) und Segeberg (r.); Alter der gesäten Douglasien: sechs Jahre

unter Fichte vorgestellt. Ziel der Versuche ist es, die vorhandenen Reinbestände mit Douglasie anzureichern und langfristig Mischbestände zu entwickeln.

## Versuchsflächen

Die erste Fläche in **Ehra-Lessien** wurde aufgrund der guten Erfahrungen, die zuvor in der Nordheide mit Freisaaten von Douglasie und Lärche gemacht wurden [5], im März 2012 angelegt. Vorher wurde der Bestockungsgrad des Oberstandes auf 0,3 abgesenkt und der Schlagabraum zur Vermeidung einer zu dicken Mulchschicht auf den Rückegassen konzentriert. Anschließend wurde die Fläche zwischen den Rückegassen gemulcht und danach der Mineralboden mit einem Waldpflug streifenweise freigelegt. In diese Streifen wurden händisch per Flaschensaat die stratifizierten Douglasiensamen in einer Menge von 1 kg/ha Nettofläche gesät (vgl. [23]).

Nach fünf Jahren wurden auf acht 10 m<sup>2</sup> großen Probekreisen die Pflanzendichte, die Höhe und der Wurzelhalsdurchmesser der Douglasien sowie die Höhe der Kiefern ermittelt. Im Anschluss wurden auf einer Teilfläche die Douglasien in einem Radius von 50 cm mittels Freischneider und Astschere selektiv freigestellt. Der andere Teil der Fläche blieb ungepflegt und der Selbstdifferenzierung überlassen (Nullfläche). In jeder Variante wurden 56 Douglasien systematisch verteilt ausgewählt und dauerhaft markiert sowie Höhe und Wurzelhalsdurchmesser ermittelt. Der Kiefern-Oberstand wurde aufgenommen und die Beleuchtungsstärke mit einem Solariscope geschätzt.

Die zweite Fläche in **Segeberg** wurde im April 2011 angelegt. Dafür wurde der Mineralboden mit einem Waldstreifenpflug in einem 85-jährigen Fichtenbestand streifenweise freigelegt. Der Abstand zwischen

## Schneller Überblick

- Saat ist eine geeignete Alternative zur Pflanzung
- Wurzeldeformationen werden vermieden
- Konkurrenz mit Naturverjüngung und zunehmende Lichtbedürftigkeit der Douglasie mit dem Alter muss berücksichtigt werden
- Saatgutbedarf sollte rechtzeitig angemeldet werden

den Streifen betrug im Durchschnitt 2 m. In der Summe wurden 5.000 lfdm Saatstreifen/ha Nettofläche angelegt. Vor der Saat wurde die Pflugschleife von Hand mit einem Dreizinkgrubber leicht aufgeraut und danach in die Streifen per Flaschensaat die stratifizierte Douglasiensamen in einer Menge von 1 kg/ha Nettofläche eingestreut (vgl. [23]).

Für die Inventur wurden systematisch über die Fläche 50 Zählstreifen à 10 m Länge verteilt. In diesen wurden die Sämlinge ausgezählt, die höchste Douglasie aus der Saat und die höchste Kiefer aus der gleichaltrigen Naturverjüngung gemessen sowie die Beleuchtungsstärke mittels Solariscope geschätzt. Eine Unterfläche, auf der die oberständigen Fichten durch den Sturm „Christian“ im Oktober 2013 geworfen worden waren, wurde separat ausgewertet (Segeberg Windwurffläche).

### Ergebnisse

Auf der Fläche in Ehra-Lessien ergab die erste Inventur fünf Jahre nach der Saat eine Douglasien-Dichte von 1.000 bis 10.000 Pflanzen/ha. Im Mittel waren 4.125 Sämlinge vorhanden (Variationskoeffizient  $v = 0,81$ ). Zusätzlich hatte sich ganzflächig reichlich Kiefern-Naturverjüngung eingefunden, deren Dichte mit durchschnittlich 87.000 Pflanzen/ha weit über derjenigen der Douglasien lag und diese auch in der Höhe deutlich überragte (Tab. 2).

Bereits zwei Jahre nach der Pflege konnten im Herbst 2018, zu diesem Zeitpunkt waren die Douglasien sieben Jahre alt, Reaktionen der frei gestellten Douglasien im Wachstum festgestellt werden. Die Douglasien in der gepflegten Variante waren im Mittel zwar annähernd gleich hoch wie die Bäume auf der Nullfläche, sie wiesen

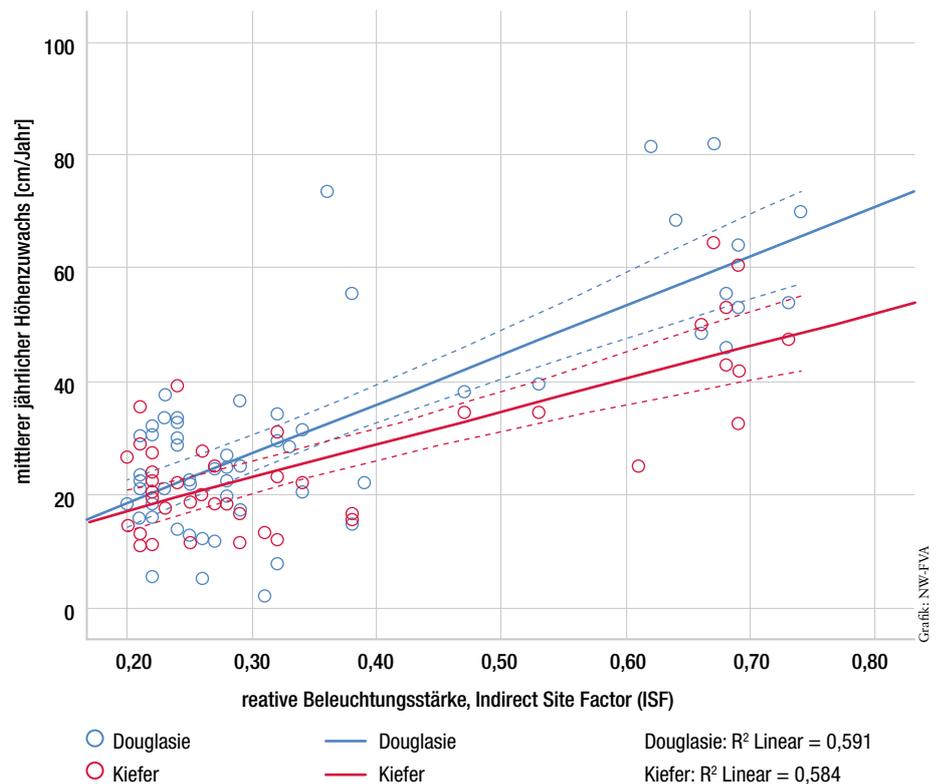


Abb. 2: Mittlerer jährlicher Höhenzuwachs, Alter sechs und sieben von Douglasie und Kiefer in Abhängigkeit vom ISF in Segeberg. Dargestellt ist die lineare Anpassung, gestrichelt das 95 %-Konfidenzintervall.

aufgrund ihres erweiterten Standraumes aber einen signifikant stärkeren Wurzelhalsdurchmesser auf (Tab. 2). Dementsprechend besser war auch der Schlankheitsgrad der freigestellten Pflanzen. Die Konkurrenz der Kiefer ist nach wie vor ungebrochen, sie überragt mit einer mittleren Höhe von 191 cm die Douglasie im Durchschnitt um das 1,5-fache.

Auf der gezäunten Fläche 2 in Segeberg war fünf Jahre nach der Saat nur einer der Zählstreifen nicht besetzt, im Mittel waren 14 Douglasien pro 10 lfdm vorhanden. Dies entspricht einer mittleren Pflanzenzahl von 6.775 Stück/ha

Nettofläche (Minimum 3.950/Maximum 9.500,  $v = 0,69$ ). Im Alter von sieben Jahren waren die jeweils höchsten Douglasien auf den Zählstreifen in Segeberg im Mittel 128 cm hoch und erzielten einen Wurzelhalsdurchmesser von 15,1 mm, der Schlankheitsgrad lag bei 0,86. Die höchsten der gleichzeitig und ähnlich stammzahlreich verjüngten Kiefern erreichten mit 109 cm Höhe im Mittel 85 % der Höhe der Douglasien.

Beide Flächen sind Beispiele für gelungene Saaten. Die Fläche in Ehra-Lessien, ein typischer Heidestandort mit lichtigem Kiefernüberhalt, ist durch extrem hohe

Nr.	Versuch	Besitzer	Standort	Altbestand	relative Beleuchtungsstärke** (ISF)	Bodenvorbereitung	Saat
1	Ehra-Lessien	Landwirtschaftskammer FA Südostheide	schwach nährstoffversorger, mäßig sommertrockener Sandstandort (43.2.2.1)*	Kiefer, Alter 141, Leistungsklasse 4 B° 0,3	0,81 Minimum 0,66 Maximum 0,92	Mulchgerät, Waldstreifenpflug	März 2012 1 kg /ha Nettofläche händisch (Flaschensaat)
2	Segeberg 1 Segeberg 2	Schleswig-Holsteinische Landesforsten	mäßig nährstoffversorger, mäßig frischer Sandstandort (42.3.3.1)*	Fichte, Alter 85 Leistungsklasse 9 B° 0,73  Windwurf	0,28 Minimum 0,20 Maximum 0,39  0,68	Waldstreifenpflug, Handgrubber mit drei Zinken	April 2011 1 kg/ha Nettofläche händisch (Flaschensaat)

\* ökologische Kennziffer (NFP u. LLUR 2009)

\*\* Die relative Beleuchtungsstärke ISF (= Indirect Site Factor) gibt den Anteil der diffusen Freilandstrahlung an, der zum Boden gelangt.

Tab. 1: Flächenübersicht

Konkurrenz von Kiefern-Naturverjüngung gekennzeichnet. Die sehr dicht stehende Kiefer zeigt in dieser Altersphase ein signifikant besseres Höhenwachstum als die Douglasie, die ohne Freistellung kaum eine Chance hätte (Tab. 2).

In Segeberg, wo die Saat unter einem lockeren Fichtenschirm ( $B^\circ 0,7$ , ISF 28 %) angelegt worden ist, sind die Wuchsbedingungen trotz besserer Standortverhältnisse als in der Heide aufgrund der stärkeren Überschildung für beide Baumarten etwas schlechter. Vor allem aber ist hier die lichtbedürftigere Kiefer gegenüber der Douglasie nicht vorwüchsig, sondern bleibt im Höhenwachstum leicht zurück. Der bessere Standort wird auf der Windwurflläche deutlich, denn hier zeigt die Douglasie bei beträchtlich mehr Licht (ISF 68 %) ihr Wuchspotenzial und überragt die Kiefer im Alter von sieben Jahren um knapp 50 cm. In Abb. 2 wird ersichtlich, dass die Douglasie über die gesamte Fläche betrachtet mit steigendem Lichtangebot ihren Wuchsvorsprung gegenüber der Kiefer kontinuierlich ausbauen kann. Ab einer relativen Beleuchtungsstärke oberhalb von 38 % ist dieser Vorsprung signifikant.

## Diskussion

### Keimung und Keimlingsentwicklung

Auf beiden Flächen ist die Saat gut aufgelaufen und es konnten sich nach fünf Jahren auf der Fläche in Ehra-Lessien im Mittel 4.125 Douglasien etablieren, in Segeberg waren es 6.775 Stück. Da die Dichten innerhalb der Flächen sehr schwanken und nicht alle Sämlinge das Dickungsstadium erreichen werden, ist vor allem die Anzahl in Ehra-Lessien als Untergrenze einer erfolgreichen Saat zu betrachten. Wünschenswert sind Dichten von 5.000 Pflanzen/ha; dies entspräche bei einer Saatstreifenlänge von 5.000 lfdm/ha theoretisch einer Douglasie pro lfdm.

Entscheidende Größe für den Keimungsprozess und die Keimlingsentwicklung ist nach Huth et al. [6] das oberflächennahe Feuchteregime des Keimsubstrats. Bei kontinuierlicher Feuchte der Substratoberfläche konnten sie im Gewächshausversuch nachweisen, dass dies zum einen die absolute Anzahl erfolgreich gekeimter Douglasiensamen fördert, zum anderen aber auch zu einer Beschleunigung des



Abb. 3: Douglasie aus der Saatfläche Segeberg, Alter fünf, Höhe 92 cm, Wurzelhalsdurchmesser 8,3 mm, H/WHD-Wert 111, Wurzel 6,4 g, Spross 33,1 g Trockengewicht. Aufgrund des Schirmes ( $B^\circ 0,7$ , ISF 0,28) ist die Pflanze überschlank und hat ein schlechtes Wurzel/Spross-Verhältnis von 1:5,2.

Keimungsverlaufes führt. Wird der Samen dann noch dünn übererdet (1 bis 2 cm), kann die Keimung in besonderem Maße gefördert werden [3].

Die Strahlung spielt bei der eigentlichen Keimung keine Rolle. Aber bereits zehn Wochen nach dem Auflaufen hat sie einen signifikanten Einfluss auf die Biomasseproduktion [6]. Keimlinge, die 30 % Strahlung erhalten hatten, waren doppelt so schwer wie Pflanzen, die bei 11 % Strahlung aufgewachsen waren. Dass die Strahlung schon sehr früh die ober- und

unterirdischen Wachstumsparameter beeinflusst, konnten auch Minore [15] an elf Monate alten und Reed et al. [24] an neun Monate alten Douglasien nachweisen.

### Effekte des Dichtstandes

In Ehra-Lessien konnte gezeigt werden, dass nach der Freistellung der Douglasien der Durchmesserzuwachs sofort ansteigt und dadurch der Schlankheitsgrad signifikant verbessert wird. Von einem höheren Durchmesser lässt sich auf eine bessere Wurzelentwicklung schließen, denn es besteht zwischen dem Wurzelhalsdurchmesser von Douglasien und deren Wurzelgewicht eine straffe positive Beziehung [22]. Nach Köstler et al. [8] zeigen im dichten Schluss aufgewachsene Douglasien entsprechend ihrem schlanken oberirdischen Aufbau und ihrer eingegengten Krone eine auffallend wenig standfeste Verankerung im Boden. Durch den Dichtstand wird nicht nur der Durchmesserzuwachs verringert, sondern auch die Seitenausdehnung der Wurzeln eingeschränkt. Die Tiefenbewurzelung bleibt gering und das ganze Wurzelsystem ist schwach ausgebildet [10]. Dies verschärft sich auf schlecht wasserversorgten Standorten oder in niederschlagsarmen Regionen, weil alle Pflanzen überwiegend im selben Bodenraum wurzeln [11].

Dementsprechend ist es empfehlenswert, die Stammzahl dicht aufgelaufener, undifferenzierter Douglasien-Saaten frühzeitig und konsequent zu reduzieren, insbesondere unter Schirm [17]. Kommt noch konkurrenzstarke Naturverjüngung hinzu, wie z. B. die Kiefer auf der Fläche in Ehra-Lessien, müssen die Douglasien in den Saatreihen rechtzeitig freigestellt werden, um ein Verdämmen zu verhindern und ihre Stabilität zu erhalten.

### Effekte des Schirms

Der Schirm soll bei einer Saat Verdunstungsschutz bieten, als Frostschutz dienen und das Wachstum der Begleitvegetation dämmen. Gleichzeitig wirkt er sich negativ auf das Wachstum der Sämlinge aus, weil er zum einen die Lichtzufuhr reduziert sowie Niederschläge zurückhält (Interzeption) und zum anderen die Wurzeln der Altbäume die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe erhöhen. Diese Effekte zeigen die Ergebnisse in Segeberg deutlich. Auf der lichten Wind-

Foto: R. Petersen

Nr.	Versuch	Aufnahme	Anzahl Messbäume (n)	Höhe (H) [cm]	Wurzelhalsdurchmesser (WHD) [mm]	Schlankheitsgrad (H/WHD)	mittlerer jährlicher Höhenzuwachs [cm] Alter 6 und 7
1	Ehra-Lessien	Douglassie ungepflegt 7-jährig	56	128,3 a	13,8 a	0,98 a	19,7 a
		gepflegt 7-jährig	53	134,0 a			
		Kiefer NV 7-jährig	326	191,4 b	18,4 b	0,74 b	35,0 b
2	Segeberg 1 (Fichtenschirm)	Douglassie Saat 7-jährig	39	127,6	15,1	0,86	27,6
		Kiefer NV	48	108,8			24,0
	Segeberg 2 (Windwurflläche)	Douglassie Saat 7-jährig	10	234,6 a	25,6	0,92	62,3 a
		Kiefer NV	9	184,8 b			46,4 b

<sup>†</sup>-Test, unterschiedliche Buchstaben markieren signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen bzw. zwischen den Baumarten (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,05$ ); NV = Naturverjüngung, Höhe in Ehra-Lessien = arithmetische Mittelhöhe, in Segeberg = arithmetische Spitzenhöhe

Tab. 2: Wachstumsparameter von Douglassie und Kiefer auf den Saatflächen Ehra-Lessien und Segeberg

wurffläche ohne Oberstand wächst die Douglassie signifikant besser als unter dem Fichtenaltholzschirm (Abb. 2).

Auch Gürth [4] stellte fest, dass die Höhenentwicklung von Douglassien im Schwarzwald maßgeblich durch die Überschirmung beeinflusst wird. Im Vergleich zum Freiland lag die Höhe der naturverjüngten Bäume bei einer mittleren Überschirmung von 45 bis 65 % nur bei etwa 50 %, im Alter 10 nur bei etwa 37 % des Wertes der ohne Schirm erwachsenen Douglassien. Im Freiburger Stadtwald zeigten Kühne et al. [9] an ca. 1 bis 2,5 m hohen Douglassien aus Naturverjüngung, dass sowohl die Überschirmung als auch der Dichtstand das Pflanzenwachstum, insbesondere die Entwicklung des Wurzelsystems, substantiell einschränkt. Generell wird bei vermindertem Strahlungsgenuss und hohem Dichtstand vorwiegend in das Höhenwachstum investiert; in dessen Folge verschlechtert sich der Schlankheitsgrad und es kommt zu einem Ungleichgewicht zwischen ober- und unterirdischer Biomasse [8, 10, 20]. Ruge und Schölch [26] verglichen 10-jährige, gleich hohe Douglassien aus Naturverjüngung mit und ohne Schirm und stellten fest, dass die schirmfrei erwachsenen Douglassien bei allen ober- und unterirdisch gemessenen Parametern besser abschnitten und bei Zugversuchen deutlich mehr Kraft erforderlich war, um sie umzuziehen. Vor allem das signifikant schlechtere Wurzel/Spross-Verhältnis der überschilderten Douglassien ist bedeutsam, denn nach Briggs et al. [1] verbessert es sich bei einer späteren Freistellung nicht, sondern ist irreversibel. Als Folge dessen sinkt die Einzelbaumstabilität und es entstehen instabile Jungbestände.

Auch Nagel et al. [16] konnten feststellen, dass die Douglassie auf ein höheres Lichtangebot mit deutlich besserem Wachstum reagiert bzw. bei dichter Über-

schirmung kümmerst. Frühere Arbeiten [4, 25] haben darüber hinaus gezeigt, dass mindestens 20 % relativer Lichtgenuss nötig sind, um die jungen Douglassien am Leben zu erhalten, dass aber für ein zügiges Wachstum eher 40 % erforderlich sind. Allgemein wird die Douglassie als mäßig schattentolerant eingestuft. Diese Schattentoleranz geht mit Alter und Größe weiter zurück [4, 7, 21], sodass man bei der Douglassie von einer Halblichtbaumart sprechen sollte.

Der Schirm beeinflusst aber auch durch seine Wurzeln das Wachstum des Nachwuchses. Petritan et al. [21] konnten durch einen Versuch, bei dem sie die Altholzwurzelkonkurrenz mittels Trenngräben ausschalteten, nachweisen, dass bei Ausschluss dieser Konkurrenz die Wasser- und Nährstoffversorgung verbessert werden konnte und die jungen Douglassien aus dem Voranbau stärkeres Höhen- und Dickenwachstum zeigten. Nach ihren Ergebnissen reagiert die Douglassie im Vergleich zur Buche empfindlicher auf Wurzelkonkurrenz. Auf übermäßig lange Schirmstellung sollte daher gerade im Hinblick auf die Wurzelentwicklung bei der Douglassie verzichtet werden [1, 12, 26].

## Zusammenfassung

Die Saat von Douglassie stellt unter bestimmten Voraussetzungen eine geeignete Alternative zur Pflanzung dar. Die Keimlinge können ihr arttypisches Wurzelsystem ausbilden und pflanzungsbedingte Wurzeldeformationen werden vermieden. Bei starker Konkurrenz sind die Sämlinge rechtzeitig freizustellen (Stabilität, Wurzelentwicklung).

Ähnlich wie bei gepflanzten Douglassien ist bei der Etablierung eines Voranbaus durch Saat auf die Lichtbedürftigkeit mit zunehmendem Alter Rücksicht zu nehmen und auf die Konkurrenzverhältnisse

innerhalb und zwischen den Arten zu achten. Wer die Saat als Verjüngungsverfahren für Voranbauten wählt, muss den weiteren Verjüngungsgang im Auge behalten, denn auch die gesäte Douglassie verträgt keine lange Überschirmung. Sind für die Saat geeignete Flächen vorhanden, sollte mit der regional zuständigen Saatgutstelle im Vorfeld das Vorhaben abgesprochen werden, denn dann können diese Stellen bei der Saatguternte den entsprechenden Bedarf berücksichtigen. Die Darren geben auch Praxistipps, vor allem zur Stratifizierung des Saatgutes, und vermitteln Kontakte zu lokalen Unternehmern, die sich im Laufe der letzten Jahre auf Saaten spezialisiert haben [23].

## Literaturhinweise:

Download des Literaturverzeichnis unter [www.forstpraxis.de/downloads](http://www.forstpraxis.de/downloads)

Regina Petersen,  
regina.petersen@nw-fva.de,  
leitet das Sachgebiet Waldverjüngung der Abteilung Waldwachstum der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen.

